

# PRATİK İNVAZİF KARDİYOLOJİ

*Klinik ve Teknik ipuçları*

Editör

Prof. Dr. Rasim ENAR



# PRATİK İNVAZİF KARDİYOLOJİ

*Klinik ve Teknik İpuçları*

Editör

**Prof. Dr. Rasim ENAR**

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi  
Kardiyoloji ABD*

NOBEL TIP KİTABEVLERİ

© 2015 Nobel Tıp Kitabevleri Tic. Ltd. Şti.

**PRATİK İNVAZİF KARDİYOLOJİ** Klinik ve Teknik İpuçları

Editör: Prof. Dr. Rasim Enar

**ISBN: 978-605-335-087-3**

5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası hükümleri gereğince herhangi bir bölümü, resmi veya yazısı, yazarların ve yayıncısının yazılı izni alınmadan tekrarlanamaz, basılamaz, kopyası çıkarılamaz, fotokopisi alınamaz veya kopya anlamı taşıyabilecek hiçbir işlem yapılamaz.

|                                   |                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Yayımcı</b>                    | : Nobel Tıp Kitabevleri Tic. Ltd. Şti.<br>Millet Cad. No:111 34104 Fatih-İstanbul                                     |
| <b>Yayımcı Sertifika No</b>       | : 15710                                                                                                               |
| <b>Baskı / Cilt</b>               | : No-bel Matbaacılık San. Tic. Ltd. Şti.<br>Kurtini Mevki, General Şükrü Kanatlı Cad.<br>Ömerli - Hadımköy - İstanbul |
| <b>Matbaa Sertifika No</b>        | : 12565                                                                                                               |
| <b>Sayfa Tasarımı - Düzenleme</b> | : Nobel Tıp Kitabevleri, Hande Çaçur                                                                                  |
| <b>Kapak Tasarım</b>              | : Özkan Kaya                                                                                                          |
| <b>Baskı Tarihi</b>               | : Kasım 2014 - İstanbul                                                                                               |



## **NOBEL TIP KİTABEVLERİ TİC. LTD. ŞTİ.**

### **MERKEZ - ÇAPA**

Millet Cad. No:111 Çapa-İstanbul  
Tel: (0212) 632 83 33  
Faks: (0212) 587 02 17

### **CERRAHPAŞA**

Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Karşısı  
Park içi Cerrahpaşa-İstanbul  
Tel: (0212) 586 17 58

### **KADIKÖY**

Rıhtım Cad. Derya İş Merkezi No: 7  
Kadıköy-İstanbul  
Tel: (0216) 336 60 08

**[www.nobeltip.com](http://www.nobeltip.com)**

### **ANKARA**

Sağlık Sokak No:17/C Çankaya (Sıhhiye)  
Tel: (0312) 434 10 87

### **ANTALYA**

Meltem Mahallesi Dumlupınar Bulvarı  
Başkent Sit. B Blok. No: 4 Meltem  
Tel: (0242) 238 15 55

### **BURSA**

Sakarya Mah. Bahriye Üçok Cad. Menekşe  
Sok. No: 21/18 Görükle, Nilüfer  
Tel: (0224) 224 60 21

### **ELAZIĞ**

Yahya Kemal Cad. Üniversite Mah. No: 36/B  
Tel: (0424) 233 43 43

### **İZMİR**

Kazım Dirik Mahallesi, 186 Sokak  
No: 21/B  
Bornova  
Tel: (0232) 343 10 50

### **SAMSUN**

Ulugazi Mah. 19 Mayıs Bulvarı 16/6  
Tel: (0362) 435 08 03

### **BAKÜ / AZERBAYCAN**

Nesib bey Yusifbeyli Caddesi  
No: 43  
Bakü / Azerbaycan  
Tel: +994 (0) 12 449 9431

## ***İthaf***

***Ülkemizdeki invazif kardiyo­lojinin öncülerine ve  
yetişmemizde emeği olanlara saygılarımızla.....***

***ve***

***Uzamış yazım ve dizgi döneminden dolayı***

***kızım Selin ve eşim Gülsen'e***

***bana gösterdiği anlayış ve sabırdan***

***dolayı teşekkürlerimle.....***

***Prof. Dr. Rasim Enar***



## DİĞER ESERLERİ

1. Trombolitik Tedavi, (Yazar) 1997;
2. AMİ El Kitabı, (Editör, Yazar) 1998;
3. AMİ Komplikasyonlar, (Editör, Yazar) 1998;
4. AMİ Trombokardiyoloji, (Yazar) 2004;
5. Kanıta Dayalı Akut Miyokard İnfarktüsü Kitabı, (Editör, Yazar) 2005;
6. Akut Miyokard İnfarktüsü Teşhis ve Tedavi Kılavuzu, (Yazar) 2006;
7. Temel Kardiyoloji, (Editör, Yazar) 2007;
8. Kalp ve Damar Sağlığı Kılavuzu, (Yazar) 2007;
9. Kanıta Dayalı Kalp Yetersizliği Kitabı, (Editör, Yazar) 2010;
10. Temel Kardiyoloji, Kalbin Fizik Muayenesi: Tekniği ve Klinik İpuçları, (Yazar) 2012

## ÖNSÖZ

*İlim bilim bilmektir, bilim kendin bilmektir, sen kendin bilmezsen ya nice okumaktır (Yunus Emre).*

*Kıyamet günü, şehitlerin kanını, alimlerin mürekkebi ile tartarlar. Mürekkep hep ağır gelir (Hadis-i Şerif).*

Temel Kardiyoloji kitaplarımdan sonuncusu **“Pratik İnvazif Kardiyoloji”** kitabı kateterizasyon laboratuvarında el altında bulundurulması gereken pratik bilgilendirme el kitabıdır. Kitabımızda, günümüzde neredeyse rutin kullanıma giren standart invazif girişimler ile ilgili klasik bilgiler, uzmanlarca fikir birliğine varılmış görüş, deneyim ve teknikler kendi bilgi ve tecrübelerimizin ışığında değerlendirilip anlatılmıştır. Tavsiyelerimizde kanıta dayalı tıbbın bilimsel çerçevesi dışına taşmamaya özen gösterdik, konunun kılavuz önerileri ile klasik bilgileri, geleneksel uygulamaları ve uzmanların öneri, görüş ve uygulamaları kendi bilgi deneyimlerimiz ile doğrularak yorumlanıp aktarılmıştır. Kitap bölümleri ilgili işlemi yıllardan beri bizzat yapan ve uygulayan öğretim üyesi, akademisyen uzmanlar tarafından yazılmıştır. Kitabımızdaki konuların derlenmesi ve yazımında, literatürde sık kullanılan konunun temel kaynakları kılavuz alınmıştır.

Kitabımızda gelişmekte olan ve yaygın kullanıma girmemiş güvenliği kanıtlanmamış teknik ve girişimler içerik dışında tutulmuş ve böylece kitabımız ileri (gelişmiş) girişimsel kardiyoloji kitabı olmaktan bilinçli olarak uzak kalmıştır, bu amaçla yazılmamıştır. Kısacası kitap kardiyoloji asistanlarını, invazif kardiyoloji rotasyonu öncesinde kateterizasyon laboratuvarına girmeden önce hazırlamayı amaçlamıştır, bu nedenle tanı ve tedavi amaçlı standart invazif girişimler hakkında gerekli bilgileri aktarmayı, işlemlerin pratik ve teknik prensiplerini öğretmeyi hedeflemiştir. Kateterizasyon laboratuvarında her zaman bulundurulması gereken pratik bilgi kaynağıdır. Tıp öğrencileri için ise; staj ve interm döneminde (5-6'cı sınıf) oldukça yeni ve komplike görünen bu konuların öğrenilmesi ve ilgili derslere yardımcı olmasına katkı sağlayacak bir başvuru, danışma ve bilgi kaynağıdır.

Kitapta emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkür ediyorum, ülkemiz kardiyoloji biliminin pratiği ve öğrenimine katkısı olması dileğiyle.

**Prof. Dr. Rasim ENAR**



# İÇİNDEKİLER

## GİRİŞ

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| İNVAZİF KARDİYOLOJİ TARİHİ ..... | 1 |
|----------------------------------|---|

*Prof. Dr. Rasim Enar*

## BÖLÜM 1

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| TANI AMAÇLI PERKUTAN İNVAZİF KARDİYAK GİRİŞİMLER..... | 15 |
|-------------------------------------------------------|----|

### Bölüm 1.1.

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Kalp Kateterizasyonu..... | 17 |
|---------------------------|----|

*Prof. Dr. Rasim Enar*

### Bölüm 1.2.

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Diğer İnvazif Tanı Yöntemleri ..... | 179 |
|-------------------------------------|-----|

#### Bölüm 1.2.A.

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Fraksiyonel Akım Rezervi ..... | 179 |
|--------------------------------|-----|

*Doç. Dr. Ahmet Yıldız*

#### Bölüm 1.2.B.

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| Endomiyokardiyal Biyopsi ..... | 192 |
|--------------------------------|-----|

*Prof. Dr. Rasim Enar*

#### Bölüm 1.2.C.

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| Elektrofizyolojik Çalışma ..... | 206 |
|---------------------------------|-----|

*Doç. Dr. Işıl Uzunhasan*

## BÖLÜM 2

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| TEDAVİ AMAÇLI PERKUTAN İNVAZİF KARDİYAK GİRİŞİMLER ..... | 215 |
|----------------------------------------------------------|-----|

### Bölüm 2.1.

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| Perkutan Koroner Girişimler ..... | 215 |
|-----------------------------------|-----|

*Doç. Dr. Vedat Koca, Doç. Dr. Refik Erdim, Prof. Dr. Erhan Babalık, Prof. Dr. Rasim Enar*

#### Bölüm 2.1.A.

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Genel Bilgiler ..... | 215 |
|----------------------|-----|

*Prof. Dr. Rasim Enar*

#### Bölüm 2.1.B.

|                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------|-----|
| Perkutan Koroner Girişimlerde Kullanılan Donanımlar ..... | 285 |
|-----------------------------------------------------------|-----|

*Prof. Dr. Rasim Enar*

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Bölüm 2.1.C.</b>                                                                   |     |
| Perkutan Koroner Girişim: İşlem ve Teknik İpuçları .....                              | 299 |
| <i>Prof. Dr. Rasim Enar</i>                                                           |     |
| <b>Bölüm 2.1.D.</b>                                                                   |     |
| Koroner Anjiyoplasti: Zorlukları ve Çözüm Yolları .....                               | 348 |
| <i>Prof. Dr. Erhan Babalık</i>                                                        |     |
| <b>Bölüm 2.1.E.</b>                                                                   |     |
| Akut Koroner Sendromlarda (Kanıt ve Deneyimlere Dayalı) İnvazif Strateji .....        | 380 |
| <b>İki Görüş ve Yaklaşım Stratejisi</b> .....                                         | 382 |
| <i>Prof. Dr. Barış Ökçün</i>                                                          |     |
| <i>Uzm. Dr. Eser Durmaz, Doç. Dr. Bilgehan Karadağlı</i>                              |     |
| <b>Bölüm 2.2.</b>                                                                     |     |
| <b>Koroner Arterler: Anatomi, Anomaliler, Kollateral Dolaşım ve Reperfüzyon</b> ..... | 431 |
| <i>Uzm. Dr. Özge Özden Tok, Dr. Hasan Ali Baran, Uzm. Dr. Burçak Kılışkiran Avcı</i>  |     |
| <b>Bölüm 2.2.A.</b>                                                                   |     |
| Normal Anatomi .....                                                                  | 431 |
| <b>Bölüm 2.2.B.</b>                                                                   |     |
| Koroner Arter Anomalileri .....                                                       | 442 |
| <b>Bölüm 2.2.C.</b>                                                                   |     |
| Koroner Kollateral Dolaşım .....                                                      | 461 |
| <b>Bölüm 2.2.D.</b>                                                                   |     |
| Epikardiyal ve Miyokardiyal Perfüzyonun Anjiyografik Değerlendirilmesi .....          | 469 |
| <b>Bölüm 2.3.</b>                                                                     |     |
| Koroner Anjiyografi Sonrası Risk Tayini ve Skorlama Sistemleri .....                  | 475 |
| <i>Prof. Dr. Sait Doğan</i>                                                           |     |
| <b>BÖLÜM 3</b>                                                                        |     |
| <b>PERKUTAN NONKORONER GİRİŞİMLER</b> .....                                           | 485 |
| <b>Bölüm 3.1.</b>                                                                     |     |
| Perkutan Mitral Balon Valvotomi (MBV) .....                                           | 485 |
| <i>Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu</i>                               |     |
| <b>Bölüm 3.2.</b>                                                                     |     |
| Perkutan Atriyal Septal Defekt Kapatması .....                                        | 517 |
| <i>Prof. Dr. Mustafa Kemal Erol</i>                                                   |     |
| <b>Bölüm 3.3.</b>                                                                     |     |
| Hipertrofik Obstruktif Kardiyomyopatide Septal Arter Ablasyonu .....                  | 537 |
| <i>Doç. Dr. Tuğrul Okay</i>                                                           |     |

|                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Bölüm 3.4.</b>                                                                                          |     |
| Kateter Yolu ile Aort Kapak Yerleştirilmesi                                                                |     |
| Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI) .....                                                       | 547 |
| <i>Doç. Dr. Refik Erdim, Prof. Dr. Vedat Aytekin</i>                                                       |     |
| <b>Bölüm 3.5.</b>                                                                                          |     |
| Perkutan Aort Balon Valvuloplasti .....                                                                    | 559 |
| <i>Prof. Dr. Rasim Enar</i>                                                                                |     |
| <b>Bölüm 3.6.</b>                                                                                          |     |
| İnvazive Kardiyolojide Mekanik Hemodinamik Destek Cihazları:                                               |     |
| İnteraortik Balon Pompası .....                                                                            | 593 |
| <i>Uzm. Dr. Güçlü Dönmez, Prof. Dr. Seçkin Pehlivanoğlu</i>                                                |     |
| <b>Bölüm 3.7.</b>                                                                                          |     |
| Perikardiyosentez .....                                                                                    | 613 |
| <i>Uzm. Dr. Barış İkitimur, Prof. Dr. Rasim Enar</i>                                                       |     |
| <b>Bölüm 3.8.</b>                                                                                          |     |
| Tanı ya da Tedavi Amaçlı Girişimsel Kardiyoloji Hastalarında Hemşirelik Bakımı .....                       | 631 |
| <i>Uzm. Hem. Serap Ulusoy</i>                                                                              |     |
| <b>BÖLÜM 4</b>                                                                                             |     |
| <b>KALP PİLLERİ VE TRANSVENÖZ UYARI VERME</b> .....                                                        | 645 |
| <i>Uzm. Dr. Barış İkitimur, Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Cengiz Çeliker, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu</i> |     |
| <b>Bölüm 4.1.A.</b>                                                                                        |     |
| Kalıcı Kalp Pilleri ve Uygulamaları .....                                                                  | 645 |
| <b>Bölüm 4.1.B.</b>                                                                                        |     |
| Kalıcı Kalp Pili İmplantasyonu .....                                                                       | 708 |
| <b>Bölüm 4.1.C.</b>                                                                                        |     |
| Geçici Kalp Pili İmplantasyonu .....                                                                       | 730 |
| <b>Bölüm 4.1.D.</b>                                                                                        |     |
| Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi: Uyarı Verme Kabloları, İmplantasyonu                                   |     |
| ve Teknik Prensipler .....                                                                                 | 750 |
| <b>Bölüm 4.1.E.</b>                                                                                        |     |
| İmplantable Cardioverter Defibrilator (ICD): Cihazın Sistemi ve Uygulaması .....                           | 758 |
| <b>ALBÜM</b> .....                                                                                         | 773 |
| <i>Dr. Emre Ertürk, Uzm. Dr. Barış İkitimur, Doç. Dr. Refik Erdim, Prof. Dr. Rasim Enar</i>                |     |
| <b>İndeks</b> .....                                                                                        | 792 |



## YAZARLAR

### Editör

**Prof. Dr. Rasim ENAR**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

### Yazarlar

**Uzm. Dr. Burçak Kılıçkiran Avcı**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Prof. Dr. Vedat Aytekin**

*İstanbul Florence Nightgale Hastanesi*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Prof. Dr. Erhan Babalık**

*Kıbrıs Yakın Doğu Üniversitesi Hastanesi,*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Dr. Hasan Ali Baran**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Prof. Dr. Cengiz Çeliker**

*İstanbul Üniversitesi,*

*Kardiyoloji Enstitüsü*

**Prof. Dr. Sait Doğan**

*İstanbul Üniversitesi*

*Kardiyoloji Enstitüsü*

**Uzm. Dr. Güçlü Dönmez**

*İstanbul Başkent Üniversitesi Hastanesi*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Uzm. Dr. Eser Durmaz**

*Patnos Devlet Hastanesi*

**Prof. Dr. Rasim Enar**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Doç. Dr. Refik Erdim**

*İstanbul Bilim Üniversitesi, Kardiyoloji ABD*

*Şişli Florence Nightgale Hastanesi*

**Prof. Dr. Mustafa Kemal Erol**

*İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Dr. Emre Ertürk**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Uzm. Dr. Barış İkitimur**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Doç. Dr. Bilgehan Karadağ**

*İstanbul Üniversitesi*

*Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji ABD*

**Doç. Dr. Vedat Koca**

*Bursa Anadolu Hastanesi, Kardiyoloji Kliniği*

**Doç. Dr. Tuğrul Okay**

*İstanbul International Hospital*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Prof. Dr. Barış Ökçün**

*Kıbrıs Yakın Doğu Üniversitesi Hastanesi,*

*Kardiyoloji Bölümü*

**Prof. Dr. Seçkin Pehlivanoğlu**

*İstanbul Başkent Üniversitesi Hastanesi*

*Kardiyoloji Bölümü*



**Uzm. Dr. Özge Özden Tok**

*TC. Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
İstanbul, Bakırköy*

**Uzm. Hem. Serap Ulusoy**

*İstanbul Üniversitesi, Kardiyoloji Enstitüsü*

**Doç. Dr. Işıl Uzunhasan**

*İstanbul Üniversitesi  
Kardiyoloji Enstitüsü*

**Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu**

*(Emekli Öğretim Üyesi)  
İstanbul Florence Nightgale Hastanesi  
Kardiyoloji Bölümü*

**Doç. Dr. Ahmet Yıldız**

*İstanbul Üniversitesi  
Kardiyoloji Enstitüsü*

# İNVAZİF KARDİYOLOJİ TARİHİ

Prof. Dr. Rasim Enar

## Tanısal Kalp Kateterizasyonu<sup>1</sup>:

Kalp kateterizasyonu ilk kez 1840'da hayvanlarda deneysel olarak yapılmıştır. 1929'da *Werner Forssmann*, yaşayan insanda- floroskopik görüntüyü ayna ile yansıtarak kateteri kendi kalbinin içine geçirmiştir. Forssmann sol antekübital venine ince ürolojik kateteri sokmuş, sağ atriya ileletmiş, sonra da göğüs radyografisi ile kateterin pozisyonunu göstermek için iki kat arasındaki merdivenden radyoloji odasına çıkmıştır. Faydası ve güvenliği ile ilgili olarak, *Cournand* ve *Dickson Richards* tarafından sağlıklı kişiler ve kalp hastalarında kardiyak fonksiyonu incelemek için kateterizasyon sistematik uygulayınca kadar kullanımı 1940'lara kadar sınırlı kalmıştır.

- 1970'lerde, *Swan ve Ganz* isimlerini verdikleri ucu balonlu Swan-Ganz kateterini geliştirmiştir. Bu kateter tekniği, şişirilen balonun akım yönünde yüzdürülmesi ile sağ kalp boşluklarından kateterin geçişi kolaylaşmıştır.
- Pratik olarak koroner anjiyografinin uygulanması 1950'lerin sonunda pediatrik kardiyolojist Dr *F.Mason Sones* tarafından geliştirilmiştir (1958). Brakiyal arteri cerrahi "cut-down tekniği" ile açığa çıkararak artere girmiştir, günümüzde bu teknik "Sones tekniği" olarak bilinmektedir. Sones selektif sağ ve sol koroner anjiyografi ve de sol ventrikülografi için tek, yan delikli dokuma dakron kateter kullanmıştır.
- Günümüzde, perkutan vasküler giriş için en sık kullanılan teknik Seldinger tekniğidir, iğne, tel ve plastik kılıf kullanılan bu yöntem İsveçli kardiyolog Dr. *Sven Seldinger*'den sonra adlandırılmıştır.
- Koroner anjiyografi 1960'ların başında Portland, Oregondan radyolog Dr. *Melvin Judkins* tarafından tasfiye edilip düzeltilmiştir; femoral girişli koroner anjiyografi için Judkins eğriliğini icat etmiştir; Dr Judkins düzgün ve pürüzsüz eğrilik elde etmek için ısı tabancası ve kaynayan su kullanarak kateterleri bakır borular etrafında eğip şekillendirmiştir. Dr Judkinsin iki temel kateter eğriliği; Judkins sol 4 (JL4) ve Judkins sağ 4 (JR4) günümüzde de orijinal dizaynı değişmeden kullanılmaktadır (*Kern M.The cardiac catheterization handbook Mosby, 2003*).

### Perkutan Koroner Girişimler<sup>1,2</sup>:

Koroner balon anjiyoplasti 1964'de *Dotter* ve *Judkins*'in periferik arterlerde başlattığı transluminal anjiyoplastinin "yavrusudur"; bu öncülerin metodu büyüyen çaplarda ortak-eksenli kateterlerin sokulması ile darlığın dilate edilmesidir, bu işlem için hedef damarın lumeni ile orantılı giriş deliği gerekiyordu.

- 12 Şubat 1974'de *Gruentzig* İsviçre'de Zürih üniversitesinde sabit- polivinil klorid yapısında balon kullanarak periferik arterde ilk balon anjiyoplastiyi yapmış, 1975'de kılavuz tel üzerinden sokulan çift lumenli balon kateteri bulmuş, 1976'da koroner balon anjiyoplastinin uygulanabilirliğini göstermiştir. 1977'de San Fransisko'da kardiyologlar *Gruentzig*, *Myler* ve cerrah *Hanna* ilk intraoperatif balon anjiyoplasti girişimini yapmıştır.
- *Gruentzig*'in Zürihte 16 Eylül 1977'de yaptığı tarihi ilk PKG olgusu, LAD'de diskret darlığı olan 38 yaşındaki erkek hastadır. Zürihte ilk 50 hastanın başarı oranı mortalitesiz %64'dür; %14'üne operasyon gerekmiş ve %6'da infarktüs meydana gelmiştir (*N Engl J Med* 1979;301: 61-68).

İlk koroner stent 28 Mart 1986'da *Puel* tarafından Toulouse Fransa'da kullanılmış, *Wall-stent* (*self-expanding mesh stent*; kendi genişleyen örgü stent) ilk kez bir insana yerleştirilmiştir. 1988'de bunlardan 17'si insan koroner arterine takılmıştır; birkaç yıl sonra bildirilen sonuçlarda stentlerin %23'ü tam tıkanmış, ilave olarak %14'de restenoz saptanmış, 1 yıllık mortalite ise %8 olmuştur.

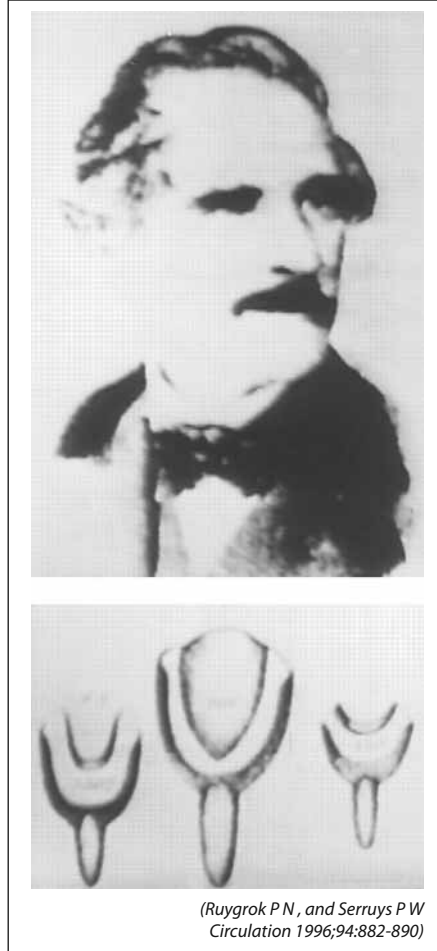
- *Gianturco-Roubin* ilk stentlerden biridir (sayfa 6, Şekil 1). Küçük, esnek ve 0.15 mm çapında paslanmaz çelik dikiş telinden yapılmıştır, ilk balonla genişleyebilen stenttir ve stentin sargısı (coil) mürekkepli kalem yayına benzetilerek dizayn edilmiştir. FDA onayı alan ilk stenttir (koroner anjiyoplasti sırasında akut kurtarma- *bailout* için). Bu stentin daha fazla esnekliğine karşılık doku prolapsusuna neden olan ve aşırı neointimal gelişimi sağlayan stent telleri arasında daha büyük boşluk bulunuyordu, buna bağlı olarak bu stent ile restenoz oranı daha yüksekti. Wallstent yeterli damar kaplaması sağlarken radyal gücü eksiktir, oysa *Gianturco-Roubin* stentin radyal gücü daha iyidir (Şekil 1).

### Stentler<sup>2,3</sup>:

İngiliz dişçi *Charles Stent*, 19'cu yüz yılda dişler ve ağız boşluğuna şekil veren kalıbı geliştirdiğinde, bunun daraltıcı damar hastalıkları ve özellikle koroner arter hastalığının tedavisi ile eş anlamlı olacağını düşünmemişti (Şekil 2).

"Stent" terimi zamanla.... deri greftini pozisyonunda tutan, anastomoz yapılan tubuler (borulu) yapılar için destek ve günümüzde endovasküler daralmayı önleyen ve azaltan yapı iskelesi ile ilişkili hale gelmiştir.

**Klinik öncesi değerlendirmeler:** 1912'de Nobel dersinde, *laureate Alexis Carrel*, köpeklerin torasik aortasına soktuğu parafin ile kaplanmış cam ve metal tüpler ile deneylerini tarif etmiştir. Koagülasyon meydana gelmemiştir, kullanılan aort duvarı ülserle değişti, deneysel olarak bir hayvan cam tüp ile 90 gün sağ kalmış ve damarlar içerisindeki yabancı cisimlerin trombus oluşturmaları gerekmediği sonucuna varılmıştır.



**Şekil 2.** Charles stent (1845-1901) ve yeni endoluminal 'iskele' kalıpları.

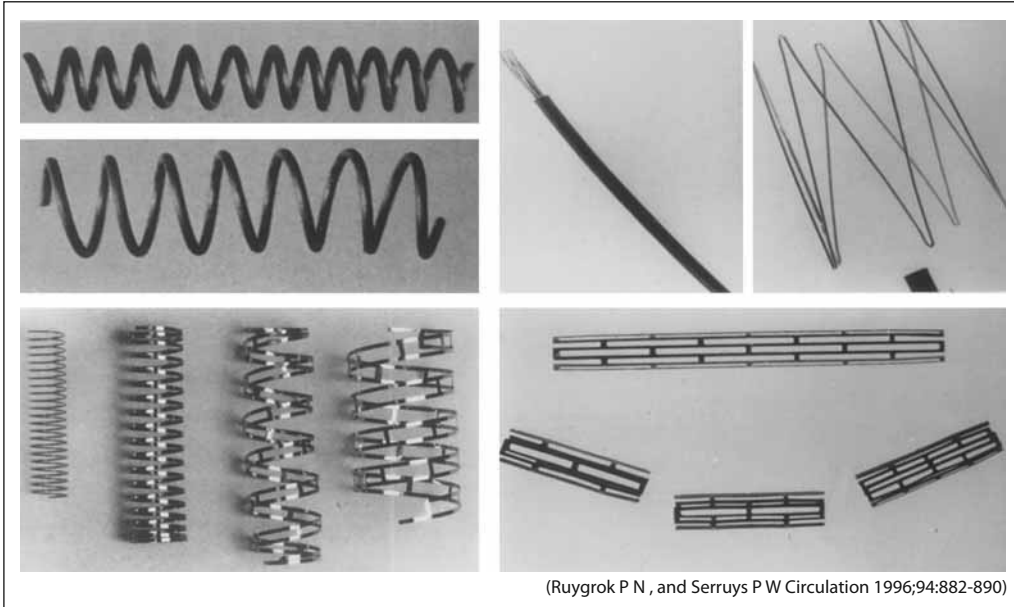
Hasta damarda implante edilebilen prostetik cihaz ile lumen bütünlüğünün idame ettirilmesi fikri 1964'de *Charles Dotter* tarafından tekrar ortaya konulmuştur, silikon elastomer endovasküler atel kullanarak, önceden tıkalı damarda yol oluşturduktan sonra yeterli lumen sağlanabileceğini ima etmiştir. 1969'da, sağlıklı köpeklerin femoral ve popliteal arterlerinde kılavuz tel üzerine eş eksenli monte edilen ve itici- kateter ile yerleştirilen cerrahi olmayan endoarteriyel yerleştirilen spiral yayların sonuçlarını bildirmiştir.

1980'lerin başında *Dotter ve ark.* Modifiye edilmiş stent ile daha ileri köpek deneylerini bildirmiştir. Periferik damarlara bellek metal nitinolden yapılmış yayları yerleştirmiş ve kateterin içinden ısıtılmış serum fizyolojik injekte etmiş ve böylece, çapı bitişik damarına

yaklaşık eşit olan yayların önceden belirlenen şekline genişlemesi sağlanmıştır. Bu şekilde stent ile heparinize edilmeyen ilk köpek deneyleri umut verici olmuştur, subakut tromboz epizodları olmamış ve damar açıklığı 4 hafta devam etmiştir.

Balon üzerine monte edilmiş stent fikri *Palma* tarafından tanıtıldı. 1985’de anjiyoplasti balon kateter üzerine monte edilmiş balon ekspansiyonu ile köpeklerin aorta ve periferik arterlerine yerleştirilmiş dokuma paslanmaz çelik greft implantasyonun ilk sonuçlarını tarif etmiştir (Şekil 3). *Palma* ve ark. 18 balon ile genişletilebilir stent implantasyonunun sonuçlarını yayınlamıştır ve sonraki yıllarda stent implantasyonunu olumsuz etkileyen sorunlara doğru anlamlar kazandırmıştır. Stent normal köpeklerin iliyak, femoral, renal, mezenterik ve karotis arterlerine arteriotomi ile yerleştirilmiştir. Prosedürel heparinizasyon uzun-süreli antikoagülasyon olmadan uygulanmış veya sadece son 9 olguda antitrombosit tedavi kullanılmıştır. Hepsi de heparinize edilmeyen hayvanlarda olan 4 trombotik okluzyon meydana gelmiştir, ve bu bulgu daha sonraki deneylerde heparin kullanımı motive etmiştir. *Palma* heparinin düşük akım ile greft okluzyonunu önlemediğini fark etmiştir, akım kısıtlanması olmayanlarda en iyi sonucu elde etmiştir, “*çağdaş stentleme kriterinin ölçütü*”. Ek olarak, 35 haftada toplam stent açıklığı %77, restenoz oranı %23, bu bulgu daha yeni, son çalışmalara giriş olmuştur.

Cihazın geliştirilmesi ve küçültülmesi ile daha küçük ve daha distal damarlara girilebilmiş ve stentler koroner sistemde implante edilmeye başlanmıştır. Rouseau ve ark. Esnek, kendi- genişleyebilir (*self-expandable*) paslanmaz çelik, kılıf ile zaptedilmiş, bastırılmış ağ tüpü geliştirmiş ve test etmiştir. 21’i koroner artere 28 köpekte hiçbir antikoagülasyon veya



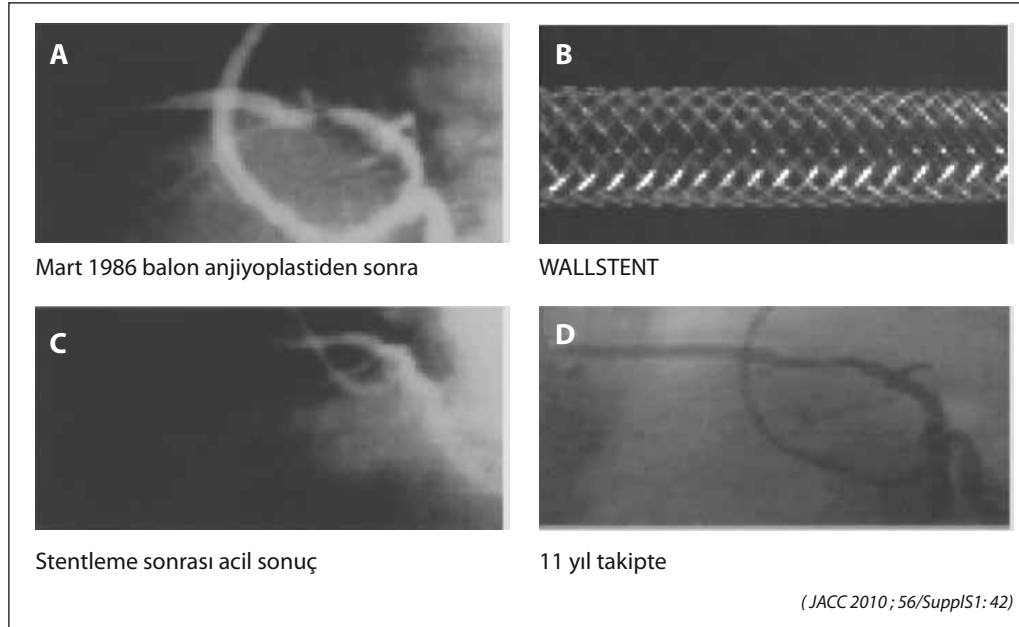
**Şekil 3.** İlk dört stent (Seri üretilip piyasaya çıkmamış, bugün olmayan).

antitrombosit ajan kullanmadan 47 cihaz implante edilmiştir. 28 hayvanın 8'inde kısmi veya total trombozis görülmüştür (%29), trombozis damar çapının hızlı azalma noktasında fark edilmiştir, protezin sonu major damarın yan dalının içine girdiğinde ve implant cihaz çapının yüksek serbestlik oranında genişleyememesidir. Endotelizasyon sürecinin, neointimalizasyon ile damar duvarı içindeki stent ile birleşmesi üçüncü haftada bulunmuştur.

Köpek koroner arterinde başarılı balon ile genişletilebilir stent implantasyonu bildirilerinden sonra insan koroner arterlerine stent implantasyonu yoğunlaşmıştır. *Shatz ve ark.* 20 Perkutan Palmaz-tipi stentin implantasyonunu sonuçlarını bildirmiştir. *Roubin ve ark.* 39 hayvanda balon üstüne monte edilmiş yeni esnek yay stent implantasyonun tarif etmiştir.

**Klinik gelişmeler:** Koroner balon anjiyoplasti ile ilgili iki sorun akut okluzyon ve restenoz problem olmaya devam etmiş ve azaltılabileceği veya en azından hafifletilebileceği umut edilmiştir.

*Jacques Puel*, Tulus-Fransa ve daha sonra *Ulrich Sigwart*, Lozan- İsviçre 1986 ilkbaharında insanda koroner artere ilk stenti takmıştır (Şekil 4). 19 hastada 24 kendisi-genişleyen örgü stentin (*Medinvent*) sonuçları daha sonra bildirilmiştir (17 restenoz, 4 akut kapanma ve 3 venöz bypass greft ameliyatı); stent trombozu ile ilgili 3 komplikasyon (%15.8) olmuştur, implantasyondan sonra 9 hafta-9 ay arasında stentlenmiş segmentde restenoz olgusu gözlenmemiştir.



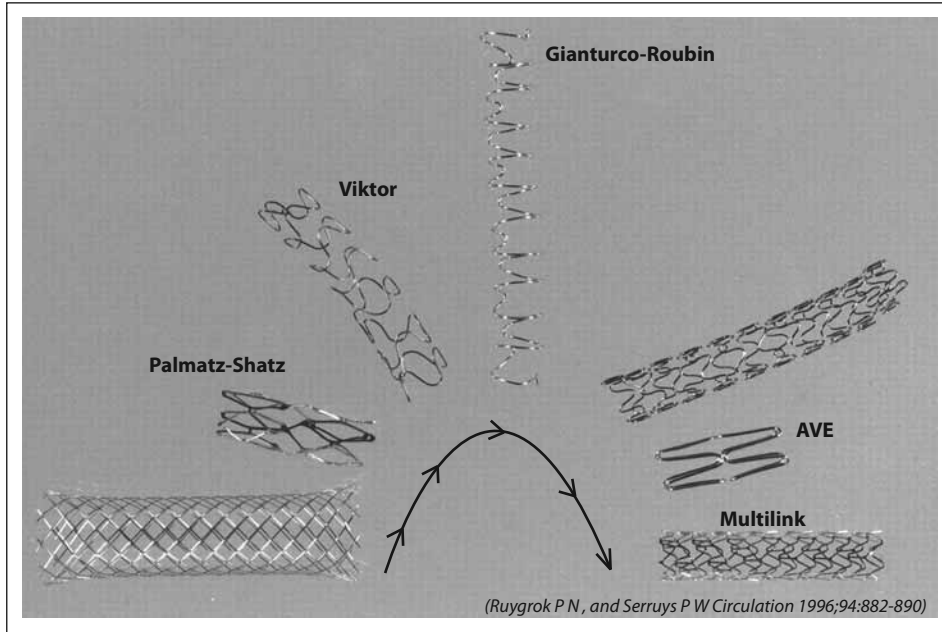
**Şekil 4.** İnsanda ilk koroner stent implantasyonu (Mart 1986). (A) Balon anjiyoplastiden sonra trombotik restenotik lezyon. (B) Kendi genişleyen WALLSTENT. (C) Stentlemeden sonra hemen ilk sonuç. (D) 11 yıl takipte anjiyografik sonuç.

1988'lerin başı ile bilinir duruma gelen 117 Wallstent 115 hastada, doğal koroner arterler (94 stent) ve safen venöz bypass greftlere (23 stent) implante edilmiştir. Sonuçlar moral bozucu ve cesaret kırıcı olmuştur (25 hastaki 27 stentte tam tıkanma); trombotik okluzyon probleminin çözüm beklentisi ile antikoagülasyon rejimi gündeme gelmiş ve tartışılmıştır; bu stentin restenoz oranı takipte %14 bulunmuştur.

İlk koroner stent implantasyonları balon anjiyoplasti sonrası akut tehlikeli kapanma durumları ile sınırlı kalmıştır, semiselektif koroner bypass cerrahisine gidişi büyük oranda azaltmış, ve balon anjiyoplasti sonrası kateter laboratuvarından daha güvenli çıkışı sağlamıştır.

*Roubin ve ark.* 1987-1989 yıllarında 115 hastanın 119 damarında akut veya tehlikeli kapanmaya *Gianturco-Roubin* stent implantasyonunun sonuçlarını bildirmiştir; olguların %93'de stentleme optimal sonuç sağlamıştır, girişimin acil doğası nedeniyle, komplikasyon sayısı kabul edilebilir düzeyde düşük, hastanede mortalite %1.7, bypass cerrahisi %4.2 sıklıkta, toplanmış miyokart infarktüsü oranı %16, subakut stent trombozu %7.6 olmuştur (Şekil 1). Bununla birlikte stent akut kapanmada *kurtarıcı* görünmeye başlamış, restenoz oranı %41 (çalışma hastalarının tekrar incelemeye gidenlerde %76'da); bu bulgular stentlemenin uzun-dönemdeki sorunlarının henüz çözülemediğini işaret etmiştir.

Aynı zaman aralığında (1987-1989), *Schatz*, doğal koroner arterlerde elektif *Palmaz-Schatz* stent implantasyonlarını (Registry) sürdürmüştür; girişime teşebbüs edilen 226 lez-



**Şekil 1.** Sol alttan saat yönünde (okun yönü) soldan-sağa: Wallstent, Palmaz-Shatz stent, Viktor stent, Gianturco-Roubin stent, Cordis stent, AVE stent ve Multilink stent.

yonun 213'ne (%94) cihaz başarı ile takılmıştır (Şekil 1). Bu stentin diğerlerinden daha az trombojenik olması ile ilgili erken iyimserliği ve daha az antikoagülan tedavi gerekliliği düşünceleri işlemiden sonra sadece aspirin ve dipiridamol alan ilk 39 hastada %16 subakut kapanma oranı bulunması ile bozulmuştur. Ek olarak, 1-3 ay warfarin alan 174 hastada ise subakut trombotik stent okluzyonu %0.6'ya düşmüştür.

Geçmişteki balon anjiyoplastiden sonra restenotik lezyonda stentlemenin rolü araştırılmıştır. Wiktor stent, tek parmak-aralıklı tantalum tel 50 restenozlu hastaya implante edilmiştir, implantasyonun başarı oranı %98, akut veya subakut okluzyon 5 hastada (%10) meydana gelmiş ve implantasyondan  $5.6 \pm 1.1$  ay sonra  $\geq 50$  darlık kriteri ile ilgili restenoz 13 hastada (%26) gözlenmiştir (Şekil 1).

Yukarıdaki ve diğer çalışmaların bulguları ile ilgili olarak başlangıçta balon anjiyoplastinin komplikasyonlarından kurtarmayı amaçlayan karşı elektif stentlemenin çeşitli klinik koroner durumlar, stentin doğal özellikleri ve birlikte uygulanan antikoagülasyon rejimleri ile ilgili günümüzde de devam eden birçok çalışma (çoğu kayıtlar) bildirilmiştir. Bu ilk çalışmalara (çoğu kayıtlar) göre: *Wallstent*'in damar duvarında yeterli kaplama sağlaması fakat radyal gücünün eksik olması, *Gianturco-Roubin* yay stentin daha iyi radyal gücü ancak damar duvarını kaplamaya gelince yetersiz kalması gibi bu ilk yetersizlikler ile stente "ideal fikir" olmaktan uzak bakılmaya başlanmıştır. Ancak bu görüş *Palmaz-Shatz* stent kullanılan iki randomize çalışma ile değişmiştir.

- Avrupada yapılan BENESTENT ve Kuzey Amerikada yapılan STRESS çalışmaları. Bunların sonuçlarına göre: Seçilmiş olgularda kullanılan Palmaz- Shatz stent hastada klinik olarak faydalı bulunmuştur. Bu çalışmalar uygulanan girişimsel kardiyolojiyi değiştirmiştir. İlk defa, koroner arter hastalığı bulunan hasta için stentleme koroner arter bypass cerrahisine etkili alternatif olarak bulunmuştur.

Bugüne kadar süren cihaz, yardımcı donanımlar ve antitrombotik tedavi stratejileri ilgili gelişmeler sonucunda stentleme mutlak kontraindikasyonu olmaması durumunda her türlü perkutan koroner girişimin olmazsa olmazıdır (primer girişime ilave).

1999 ile, koroner stentleme PKG girişimlerinin yaklaşık %80- 90'da yapılmaktadır (*N Engl J Med* 2006;354:483-95). Bununla birlikte, net avantajlarının yanında çeşitli sorunları da vardır. En önemlisi, akut trombozis riskine ek olarak halen devam eden en önemli problem olguların %20-30'da stent restenozu ile sonuçlanan stent- içi neointimal hiperplazi şeklinde ortaya çıkmış iatrojenik sorunlardır. Tekrar-revaskülarizasyon oranını düşürmek için Stent-içi neointimal hiperplazi azaltılmaya çalışılmıştır, diğer bir devrimsel tedavi gelişimi: DES (*drug eluting stent*; ilaçlı stent). İlaçsız metal stentler (BMS) ile mukayese edildiğinde DES kullanımı ile restenoz oranı dramatik düşmüştür.

2006'da, bu stentlerin güvenlik profilinin üzerindeki endişe artmış ve bu hemen dünya genelinde kriz ile sonuçlanmıştır (*N Engl J Med* 2007;356:1009 -19/*Circulation* 2007;115:1440 -55, *discussion* 1455). Bu endişeler güvenliği düzelmiş yeni stentlerin geliştirilmesine yol açmıştır, sonuçta DES kullanımı yeniden canlanmış; bununla birlikte 2010'da kullanım oranı %75 olup 2005'dekinin altında kalmıştır (*Clin Pharmacol Ther* 2009;85:474-80).



1990'ların sonunda, çok sayıda önklinik çalışma bildirilmiş, makrolid antibiyotik sirolimus (geçmişte *rapamisin* denen), sitokin, lenfosit ve düz kas hücrelerinin *growth-factor* aracılı proliferasyonunu inhibe edebilen ve sonuçta neointimal proliferasyonu azaltan ve organ reddini de önleyen immunosüpresan olarak kullanımı onaylanmıştır (*Circulation* 2001; 104:852-5). Buna rağmen, sirolimusun neointimal proliferasyonu inhibe etmesi için ilacın gerekli olan koşul lokal olarak uygun ve sürekli konsantrasyonda verilmesine bağlı sorunlar halen devam etmektedir. Oral yolla ve teslim etme balonu kullanarak ilacın lokal verilmesinin yetersizliği ilaç kaplı koroner stentlerin gelişimin yol açmıştır.

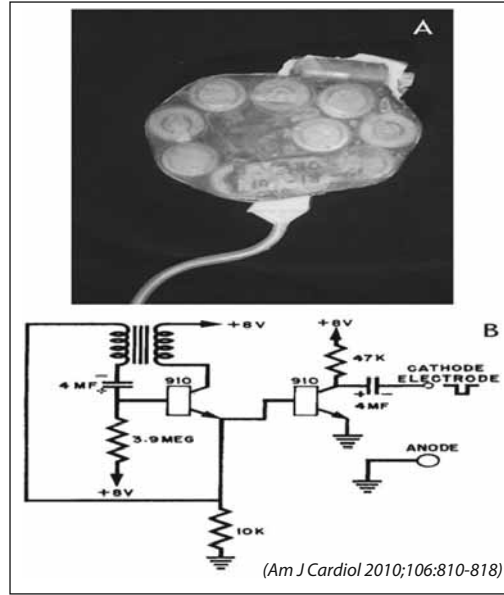
İlk insan DES implantı, 1999 aralık ayında, Sao Paulo J. *Eduardo Sauso* tarafından yapılmıştır, toplam 45 hastanın alındığı ilk 2 çalışmada 12 ay takipte çok az stent-içi neointimal proliferasyon bildirilmiştir (*Circulation* 2001;103:192-5./ *Eur Heart J* 2001;22:2125-30). Bu araştırma paslanmaz çelik Cypher SES'in (Cordis, Warren, New Jersey) ticari lansmanı ile sonuçlanmıştır.

#### Elektriki Tedaviler<sup>4, 5</sup>:

6 Haziran 1960'da Buffalo, New York, Amerika Birleşik Devletlerinde Dr. William Chardack atriyoventriküler tam bloklu 77 yaşındaki erkek hastada, elektrik mühendisi ve mucit Wilson Greathbatch'ın yaptığı Kalp pili (Şekil 5) ile insanda ilk Kalp pili implantasyonunu başarıyla yapmış, hastanın hayatını 18 ay uzatmıştır (*Am J Cardiol* 2010;106: 810-818). İlk kalp pilleri tek odacıklı ve sabit hızlı ve çiktılı idi.

- İmplant edilebilen Kardiyoverter Defibrilatör fikiri 1960'ların sonunda Dr. *Michel Mirowski* tarafından arkadaşı, meslektaşı ve danışmanı Dr. Harry Hellerin tekrarlayan ventriküler aritmilerden talihiz ölümü sonucunda oluşturulmuştur. İlk modellerde ventriküler aritminin bulunması için sağ ventrikül kateterine basınç algılayıcıları takılmıştır. Defibrilasyon enerjisi subkutan elektrod ve sağ ventrikül kateteri elektrodu veya çift elektrodlu tek kablo arasında verilmiş, iletilmiştir. Cihaz araştırma muafiyeti (IDE) 1979 FDA tarafından onaylanmıştır. İmplant edilebilen Defibrilatörün insanda ilk implantasyonu 4 Şubat 1980'de Johns Hopkins Hastanesinde gerçekleştirilmiştir.

Kardiyak resenkronizasyon tedavisi ilkkez 25-30 yıl önce tanımlanmıştır, 1983'de 7'ci *Cardiac Pacing* dünya sempozyumunda; de *Teresa et al.* Aort kapak replasmanına giden sol dal bloklu 4 hastalık bir seriyi tarif etmiş yerleştirilmiş epikardiyal SV kablosu ve sağ atriyal kablo iki odacıklı kalp pilinin ventriküler girişine bağlanmış. Atriyo-ventriküler gecikme süresi doğal ileti ve SV'ye verilen uyarı arasında fuzyon sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Anjiyosintigrafide EF %25 yükselmiş, dissenkroni düzelmiştir. 1980'ler ve 1990'ların başında dal bloğu veya uyarı vermeden genişlemiş QRS ile anjiyosintigrafi ve ekokardiyografide dissenkron kontraksiyonlar gösterilmiştir. *Burkoff ve ark.* 8 köpekte epikardiyal atriyum, SV apeks, SV ve sağ ventrikül serbest duvarları, ve endokardiyal sağ ventrikül apeksi dahil birçok yeri uyarmıştır; SV basıncı atriyal uyarı verme ile en yüksek sağ ventrikül serbest duvarına uyarı verme ile en düşük bulunmuştur. QRS genişliği sol ventrikül basıncı ile negatif korelasyon göstermiştir. *Park ve ark.* Köpeklerde Sağ ventriküle uyarı vermiş ve sol ventrikül sistol sonu basınç-volum ilişkisinin sağa doğru değiştiğini göstermiş, QRS genişliğinin



**Şekil 5.** En eski Chardack-Greatbatch kalp pilinin tasarımı. **(A)** İnsana implante edilen ikinci kalp pili. Cihazın kütlesi birbirine seri olarak bağlanmış 10 civa çinko pil ihtiva etmektedir. **(B)** Chardack-Greatbatch kalp pilinin içindeki basit fakat mükemmel devre sisteminin çizimi.

artması daha kötü pompa fonksiyonunu işaret etmiştir. *Lattuca ve ark.* İlk biventriküler uyarı verme deneyimini bildirmiştir. Üç köpekte sağ ventrikül, SV ve her ikisi uyarılmıştır. Her iki ventriküle uyarı verildiğinde QRS süresi, kalp debisi, aort basıncı ve sağ atriyal basınçta belirgin düzelme görülmüştür.

1990'ların başına gelinceye kadar insanda, kalp yetersizliği için uyarı verme tedavisi ile ilgili daha ileri deney yapılmamıştır. İlk çaba kalp yetersizliği için AV zamanlamasının senkronizasyonuna odaklanmıştır. AV ardışık uyarı vermenin faydası bazı çalışmalarda gösterilse de diğer bazı çalışmalarda KY'nin klinik ve hemodinamik sonuçları kötüleştirdiği gösterilmiştir.

- Kalp yetersizliğinde ilk CRT bildirisi 1994'te yapılmıştır (*Caqeau ve ark.*). Alkolün neden olduğu dilate kardiyomiyopati sol dal bloğu, uzamış PR aralığı (200 msan) bulunan, maksimal medikal tedaviye rağmen klinik olarak bozulan NYHA sınıf IV konjestif semptomlu KY'li bir tek hastada. M-mod ekokardiyografi ile septal ve posteriyor duvar kontraksiyonu arasında anlamlı gecikme gösterilmiştir.
- Bu ileti anormalliğini düzeltmek için yazarlar dört- boşluğa kalp pili implante etmiştir; transvenöz sağ atriyal, sağ ventriküler ve sol atriyal kablolar ek olarak epikardiyal SV

kablosu yerleştirilmiştir. İlginç olarak sol atriyal kablo distal koroner sinüse yerleştirilmiştir. İki atriyal kablo ve iki ventriküler kablo Y-uyumlu iki-odacıklı kalp piline bağlanmıştır. Hastanın pulmoner kapiller uç basıncı, kalp debisi ve QRS süresi akut olarak düzelmiştir. İmplantasyondan 6 hafta sonra hasta NYHA II semptom göstermiştir, yazarlar resenkronizasyonun kısa dönemde faydalı olduğunu öngörmüştür. Bu çalışma ile başlayan diğer ilk çalışmalar epikardiyal kablo yerleştirilmesi ile ilgili olmuştur.

- 1998'de *Daubert ve ark.* ilk defa koroner sinüs dalının içine SV kablosunu transvenöz yolla sokmuştur. 2001'de FDA (food drug administration) *Medtronic InSync* Biventriküler kalp pilinin konjestif kalp yetersizliğinin tedavisinde onaylamıştır. En son çalışmada mortalite faydası gösterilmiştir, ve AHA/ACC kılavuzları EF  $\leq$ 35, sinüs ritminde, interventriküler dissenkroni ve QRS genişliği  $>120$  msan olan ve optimal tedaviye rağmen NYHA sınıf III veya IV semptomlu KY hastalarında CRT implantasyonunu (sınıf I) tavsiye etmiştir. CRT Defibrilatörlerin içine katılmıştır, bu şekilde bu cihazların tedavi edici potansiyeli yükselmiştir.
- Kardiyak resenkronizasyon tedavisi, ilk tanımlandığı 1990'ların başından beri kalp yetersizliği tedavisinde etkin yeni tedavi stratejisi olarak sunulmuştur. Bir çok çalışmada QRS kompleksi uzamış ( $>120$  ms) ve medikal tedaviye rağmen orta-ağır kalp yetersizliği semptomları bulunan sistolik sol ventrikül disfonksiyonunda kullanılmıştır; egzersiz performansını artırmış, semptomları düzeltmiş ve yaşam kalitesini artırmıştır. Progressif konjestif kalp yetersizliği ile elektriki dissenkroni (özellikle komplet sol dal bloğu) progressif olarak koordine olmayan ve etkisiz sol ventrikül kontraksiyonuna neden olur (mekanik dissenkroni), uzamış AV ileti ile hemodinami daha fazla kötüleşir ve sol atriyumun sol ventrikül dolumundaki katkısının suboptimal olmasına yol açar. Atriyobiventriküler elektromekanik senkroninin ventriküler birçok yere uyarı vererek düzeltilmesi CRT'nin altında yatan esas fikirdir. Tipik olarak CRT cihazının implante edilen 3 kablosu bulunur (standart sağ atriyal ve sağ ventriküler kablolar, koroner sinüse dökülen lateral vene yönlendirilen ilave kablo).

### Mitral darlığında Perkutan Mitral Balon Valvuloplasti<sup>6</sup>:

Cutler valvotom kullanarak kısmi kapak kesisi yapmıştır ve Souttar parmak kullanarak transaurikular dilatasyon yapmıştır. Her ikisinin kötü sonuçlarından sonra 1948'de mitral darlığının başarılı kapalı cerrahisi bildirilmiştir. Bu fikir 1920'lerde başarısız girişimlerden sonra *Lauder Brunton* tarafından ortaya atılmıştır. 1948'de *Harken ve ark.* İlk başarılı cerrahi kommisurotomiyi yapmıştır. Cerrahi teknik parmak kullanmaktan (Souttar) bıçak kullanmaya gelişmiş, sonunda kaynaşmış kommisürleri ayırmak için *Tubb'ın dilatörü* kullanılmıştır.

- Kalp cerrahisi *Kanji Innoue*, balon kater kullanılması başta sadece mantıklı idi, 1982 haziranında perkutan sokulan kateter ile balon kullanarak ilk başarılı mitral balon valvuloplastiyi (PMBV) yaptı. Sonra, Innoue yapışmış mitral kommisürleri ayırmak için kateter sistemini geliştirmiştir. Innoue balon, latex tabakaları arasında sandviç yapılmış naylon örgüden yapılmıştır, balon hastanın boyuna göre 26, 28, 30 mm üç büyüklükte sağlanabilmektedir.

- Daha sonra kullanımının ve deneyimlerin artışı ile semptomatik, ciddi mitral darlığında tercih edilen girişim durumuna gelmiştir.

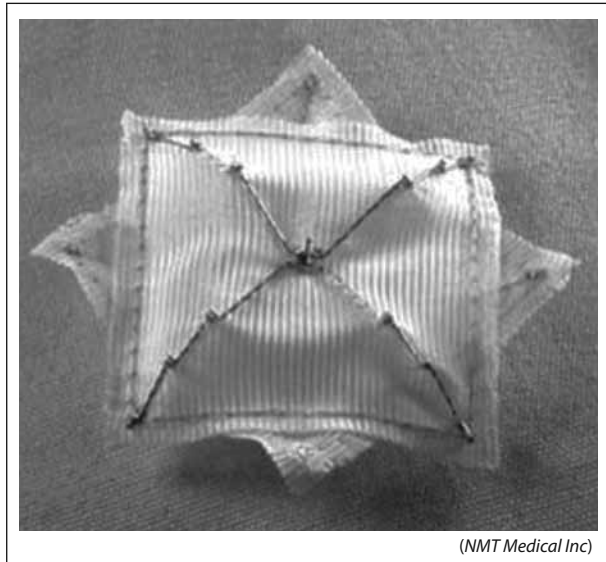
### ASD de Kalp defekti kapatma cihazları<sup>7</sup>:

İnsanın kardiyovasküler sisteminde uzun süre sessiz kaldıktan sonra bile problemlere sebep olan küçük defektler bulunabilir. Bunların çoğu doğum defektleri patent foramen ovaledir (PFO). Oysa ki ventriküler septal defektler miyokard infarktüsü sonucunda da olabilir. Küçük geçiş hemodinamik olarak anlamlı ve semptomlara sebep oluyorsa genellikle kapatılmalıdır. Günümüzde geliştirilen çok küçük cihazlar ile kateter kapatma teknolojisi cerrahi kapatmaya alternatif olmuştur.

- 1990'lar sırasında birçok PFO tıkayıcısı geliştirilmiştir. Örneğin; *Angel Wings* ve *Clamshell* cihazları. Fakat bunların teknolojisi rölatif olarak fazla basit ve ilkeldi. Günümüzde piyasada iyi kurulmuş PFO kapatma cihazları bulunmaktadır: *the PFO Star*, *Cardioseal/Starflex*, *BioSTAR* ve *Amplatzer PFO occluder* (Şekil 6, Şekil 7, Şekil 8).
- The Amplatzer PFO occluder (AGA, Medical of Polymouth, MN), Nitinol tel örgü merkezlerinden birleştirilmiş iki diskin içine dokunmuştur, Bölüm 3'de gösterildiği gibi ezilmiş kum saatine çok benzer (Şekil 8).

### Aort darlığında Transkateter Aort Kapak İmplantasyonu<sup>8</sup>:

Semptomatik aort sternozunun “*altın standart tedavisi*” aort kapak replasmanıdır, sağkalımı artırdığı kanıtlanmıştır. Açık kalp cerrahisinin riskinden dolayı, 1985'de aortik balon valvuloplasti, 2002'de perkutan kalp kapağı implantasyonu gibi alternatif tedaviler geliştirilmiştir.



(NMT Medical Inc)

Şekil 6. CardioSEAL/STARflex.



Şekil 7. The PFO Star cihazı.



Şekil 8. Amplatzer PFO Occluder.

*Euro Heart Survey*'de valvular hastalık kayıtlarında; kalp kapak hastalarının sıklıkla beklenenin altında tedavi edildikleri bildirilmiştir; ciddi aort darlığı bulunan semptomatik hastaların yaklaşık 1/3'ü yaş, SV disfonksiyonu ve komorbidler sebebiyle cerrahi tedaviye gitmemiştir (*Eur Heart J.* 2003;24:1231–1243).

1990'ların başında bazı merkezlerde (Alain Cribier) non-cerrahi kalsifik aort darlığı hastalarının potansiyel tedavisi olarak kateter ile kapak replasmanı fikri ortaya çıkmıştır (*Lancet.* 1986;1:63–67), bu yöntemle balon valvuloplasti sonrası gelişen restenoz ekarte edilmiştir.

1994'de, aort stenozlu insan kadavralarında kalsifik ve fibrotik aort anulusuna balon ile genişleyebilen stentin sıkıca tutturulabilirliği kanıtlanmıştır (Cribier A). Bu çalışma optimal stent uzunluğu ve çapı ile ilgili ilk verileri sağlamıştır. 5 yıl sonra PVT'nin (Percutaneous Valve Technologies, Fort Lee, New Jersey) yaradılışı ile PVT'nin prototipi geliştirilmiş ve koyun modelde test edilmiştir (*Euro Intervention* 2006;1:438–444).

İnsanda ilk Cribier A ve grubu ile perkutan aort kapak implantı balon ile genişleyebilen paslanmaz çelik stent içinde sığır biyoprotezi kullanarak Nisan 2002'de yapılmıştır (*Circulation* 2002;106:3006–3008). Maharet ile kullanılan insan implantasyonlarının ilk serileri oluşmuştur (*J Am Coll Cardiol.* 2004;43:698–703/*Am Coll Cardiol* 2006;47:1214–1223).

2004'de PVT'nin Edwards Life-Sciences ile kazancından sonra kapağın daha ileri modifikasyonu (Cribier-Edwards (Şekil 9) ve Edwards-Sapien Percutaneous Heart valve) ve implantasyon cihazları çok merkezli Avrupa ve Amerika Birleşik Devletlerdeki çalışmalarda öne çıkmıştır (*J Interv Cardiol.* 2003;16:515–521).



**Şekil 9.** Cribier–Edwards biyoprotezi. Stentlenmiş kapağın yandan görünüşü.

2004'de diğer kapak cihazı geliştirilmiştir, The CoreValve PHV, kendi-genişleyen domuz biyoprotezi nitinol stent içine monte edilmiştir (*Catheter Cardiovasc Interv* 2005;66:465-469). İki sistem (*Edwards-Sapien, Edwards Life-Sciences Inc.; CoreValve Revalving sistem, Medtronic Inc*) Avrupa'da yaygın kullanılmaktadır.

### **Hipertrofik kardiyomiyopati Alkol Ablasyonu<sup>9</sup>:**

SV hipertrofisinde (hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopati [HOK]) asemptomatik hastalarda genellikle ilaç tedavisi (verapamil, diltiazem) gerekmez. Ancak, hasta semptomatik duruma gelince veya SV hipertrofisi ciddi olduğunda tedavi indikedir, medikal tedaviye refrakterlik genellikle hastalığın progresyonunu gösterir, bu hastalarda alkol ablasyonu, cerrahi septal miyektomi ve iki-odacıklı kalp pili indikedir.

1995'de Sigwart, küçük miktarda saf alkolü LAD'nin birinci septal dalına infüze ederek yeni cerrahi olmayan interventriküler septumu, azaltma tedavisini tanıtmıştır (*Lancet*. 1995;346:211-214). Bu teknik çok tutularak son birkaç yılda hızla yayılmıştır. Bu teknik HOK'ta birinci sırada tedavi kabul edilmiş ve cerrahi tedavi, komorbidleri (organik mitral regürjitasyonu veya koroner bypass greft gereken ağır koroner arter hastalığı) bulunan hastalara saklanmıştır.

### **Kaynaklar:**

1. Watson S, Gorski KA (Edt). Invasive cardiology: Manual For Cath Lab Personel. Jones & Barlett Learning, 2011P. 143, 211, 227.
2. Garg S, Serruys PW. Coronary Stents Current Status. JACC 2010 ; 56/Suppl S: 1- 42.
3. Ruygrok, PN, Serruys PW. Intracoronary Stenting From Concept to Custom. Circulation Volume 94(5):882-890 1996.
4. Hiroko Beck, William E. Boden, Sushmitha Patibandla, Dmitriy Kireyev, Vipul Gupta, Franklin Campagna, Michael E. Cain, Joseph E. Marine. 50th Anniversary of the First Successful Permanent Pacemaker Implantation in United States: Historical Review and Future Directions. Am J Cardiol 2010;106:810-818.
5. Behzad Pavri and Arthur M. Feldman. Cardiac Resynchronization Therapy Feldman AM (Edt) Heart Failure: Device Management. Wiley Blackwell John Wiley & Sons, Ltd. Publication, p. 1-18 2010.
6. Jui Sung Hung and Kean-Wah Lau. Inoue Balloon Mitral Valvuloplasty. N. Nguyen T., Colombo A. Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology Tips and Tricks. Blackwell Publ. P. 453-489, 2008.
7. Watson S. Cardiac defect closure device. Sandy W., Gorski KA. Invasive Cardiology. Jones Barlett Learning , P. 257- 265, 2011
8. Eltchaninoff H, Cribier A. Transcatheter Aortic Valve Implantation. Meier B (Edt). Current Best Practice in Interventional Cardiology, Wiley& Blackwell. John Wiley & Sons, Ltd., Publication 2010, P. 69- 81.
9. Hess OM, Streit S. Alcohol Ablation of Hypertrophic Cardiomyopathy. Meier B (Edt) Current Best Practice in Interventional Cardiology, Wiley& Blackwell. John Wiley & Sons, Ltd., Publication 2010 p. 117-129.

## BÖLÜM 1

# TANI AMAÇLI PERKUTAN İNVAZİF KARDİYAK GİRİŞİMLER

### Başlarken:

20. yüzyılın ikinci yarısında giderek hızlanan gelişmelerin ışığında invazif kardiyojinin kapsadığı tanı ve tedavi yöntemleri ilgili kılavuzlara uygun olarak **doğru ve deneyimli ellerde**, yerinde kullanıldığında aynı amaca yönelik invazif- olmayan yöntemlerden; etkinlik, emniyet ve doğruluk açısından daha üstündür. Ancak bu olumlu etkilerin en büyük dezavantajı evrensel tavsiyelere uyulmadığında oluşan ve hemen kaybolan faydası ile girişimin klinik etkinliğini azaltan zararlarıdır, yöntemin fayda zarar aralığı dardır. Dolayısı ile invazif girişimlerin uygulanmasında primer prensip; girişimin doğru ellerde, bilimsel kanıt ve tavsiyelerin kılavuzluğunda kullanılmasıdır.

Röntgen ışını ve cihazının bulunuşu, invazif kardiyojinin temeli ve olmazsa olmazıdır. 1895’de *Wilhelm Conrad Röntgen* laboratuvarında çalışırken acayip bir fenomenin farkına varmış, elektriğin düşük basınçlı gaz içinden iletilmesini araştırırken ve pozitif elektrodan yayılan görünmeyen ışını keşfetmiş ve bu ışınların fotoğraf levhasını kararttığını bulmuştur. Bu ışınlar doğası bilinmediğinden X-ışınları (*X-ray*) denmiştir. Bu yıldan sonra WC Röntgen ilk kez tanısal amaçlı röntgen ışını kullanarak karısının elinin radyografisini almıştır. 1991’de Röntgene bu buluşundan dolayı Nobel Fizik ödülü verilmiştir.

Röntgen ışınının keşfinden yaklaşık yarım asır sonra, 1929’da *Werner Frosman* ilk kez kalp kateterizasyonunu, üreter kateterini kendi antekübital venini keserek (cut down) kendi sağ atriyumuna sokarak yapmış ve göğüs röntgeni alınarak kalbinin içindeki kateterin pozisyonu gösterilmiştir. 1930’larda sağ kalp kateterizasyonu hızla önemli tanı yöntemi durumuna gelmiştir.

20’ci yüzyılda röntgen ışını teknolojisinde önemli gelişmeler olmuştur; İkinci-dünya savaşı; katod ışın tüpü (televizyon) ve görüntü-güçlendiricinin (image amplification) gelişmesini getirmiştir. Bundan önce görüntü floresan ekranda görülürdü, izleyici yüksek radyasyon dozuna maruz kalırdı. Görüntü kalitesi çok kötü idi ve muayene karanlık odada yapılırdı, operatörün karanlığa önceden adapte olabilmesi için 30 dakika koyu kırmızı gözlük takması gerekiyordu. İkinci dönüm noktası ise hastadan anında elde edilen büyük bilgi hacmini hızla işleyen gelişmiş, komplike bilgisayarların geliştirilmesi olmuştur. Bu gelişmeler dijital görüntünün oluşmasını ve elde edilmesini kolaylaştırmıştır.

1950’ler sırasında ise ilk görüntü güçlendirici ve sineanjiyografinin geliştirilmesi ile röntgen ışını cihazı günümüz teknolojisine kadar gelişmiştir. Daha sonraki yıllarda cihaz daha da geliştirilerek görüntü çerçeve hızı (kare hızı) saniyede 100’e kadar çıkarılmış ve böylece dinamik yapılar görüntülenebilmiştir.



Modern invazif ve girişimsel kardiyoloji *Mason Sones* tarafından 1958’de brakiyal arterin cerrahi *cut down tekniği* ile arteriyel girişim sağlanması sonucunda elektif olarak yapılan koroner anjiyogram ile başlamıştır. 1960’ların sonunda ise Seldinger yönteminin uygulanması ve geliştirilen önceden şekillendirilmiş kateterlerin kullanılmaya başlanması ile femoral yaklaşım tercih edilen metod olmuştur. 1967 ise *Judkins* femoral arterden kullanılan kateteri geliştirmiştir.

Koroner anjiyografinin pratik olarak kullanılması 1950’lerde *Dr. Sones* tarafından geliştirilmiştir; brakiyal artere direk olarak cerrahi cut-down tekniği ile girmiştir (*Sones tekniği*); Sones selektif sol sağ koroner arteriografi ve de sol ventrikülografi için yan delikli tek kateter kullanmıştır. Günümüzde en sık kullanılan perkutan damar girişi tekniğine Seldinger *tekniği* denmektedir; bu teknikte iğne, tel ve plastik kılıf kullanılmaktadır. Koroner anjiyografi ise *Judkins* tarafından tekrar tanımlanmıştır, femoral yolla girilen koroner anjiyografi kateterlerinin *Judkins eğriliklerini* icat etmiştir, Judkinsin iki temel kateter eğriliği sol 4 (JL4) ve sağ 4 (JR4)’dir.

1989’da *Campeau* tarafından uygulanan radyal arter yaklaşımında (girişimi) ilgili vasküler komplikasyon oranı femoral yaklaşıma göre daha düşük bulunması ile bu yöntem giderek popülerite kazanmıştır, günümüzde PKG uygulamalarında öncelikli giriş yolu olmuştur.

## 1.1. KALP KATETERİZASYONU

Prof. Dr. Rasim Enar

### Genel Bakış

Kalp kateterizasyonu periferik arter veya vene yerleştirilen kılıftan geçilerek floroskopik yönlendirme ile kalbin içine kateter sokulmasıdır. Sol kalp kateterizasyonu sol ventriküle kontrast injeksiyonu (sol ventrikülografi) ve sol ve sağ koroner arterlere ayrı ayrı kontrast injeksiyonu ile selektif koroner anjiyografiyi de kapsamakta, SV ve aortadan basınçlar da ölçülmektedir. Sağ kalp kateterizasyonu ise sağ kalp boşluklarından geçilerek pulmoner dolaşıma kateterin geçirilmesi ve hemodinamik bulguların sağlanmasıdır. Hemodinamik bulguların bazılarının değerlendirilmesi ve yorumu tahmine dayandığından, bunlar her zaman diğer tanı yöntemleri ile sağlanan bilgiler ve hastanın klinik durumu ile birlikte yorumlanmalıdır.

Tanısal kalp kateterizasyon işlemi sol kalp kateterizasyonu (SKK), sağ kalp kateterizasyonu (SĞKK) veya her ikisinden oluşmuştur. Sağ kalp kateterizasyonunda venöz sistem yolu ile sağ kalp ve pulmoner sisteme ulaşılır. SĞKK'nin en önemli hedefi sağ kalp boşlukları ve pulmoner arterin, en sonunda pulmoner arter uç basıncının ölçümleridir. Bunlar sol ventrikül hemodinamisinin durumu ve fonksiyonları hakkında önemli ipuçları sağlar.

1970'lerde Swan ve Ganz balon ile yüzdürülerek kalbin sağ tarafına ve pulmoner artere ulaşmayı kolaylaştıran ucu balonlu bir kateter geliştirmişlerdir (*Swan-Ganz kateteri*), bu kateter bugün basınç ve volum ölçümünde en sık kullanılan kateterdir, basınç ölçümlerinin yanında bu kateter sağ kalp ve pulmoner yapıları anjiyografisinde de kullanılmaktadır. SKK arteriyel sistemden retrograd çıkan aorta ve sol ventriküle ulaşılması ile gerçekleştirilmektedir. SKK koroner arterler (anjiyografi) ve sol ventrikülün görüntülenmesi (ventrikülografi) için de kullanılmaktadır. Günümüzde SKK'nin primer indikasyonu koroner akımı engelleyen aterosklerozun ve sol ventrikül fonksiyonunun değerlendirilmesidir.

### Kalp Kateterizasyonunun Temel İndikasyonları:

Gelişmiş non-invazif tanı yöntemlerinin yüksek tanısal doğruluk oranı ve pratikte kolay uygulanabilirliğinden dolayı (ayaktan), günümüzde tanı amaçlı kalp kateterizasyonu bunların yetersiz kaldığı durumlarda kullanılmaktadır:

1. FM ve noninvaziv tanı yöntemleri ile şüpheli kalp hastalığı varlığının kanıtlanamaması veya ekarte edilememesi durumunda, tam kalp kateterizasyonuna gidilmelidir (sol, sağ ve anjiyografi ile).
2. Hastada klinik tablo ve noninvaziv bulgular örtüşmüyorsa; mevcut klinik tablonun aydınlatılması için tam kalp kateterizasyonuna gidilir.
3. Açık kalp ameliyatına gidecek hastalarda (>50 yaşındaki, ASD, biküspid aort kapak, aort koarktasyonu) gibi; mevcut patolojiye ilave (genellikle <50 yaşındaki hastalarda) koroner anomali ve patolojilerin araştırılması için başta koroner anjiyografi ve sol, sağ kalp kateterizasyonu düşünülmelidir.

4. Göğüs kafesi deformitesi ve KOAH'da ekokardiyografinin tanısal değeri azalacağından, bedensel engellilerde miyokardiyal perfüzyon sintigrafisi ve egzersiz testi yapılamayacağından, invazif tanı yöntemleri düşünülmelidir.

### İşlemin Prensipleri:

Kalp kateterizasyonunun primer prensibi; hastanın periferik arter veya venine (çoğunlukla femoral damarlar) yerleştirilen plastik- kılıftan geçirilerek damara sokulan kateterlerin floroskopi altında yönlendirilerek sağ ve sol kalp boşlukları ve damarlarının içine sokulması ile çeşitli tanı amaçlı işlemlerin yapılmasıdır.

Geleneksel olarak kalp kateterizasyonu, sağ ve sol kalp kateterizasyonu ile (kontrindikasyonu bulunmaması durumunda) bunların tamamlayıcısı olarak kontrast madde verilerek yapılan anjiyografi (koroner anjiyografi, sol ventrikülografi ve aortografi) işlemlerini ihtiva etmektedir.

### Kateterizasyon Laboratuvarı ve Donanımı:

Kalp kateterizasyonu için her şeyden önce tam donanımlı bir kateterizasyon laboratuvarının ve deneyimli bir kateterizasyon ekibinin bulunması gerekir. Genellikle girişimi yapacak ekipte invazif kardiolog dışında diğer ekip elemanlarının da (hemşire ve teknisyen) deneyimli olması istenmektedir (Tablo 1).

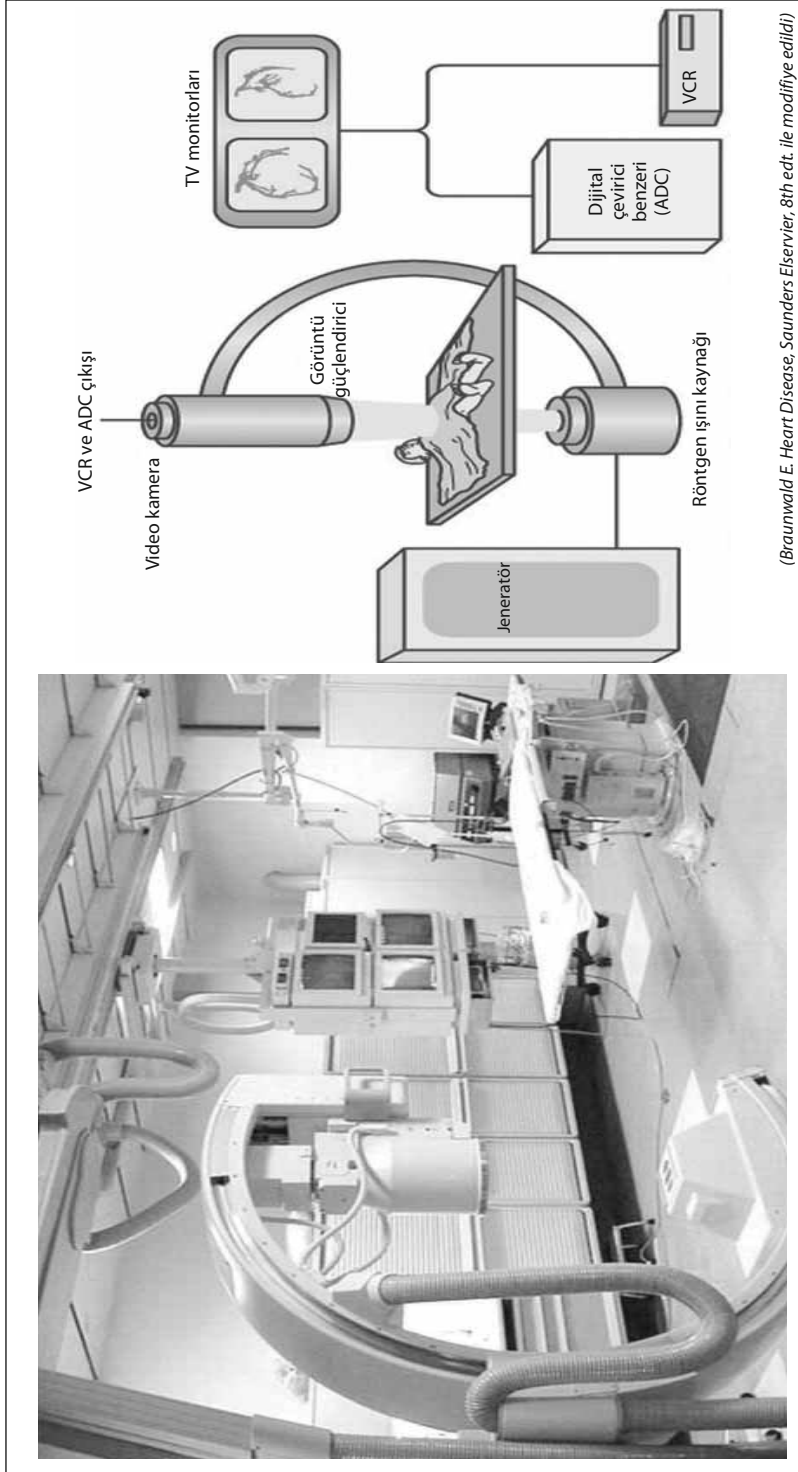
- Örneğin; akut STEMI'de PKG işleminde bireysel beceri için, yılda 75 PKG'den fazla, yüksek-volume merkezin tecrübeli personeli için, yılda 200'den, kurum için yılda >400'den fazla PKG yapılması gerekmektedir (AHA 2004).

Anjiyografik koroner görüntülemenin temel prensibi, röntgen ışını tüpü ile meydana getirilen radyasyon, vucuttan geçerken zayıflar ve koroner artere injekte edilen kontrast boyanın röntgen ışını altında esmerleşmesi ile oluşan koroner arter görüntüsü görüntü güçlendirici ile ortaya çıkarılır (Şekil 1).

**TABLO 1.** AHA/ACC kılavuzu minimum emniyetli olgu volumu yükü tavsiyeleri

| Laboratuvarın minimum olgu yükü                                                                                                                                                               | Doktorun bireysel minimum olgu yükü                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erişkin kateterizasyon laboratuvarı:<br/>Yılda en az 300 olgu.</li> <li>• Pediatrik kateterizasyon laboratuvarı:<br/>Yılda en az 150 olgu</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erişkin tanı amaçlı kateterizasyon:<br/>Yılda en az 150 olgu.</li> <li>• Erişkin girişimsel işlem:<br/>Yılda en az 50 olgu.</li> <li>• Pediatrik kateterizasyon:<br/>Yılda en az 50 olgu.</li> <li>• Elektrofizyoloji:<br/>Yılda en az 100 olgu.</li> </ul> |

(JACC 1998;31:722-743)



(Braunwald E. Heart Disease, Saunders Elsevier, 8th ed. ile modifiye edildi)

**ŞEKİL 1. (Solda)** Semi-steril kateterizasyon odası: Hastanın yattığı hareketli (öne-arkaya, sağa-sola) masa, Röntgen ışını kaynağı ve Sine-anjiyografi kayıt cihazının bulunduğu 180° derece dönebilen C-kolu, Monitörler ve çeşitli infüzyonların (heparinli SF, kontrast boya gibi) asıldığı askılar. **(Sağda)** Şematik sineanjiyografi donanımı: En önemli komponentleri; Jeneratör, C-koluna takılmış görüntü güçlendirici, optik sistem, Video kamera, Video kaset kaydedici (VCR), dijital çevirici (digital converter) benzeri (ADC) ve televizyon monitorları. Röntgen ışını tüpü hastanın içinden yukarıya doğru geçen Röntgen ışın kaynağıdır.

Kalp kateterizasyonunu ve ek işlemlerin eksiksiz olarak gerçekleştirilebilmesi için yarı-steril bir oda olan kateterizasyon laboratuvarında bulunması gereken major donanımlar:

- (1) hastanın yattığı hareketli (öne-geriye, yukarı-aşağı, sola-sağa) masa,
- (2) film ve kayıt kamerası yerleştirilmiş 90 derece döner başlıklı röntgen cihazı,
- (3) anjiyografi ve intra kardiyak basınçlar ile EKG kaydı ve takibinin eş zamanlı ve geriye dönük yapıldığı monitörler,
- (4) ek olarak da röntgen ışınlarının çevreye yayılımını önleyen çepeçevre yerleştirilmiş kurşun levhalar.

Yukarıdaki temel ve demirbaş olarak nitelendirilen donanımların dışında kateterizasyon laboratuvarı klinik olarak her zaman dinamik bir ortamdır; dolayısıyla buraya gelen veya işlem sırasında gelişen tüm akut hemodinamik ve elektriki kardiyak acillere müdahale edilebilmelidir; gerektiğinde acil CPR koşullarının sağlanabilmesi için gerekli malzemeleri, kalp-akciğer canlandırmasına (defibrilatör, entübasyon için gerekli malzemeler, oksijen tüpü ve kardiyak arrest ve aritmi tedavisinde kullanılan ilaçlar gibi) hazır bulundurulmalıdır.

#### **Kateterizasyon ekibi:**

Standart olarak kateterizasyon odasındaki cihazlardan sorumlu deneyimli bir teknisyen, girişim ile ilgili malzemelerden sorumlu ve gerektiğinde operatöre yardımcı olan en az iki hemşire ve girişimi yapacak bir kardiyologtan ibarettir.

Kateterizasyon laboratuvarı ekibi vucut ve boyun için radyasyon izleme rozetleri ile donatılmalıdır ve ekip laboratuvarında bulunulduğu müddet bunlar takılmalıdır. Bu rozetler çalışanların bireysel radyasyon miktarını değerlendirmek için ayda bir kontrol edilmelidir. Hastanın işlem sırasında aldığı doz da en aza indirilmeye çalışılmalıdır.

#### **Hastanın aldığı radyasyon dozunun azaltılması:**

Kateter laboratuvarında çalışma prensibinin önemli “*olmazsa olmazı*” hastanın, operatörün ve yardımcı sağlık ekibinin radyasyona maruz kalma süresi ve toplam radyasyon dozunun en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınmasıdır (Tablo 2); bunun için uygulanması gereken standart uygulamalar:

- Monitör ve görüntü alma zamanı en aza indirilmeli
- Röntgen tüpü ve görüntü güçlendirici arasındaki mesafe en düşük uzaklıkta tutulmalı.
- Radyasyonlanan alanı en aza indirmek için koruyucu yönlendirici ve levha kullanılmalı.
- Mümkünse daha düşük büyütme kullanılmalı.
- Yeterli görüntü sağlamak için en düşük sayıda Resim/saniye kullanılmalı.
- Uzamış işlemler için, güçlendirici düzenli olarak birkaç derece hareket ettirilerek, olası deri yanıkları en aza indirilebilir.

#### **Operatörün radyasyon dozu:**

Kurşun gömlek ve yaka giyilmelidir. Kurşun gömlek masanın altına kadar inmelidir. Mobil kurşun perde operatör ve radyasyon kaynağı arasına kadar ulaşabilmelidir. Perde ve görüntü alma zamanlarının azaltılması ile röntgen ışını ile temas en aza indirilebilir.

**TABLO 2.** Operatörün ve de hastanın prosedür ile ilgili radyasyona maruz kalmasını azaltan stratejiler

**Hasta ve operatörün röntgen ışınına maruz kalmasını en aza indirmek için önlemler:**

- Görüntüleme sadece klinik bakımı desteklemek için gerektiğinde radyasyon kullanılmalı
- Sine kullanımını en aza indirmeli
- Röntgen ışınının doktora geliş açısı; dik açıdan en aza indirmeli
- Büyütme modelleri çok az kullanmalı
- Floroskopi ve Sine'nin kesit hızı en aza indirmeli
- Görüntü reseptörü hastaya yakın tutmalı
- Kolimasyon (yönlendirme) tüketimi mümkünse tam boyutta olmalı
- İşlem sırasında, hastanın risk-fayda dengesini değerlendirmek için radyasyon dozu anında izlenmeli.

**Özellikle operatörün röntgen ışınına maruz kalmasını en aza indiren önlemler:**

- Uygun koruyucu giysiler (kurşun önlük, boyunluk, omuzluk, gözlük, korunma kalkanı) sürekli kullanılmalı.
- Röntgen ışınından hastaya, operatöre kadar olan uzaklık mümkün olduğunca artırılmalı.
- Masa-üstü ve masa-altı koruyucuları her zaman optimal pozisyonda tutulmalı.
- Tüm vucut bölümleri her zaman görüntü alanın dışında tutulmalı.

**Özellikle hastanın maruz kalmasını en aza indirmek:**

- Masa operatörün rahat olacağı yükseklikte tutulmalı
- Sadece tek cilt bölgesinin ışına maruz kalışını en aza indirmek için görüntülemenin ışın açısı değiştirmeli.
- Hastanın ekstremiteleri ışından uzak tutulmalı.

(2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention JACC 2011 58;24)

Bazı projeksiyonlar (sol anteriyör oblik) daha fazla radyasyon yayar, operatör bundan haberdar olmalıdır. İnvazif kardiyoloğun dozu: 50 mSv (mili sievert) olarak hesaplanmıştır (yılda 150 iş gününde ve günde 4 girişim için). Şayet operatöre doğru kurşun önlük ve tiroid koruma-yakası giymişse hesaplanmış etkili doz: <5 mSv/yıl'dır. Müsaade edilen maksimum doz: 50 mSv/yıl.

## GİRİŞİMİN GENEL PRENSİPLERİ

### "Girişimin A, B, C, D'si"

#### Hasta ve İşlem:

Hasta kateter laboratuvarına alınmadan önce girişime engel olacak kontraindikasyonlar ve vital komorbiditeler, kullandığı ilaçlar ve kısa hastalık hikayesi alınmalı ve mevcut tetkikleri incelenmeli.

- Açlık kan şekeri, BUN, kreatinin, elektrolitler (özellikle sodyum, potasyum ve klor, diüretik kullananlarda magnezyum) ve tam kan sayımı (trombosit sayımı dahil), protrombin zamanı ve aPTT, warfarin alanlarda protrombin zamanı ve INR gibi hemostatik tetkikler için kan örneği alınır.
- İşlem öncesinden hasta en az 6-12 saat aç olmalıdır.
- Ön hazırlık sonrasında, hasta, üzerindeki tüm giysiler çıkartılarak ve damara giriş yeri dezenfektan ile temizlenip, tıraş edilip temizlendikten sonra kateter laboratuvarına alınır ve kateter masasına yatırılır.
- *Kalp Kateterizasyonu, arter veya vene yerleştirilen hemostatik plastik başlı kılıf ('sheath') içinden geçirilen kateterin floroskopik yönlendirme altında, kalbin içine sokularak kalp boşlukları ve damarlarında (kalpten çıkan büyük arterler ve koroner arterler) tanısal amaçlı yapılan işlemlerin tümünü kapsar.*

Özetle, kalp ve damar hastalığının varlığını ve ciddiyetini saptamak için kateter ile yapılan kalp ve damar içi işlemlerdir.

#### A. Hastanın hazırlanması:

##### **Premedikasyon:**

Hastaya gerekmedikçe pratik olarak girişim öncesinde ilaç verilmesi doğru değildir. Kurumlar laboratuvar ekibinin deneyimine göre özel protokol uygulayabilir; hiçbir premedikasyon yapılmayabilir veya her hastaya işlemlerden bir saat önce diazepam (oral 10 mg) veya difenhidramin (oral 25 mg) gibi sedasyon sağlayan ilaçlar verilebilir (Tablo 3).

Kontrast maddeye karşı bilinen alerjisi olanlarda işlemden önceki 2 gün 8 saatte bir prednizon (oral 60 mg) veya alternatif olarak laboratuvarında işlem öncesinde 100 mg İV hidrokortizon verilebilir, takiben oral prednizon 8 saatte 60 mg ile 2 gün devam edilir. Farklı protokol de önerilebilir (PKG Kılavuz tavsiyeleri). Bu hastalar erken reaksiyonun bulguları açısından (göğüste kaşıntılı, kabarık kırmızı döküntüler veya solunum sıkıntısının bulguları) yakından takip edilmelidir.

##### **Bilinçli sedasyon:**

Her hasta sedasyondan önce, sedasyon sırasında ve sonrasında değerlendirilmelidir. Anksiyetenin azaltılması ve bilinçli sedasyon için örnek; fentanil 100 mcg, bilinç düzeyine göre titre edilir. Fentanilin etkilerini Narcan (naloksan) geri döndürür, kullanıma hazır tutulmalıdır (Tablo 3).

##### **Lokal anestezi:**

Lokal anestezi öncesinde, damara giriş yeri aseptik teknik ile hazırlanır; kıllar traşlanarak temizlenir, betadin- baticon gibi antiseptik solusyonlar ile silinir ve steril örtüler ile giriş yeri açıkta bırakılarak örtülür. Giriş yerinin lokal anestezisi ilk injeksiyonda kısa, ince iğne ile ciltaltına %1-%2 lidokain (veya diğer lokal anestetikler) injekte edilerek yapılır, daha uzun ve kalın iğne ile giriş damarının çevresindeki cilt ve ciltaltı dokular derin injeksiyonlar ile tam anestetize edilir. Yanlışlıkla arter ve vene (arter yerine vene, ven yerine artere) girilmediğinden emin olunmalıdır. Etkisini tam görmek için lokal anestetik, kılıfın sokulmasından 2-3 dakika önce verilmelidir.

**TABLO 3.** Prosedür ile ilgili Sedasyon ve Analjezide kullanılan Ajanlar

| İlaç                                | Klinik etkileri                            | Doz                                                                                | Etkisinin Başlaması | Etki Süresi | Uyarılar                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Midazolam</i>                    | Sedasyon, anksiyoliz, analjezi yok.        | Başta 0.5-1 mg İV. Sonra titre edilir.                                             | 2-3 dk.             | 45- 60 dk.  | Opiyatlar ile kombine kullanımda dozu azaltılmalı, parados olarak hastada heyecanlanma olabilir. Etkisi Flumazenil ile geri dönebilir.                                                                                |
| <i>Fentanyl</i>                     | Analjezi                                   | 50 mcg İV. Her 3 dk'da tekrar edilebilir, dozu etkisine göre titre edilir.         | 3-5 dk.             | 30- 60 dk.  | Benzodiazepinler ile kombine edildiğinde dozu azaltılmalı. Etkisi Naloksan ile geri döndürülür.                                                                                                                       |
| <i>Etomidate</i>                    | Sedasyon, anksiyoliz. Analjezi yok.        | Sedasyon: 0.1 mg/kg İV. Yetersiz cevapta dozu tekrarlanır.                         | <1 dk.              | 5-15 dk.    | Solumum depresyonu olabilir. Miyoklonus, bulantı, kusmaya sebep olabilir. Geri dönmeyen Adrenokortikal supresyon olur.                                                                                                |
| <i>Propofol</i>                     | Sedasyon, anksiyoliz. Analjezi yok.        | Yükleme 1 mg/kg. İV; sedasyonu artırmak ve uzatmak için 0.5 mg/kg doz eklenebilir. | <1 dk.              | 5-15 dk.    | Sık hipotansiyon ve solumum depresyonu. Yumurta ve soya allerjisi yasaklanmalı, etki geri dönüşlü değildir.                                                                                                           |
| <b>ETKİYİ GERİ DÖNDÜREN İLAÇLAR</b> |                                            |                                                                                    |                     |             |                                                                                                                                                                                                                       |
| <i>Naloxone</i>                     | Opiyoid ile ilgili etkileri geri döndürür  |                                                                                    | 2 dk.               | 20- 40 dk.  | Etkisi geri döndürülen ilaçtan daha kısadır, seri doz tekrarı gerekebilir.                                                                                                                                            |
| <i>Flumazenil</i>                   | Benzodiazepinlerin etkisini geri döndürücü | 0.2 mg/kg İV; 1 mg'a kadar her 1 dakikada tekrarlamak gerekebilir.                 | 1- 2 dk.            | 30- 60 dk.  | Etkisi geri döndürülen ilaçtan daha kısadır. Seri doz uygulaması gerekebilir. Uzun süre Benzodiazepin, Siklosporin, İsoniyazid, Lityum ve Proksifen, Teofilin, veya trisiklik antidepressan alanlarda kullanılmamalı. |

(2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. JACC 2011 58:24)



## B. Damara giriş yerleri:

Çoğunlukla tercih edilen kateterizasyon için giriş yeri sağ kasıktır; sırası ile sol kasık, sol kol ve sağ kol tercih edilebilir. Radyal arter (sağ veya sol) son zamanlarda önde olan giriş yeri seçeneğidir. Şayet sadece sağ kalp kateterizasyonu veya miyokardiyal biyopsi yapılacaksa sağ veya sol internal juguler veya subklavyan venler kullanılabilir.

**Femoral giriş:** Perkutan giriş için sağ kasık seçilmişse; femoral arter palpe edilip yeri belirlenmelidir. Femoral ven, arterin tam mediyalinde bulunur (Şekil 1). Belirlenen giriş yeri noktasının 2 cm altında sivri uçlu bistüri ile 2-4 mm'lik küçük deri insizyonu yapılır ve düz *hemostat*'ın ucu ile cilt ciltaltı dokular yavaşça disseke edilerek süperfisyal fasiyanın içinden geçen bir tünel açılabilir. Femoral arter girişi için 18 no'lu 7 cm boyundaki iğne cilde 30- 45 derece açı ile sokulur, yavaşça ilerletilen iğne arter duvarına temas edince nabız hissedilebilir. İğneden kanın pulse ederek geri gelmesi arteriyel girişin başarılı olduğunun işaretidir. İğne arter lumenine yerleşince, kısa kılavuz tel (KT) iğneden arter lumeninin içine geçirilir, sonra da kısa KT lumende bırakılarak iğne çıkarılır, üzerinde introdüser kılıfı ile sert dilatör kompleksi (Şekil 2) KT'nin üzerinden lumene (tercihe göre bistüri ile giriş iğnenin yeri biraz genişletilebilir) sokulur (Şekil 3), sonra da dilatör le KT birlikte kılıftan çıkarılır ve lumende kalan kan kılıf yan-kolundan aspire edilir ve flaş (heparinli SF ile tazyikle yıkanır) yapılır.

- Ven girişi için de aynı işlem yapılır, ancak vene girecek iğne yarıya kadar SF ile doldurulup havası çıkarılmış 10 mL şırıngaya takılıp, cilt içinde 30-45 derece açı ile ilerletilirken şırınga hafifce devamlı aspire edilmeli. Arteriyel pulsasyon hissedildiğinde, iğne geri çekilmeli ve daha mediyale doğru yönlendirilmeli. Vene girilmişse koyu, pulsatil-olmayan kan şırıngaya gelir.

**Brakiyal giriş:** Ağır iliyak hastalık ve femoral artere bypass greft durumunda brakiyal veya radyal yaklaşım kullanılabilir. Komplikasyon riskini azaltmak için cerrahi cut-down tekniğine perkutan girişim tercih edilmelidir. Ancak bu girişim için hastanın kolunu rahatça uzatabilmesi için kateter masasına bir *kol-tahtası* eklenmesi gerekir. Damar girişi yapılacak kol buraya yerleştirilerek, hazırlanır ve örtülür. Steril işlem masası hastanın çalışılacak bölgesine yakın olmalı, brakiyal artere Seldinger yöntemi ile perkutan giriş işlemi femoral yaklaşıma benzer. Daha kısa 5 cm uzunluğunda pediyatrik kılıf ile daha uzun ince- uçlu dilatör kullanılmalı.

**Radyal giriş:** Yakın zamanda tercih edilen en popüler giriş yoludur. Radyal komplikasyon durumunda elin perfüzyonun tek başına ulnar arterden sağlanabileceğinden emin olmak için *Allen testi* işleminden önce yapılmalıdır. Bu testte radyal ve ulnar arterlerin eşzamanlı sıkıştırılması sırasında elin pompalaması (elin parmaklarının yumruk yapar gibi sıkılıp açılması) ile beyazlamasına neden olur. Ulnar arterin salınması ile el çabucak normal rengine döner.

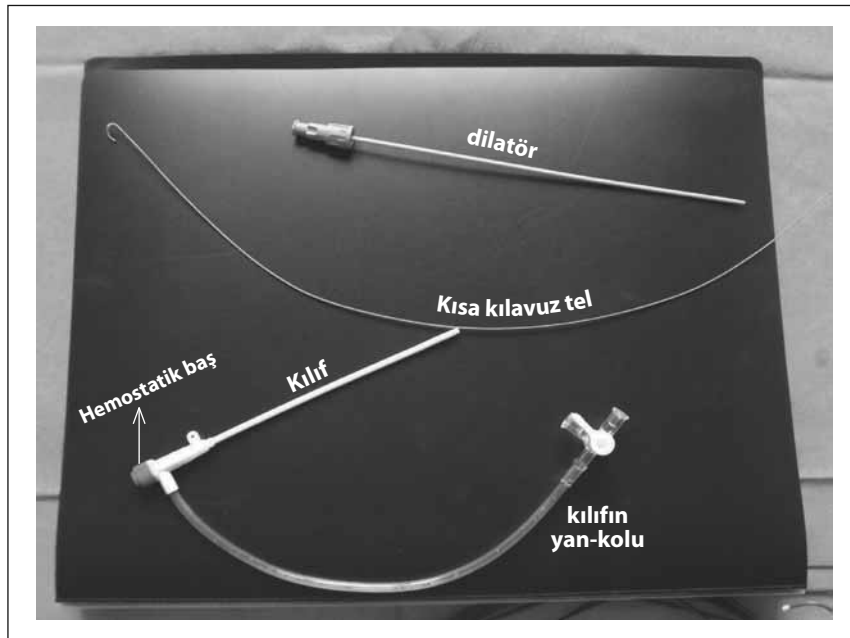
Radiyal giriş için kol- tahtası kullanılır, arterin açığa çıkarılmasına yardımcı olmak için el bileğinin altına yuvarlanmış havlu yerleştirilir, böylece el bileği gerilir. Damar çapı femoral artere göre daha küçüktür, trombotik komplikasyonlar ve vazospazmı önlemek için arterin içine sıklıkla heparin, verapamil ve nitrogliserin enjekte edilir. Sağ kol daha sık kullanılır. Sol internal mammarian arteri görüntülenecekse sol kol önerilmektedir.

### C. Kateterizasyon malzemeleri:

**İğneler:** Tek veya iki parçalı iğne kullanılabilir (sayfa 38, Şekil 4). İki parçalı iğnenin künt, gittikçe incelen dış kanülü ile keskin iç kapağı (mandren) veya keskin dış kanül ile künt iç kapağı bulunur (*Seldinger iğnesi*). Günümüzde çoğunlukla tek parça iğne (*ön-duvar iğnesi*) tercih edilmektedir (ince duvarlı 18 no).

**Kılavuz teller:** İlk tercih edilen KT genellikle 0.035 inç çapındaki 3 mm J- uçlu teldir. Tortu-öz (eğrilik bulunan) damarlar için yumuşak sarkık uçlu (floppy) KT gerekebilir.

**Kılıflar (sheath):** Tanısal sol kalp olgularının büyük bölümünde 11 cm, genellikle 4F, 5F veya 6F intradüser kılıf kullanılmaktadır (sayfa 41, Şekil 5). Farklı büyüklük ve çapta kılıf-



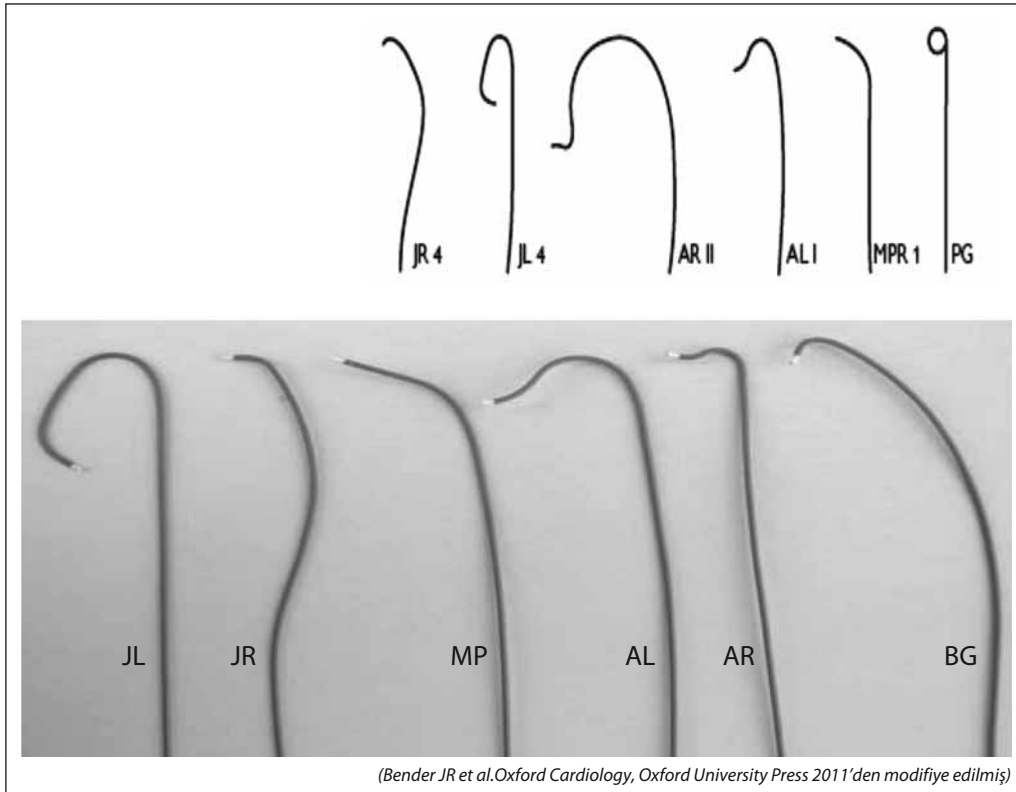
ŞEKİL 2. Damara giriş seti. Sert plastik dilatör, kılavuz tel ve arteriyel (hemostatik başlı) kılıf.

lar bulunmaktadır (3F-24F ve uzunluğu 100 cm-120 cm). Uzun kılıflar birçok tortuözitesi bulunan damarlar ve aorto-iliyak hastalıkta kullanılmaktadır, tortuöz iliyak damarlarda 23 cm veya daha uzun kılıf kullanılması gerekebilir. Damara giriş kılıfları genellikle hemos-tatik başlı (arteriyel) plastik kılıf, (daha sert plastik) dilatör, 0.35 inç kısa kılavuz tel ve iğ-neden oluşan kompleks bir set olarak önceden hazırlanmış bir paket içinde bulundurulur.

**Kateterler:** Kateterler spagetti makarnasına benzeyen iki ucu açık, içi boş plastik tüplerdir.

En sık kullanılan koroner anjiyografi kateterleri tek delikli JL4 ve JR4'dür (Şekil 6). Hastadaki anatomik değişikliklere göre birçok farklı eğrilikte kateter sağlanabilir. Kateter seçimi hastanın büyüklüğünün sebep olduğu çıkan aorta ve kemeri boyu ve çapının daha büyük veya daha küçük olması göz önünde tutulup yapılmalıdır. Koroner kateterin distal ucunun eğriliği girilen aort kemeri anatomisine hemen hemen yakın olmalıdır.

- Judkins koroner kateterinin (JL, JR) hedef koroner ile angajmanında zorlukla karşılaşı-



(Bender JR et al. Oxford Cardiology, Oxford University Press 2011'den modifiye edilmiş)

**ŞEKİL 6.** Sık kullanılan bazı Kateter şekilleri: (Üstte)- Sık kullanılan kateterlerin şematik çizimi: JL, JR: Judkins sol ve sağ koroner kateterler; AL, AR: Amplatz sol ve sağ; MP: Multipurpose koroner giriş kateteri; PG: Pigtail. (Altta)- Başlıca Koroner kateterler: soldan-sağa Judkins (JL, JR), Multipurpose (çok amaçlı; MP) Amplatz (AL, AR) ve Bypass greft (BG) kateterleri.

İrşsa sıklıkla Amplatz ikinci başvurulanan kateterdir. Çeşitli büyüklüklerde (Distal eğriliğinin açısına göre küçükten büyüğe doğru; A, AR1, II; JL, JR, 4, 5 gibi) Amplatz sol (AL) ve sağ (AR) tasarlanmıştır (Şekil 6).

İnternal mammarian arter (İMA) subklavyan arterden çok (90 derece) dik çıkar, dolayısı ile İMA kateterinin ucundaki eğrilik çok fazladır. Bununla birlikte AR veya JR koroner kateterler sıklıkla safen ven bypass greftlerde de kullanılırlar.

Ventrikülografi ve aortografi için kateter tercihi, birçok yan deliği bulunan ve domuz kuyruğu gibi kıvrık uçlu *Pigtail* kateterdir (Şekil 6). Bu kateter ventrikülografi için ventriküle yerleştirilince düz uçlu kateterlere göre daha az ventriküler ektopiye sebep olur.

- Sonuç olarak tanışal kalp kateterizasyonu için genellikle “*çoklu kateter paketi*” JR4, JL4 ve *Pigtail* kateterler kısa ve uzun kılavuz teller, hemostatik uçlu plastik-kılıf ve dilatörden ibarettir. Bu malzemeleri tümü havası çıkarılmış (vakumlanmış), kullanıma hazır steril pakette korunmalıdır.

Sağ kalp kateterizasyonu genellikle ucu balonlu *Swan-Ganz kateteri* ile yapılmaktadır. Bu kateterin değişik tipleri bulunmaktadır; basınç izleme, termo-dilüsyon ölçen ve balon uçlu uyarı verme (pacing) kateteri gibi.

- Şayet SĞKK için balonlu kateter istenmiyorsa ucu delikli Cournand veya Multipurpose (MP) kateterler (Şekil 6) kullanılabilir (sayfa 55, Şekil 7), özellikle pulmoner hipertansiyon veya ağır triküspid regürjitasyonunda (daha iyi uç basınç ölçümü sağlayabilmesine rağmen) balon uçlu katetere tercih edilmelidir.

#### D. Anjiyografi:

Anjiyografi, kontrast madde verilirken kalp damarları ve kalp boşluklarının röntgen ışınları (X-ray) kullanılarak resimlerini alan görüntüleme tekniğidir. Anjiyografi için kateterden görüntüleme yapılacak damar ve kalp boşluğunun içine küçük miktarlarda kontrast madde gönderilmesi gerekir. Anjiyografi için mümkün olduğunca az miktarda kontrast kullanılmalıdır (özellikle yaşlı, yaygın koroner arter hastalığı, kötü SV fonksiyonu, böbrek disfonksiyonu, hidrasyonu bozulmuş ve diyabetik hastalarda). Renal fonksiyonları normal hastalarda anjiyografide kullanılacak toplam kontrast madde miktarı kriteri 3 ml/kg'dır.

#### X-ray (röntgen ışını) ve Anjiyografinin Biyofizik Prensibi

Vucut yapıları arasında farklı x- ışını (röntgen ışını) absorpsiyonuna bağlı olarak bu yapıları gösteren görüntüler grinin tonları gibidir; daha fazla ve daha ağır atom ihtiva eden yapılar, daha fazla x- ışını absorbe eder, bu yapılar röntgende beyaz görünür. Kemikler yüksek yoğunlukla kalsiyum ihtiva ederler, röntgen görüntülerinde beyazdır, oysa akciğerler hava ihtiva ederler (düşük atomik numaralı elementlerin karışımı) ve siyah, karanlık görünürler. İçinde kanın aktığı kan damarlarının x- ışını absorpsiyon oranı bunları çevreleyen dokular ile aynidir, x- ışını ile görünmeyebilir (ağır kalsifik aterosklerotik damarlar hariç). x-ışını

ile damarların görünür olması için sistem içinden x-ışını absorbsiyon oranı yüksek sıvının geçirilmesi gerekir. Bu sıvı kontrast madde veya boya olarak bilinmektedir; görüntü alınana kadar damardaki kanın yerini alır. Bu görüntü damardaki kan akımının yolunu gösterir; damarın iç hattını verir.

### **Koroner anjiyografi:**

Koroner anjiyogramda tüm koroner arterler ve dallarının her birinin çıkış yerleri dahil birbirinin üstüne binmeden net olarak görüldüğünden emin olunmalıdır.

- Lezyon birden fazla projeksiyon planında görülmedikçe atlanabilir. Lezyonun varlığı ve ciddiyetine en az iki farklı projeksiyon planında değerlendirilip karar verilmelidir. Özellikle CABG ameliyatı geçirenlerde koroner arter dallarının görüntülenmesi önemlidir; anjiyogram incelenirken hangi damarın hangi miyokard bölgesini kanlandığı akılda tutulmalıdır; “monitörde iki boyutlu görünen resim (birden fazla projeksiyonda değerlendirilerek) üç boyutlu bağlamda anlaşılmalı ve yorumlanmalı”.
- Kontrast maddenin el ile injekte etme tekniği de önemlidir; floroskopi altında kontrast madde koroner arteri dolduracak ve aort köküne hafifce taşmaya sebep olacak kadar yeterli miktar ve basınçta injekte edilmelidir. Bu teknik arterin az dolmasından, tam doldurulamamasından doğacak hatayı önler; damarda kan ve kontrast madde akışı yanlış pozitif teşhise sebep olabilir. Bir injeksiyon tekniği de; injeksiyonun üç kalp vurusu süresinde sürdürülmesi, sonra durdurulmasıdır. Bu teknik damarın tam olarak görüntülenmesini ve kontrastın yerine geçtiği kanın akışını sağlayacak kadar yeterli miktarda kontrastın verilmesini sağlar, aşırı kontrast kullanımı önlenir.
- Görüntüyü floroskopide yakalamadan injeksiyona başlanmamalıdır. Damarın kollateral dolumu saptanmışsa sine süresi uzun tutulmalıdır.

Sol ana koroner arterinde (SAK) anlamlı lezyonu bulunan hastalarda işlem sırasında komplikasyon riski daha da büyüktür, SAK’ın erken saptanması (özellikle işlem öncesi) önemlidir. Bu hastalarda anjiyografi öncesinde bazı önemli bulgular dikkat çekebilir; egzersiz testinde kan basıncının düşmesi, miyokard sintigrafisinde geniş iskemi bölgesi veya düşük fonksiyonel kapasite ile uyumsuz normal perfüzyon sintigrafisi (yaygın miyokardiyal düşük perfüzyona bağlı iskemi ile karşılaştırılacak perfüzyonu normal bölge olmamasından) ve EKG’de birden fazla anatomik segmentte derin ST depresyonları veya iskemik semptomlarla uyumsuz normal EKG gibi.

- Kateterin SAK’a girmesi ile basınç düşer veya kateter koroner ostiyumu kısmen tıkanırsa basınç takibinde monitordan ventrikülün basınç dalga şekilleri (*ventrikülerizasyon*) görülür. Dolayısı ile koroner artere girerken basınç dikkatle sürekli izlenmelidir. Sol koroner injeksiyonu çok az sağ anteriör oblik (RAO) veya anteroposterior (AP) kraniyal pozisyonunda yapılmalıdır, bu pozisyon ilk çekimde SAK’ın yerini daha iyi gösterebilir. Şayet anlamlı SAK hastalığı saptanmışsa injeksiyon sayısı kısıtlanmalıdır, SV anjiyogramı yapılmayabilir.

**Sol Ventrikül Anjiyografisi (Ventrikülografi):**

SV anjiyogramı SV fonksiyonu, mitral kapak yeterliliği, ventriküler septal defekt varlığı ve lokalizasyonu hakkında önemli bilgiler verir. Bölgesel duvar hareket bozukluğu (hipokinezi, akinezi, diskinezi) önceki infarktüsün yerini gösterir, yaygın hareket bozukluğu (diffüz hipokinezi) ise dilate kardiyomiyopati ile Mİ sonrası tamamlanmış SV remodelinginin bulgusudur.

SV anjiyografisi için iki tip kateter tercih edilmektedir ucu düz veya kıvrılmış kateterler. SV'de oturan çoklu yan-delikli Pigtail kateterin kullanılmasının avantajı ventrikül duvarı perforasyonunun bertaraf edilmesidir.

- Kateterin SV içindeki pozisyonu da önemlidir, kateterin derine apekse yerleşmesi aritmiye, çok yüksek ve aort kapagın altına yerleşmesi mitral kapakta yanlışlıkla regürjitasyon görülmesine sebep olur. İdeal yerleşim yeri mitral kapagın (postero-medial yapragın) hemen altıdır. Pigtailin ucunun enjeksiyon öncesi serbest olduğu (kalbin hareketleri ile sallandığı) görülmelidir.
- Kontrast maddenin otomatik enjektör ile enjeksiyon hızı genellikle yaklaşık 15 ml/saniye (0 saniye linear yükseliş ile). İnjekte edilen toplam volum 45 ml'dir. Bu parametreler ventrikülün büyüklüğü, SV hemodinamikleri ve operatörün tercihinine göre değiştirilebilir. Çoğunlukla, 12 ml/saniye ve 35 ml (5F kateter ile) veya vucut yüzeyi küçük hastalarda 8 ml/saniye ve 30 ml kontrast enjeksiyonu yeterli görünüm sağlayabilir. *Dijital subtraction anjiyografi* (DSA) ile düz kontrasta göre daha az kontrast madde yarı yarıya SF ile dilüe edilerek yeterli ventrikülografi elde edilebilir.

**Aortografi:**

Aort köküne kontrast maddenin büyük miktarda bolus şeklinde enjekte edilmesidir. Genellikle 50 ml 25 ml/saniye (0.5 saniye linear yükseliş). Genellikle aort regürjitasyonun (AR) değerlendirilmesi veya safen ven greftlerin, bulunması için (transözefajeyal ekokardiyografi ve MRI'dan önce çıkan aort disseksiyonunun teşhisinde de) kullanılmaktadır. Çoklu yan-delikli Pigtail kateter seçilmelidir.

- Aortografide aortayı en iyi görüntüleyen projeksiyon açıları: AR için en iyi projeksiyon açısı 45 derece sol anterior oblik (SAO) pozisyonudur. Aort koarktasyonu için aorta en iyi projeksiyon açısı 20 derece SAO'da görünür. Patent duktus arteriyozus için oldukça dik SAO gerekir.

**Kalp kateterizasyonunun klinik önemi:**

1. Koroner arter veya aort kapak hastalığı bilinen veya şüphelenilen erişkin hastalarda, ateroskleroz her iki kalp hastalığının da etyopatogenezinde major rol aldığından bunlara genellikle koroner anjiyografi ile birlikte sol kalp kateterizasyonunda yapılmalıdır.
  - Sol kalp kateterizasyonu sırasında sol ventrikülografi ile SV'nin fonksiyonları (bölgesel, global) ve büyüklüğü ile mitral regürjitasyonunun varlığı ve derecesi görsel olarak değerlendirilebilir. Ek olarak, SV diyastol-sonu basıncı ve aort kapaktan geçen sistolik basınç gradiyenti ölçölüp hesaplanarak aort darlığının ciddiyeti saptanabilir.

Bu hastalarda koroner anjiyografi, koroner anatomi ve obstrüktif koroner arter hastalığı hakkındaki bilgileri verir. Aortografi, aort regürjitasyonu ve aort kökü dilatasyonunu değerlendirmek için yapılmalıdır.

2. Mitral kapak hastalığı, kalp yetersizliği, konstriktif perikardit, sağdan-sola intra kardiyak şant şüphesi ve kardiyak transplantasyona karar verilen hastalarda klinik ve hemodinamik patolojileri değerlendirmek için genellikle eşzamanlı sağ ve sol kalp kateterizasyonuna gidilebilir.
3. Sağ kalp kateterizasyonu genellikle sağ ventrikül fonksiyonunu (sağ atriyum basıncı ile), pulmoner hipertansiyonun varlığı (yükselmiş pulmoner arter basıncı ile) ve kaynağını gösterir (pulmoner kapiller uç basıncın ölçümü ile). Ek olarak da pulmoner kapiller uç basınç (PKUB) ile sol kalbin dolum basınçları hakkında bilgileri sağlar.
  - Birlikte yapılan sağ kalp ve sol kalp kateterizasyonunda sağ ve sol kalp boşluklarının (sağ ve sol ventrikül) sistolik ve diyastolik basınçları kaydedilebilir; PKUB ile SV diyastol sonu basıncı eş zamanlı kaydedildiğinde aralarında gradiyent bulunması mitral darlığı, SV ve sağV'nin diyastolik basınçlarının eşitlenmesi ile perikardiyal kontriksiyon doğru olarak teşhis edilebilir.

#### **Sağ ventrikülografi:**

Sağ ventrikülografi sol ventrikülografiye çok benzeyen şekilde yapılır. Bu işlemin en önemli noktası; kateterin ucunun çıkış yoluna değil apekse yönlendirilmesidir. Sağ ventrikülogram Pigtail ve MP, NIH ve Berman balon-uçlu anjiyografi kateterleri gibi birçok değişik kateterler ile yapılabilir.

Sağdan sola intrakardiyak şantın gösterilmesi için kullanılabilir. Bu teknik özellikle pulmoner arteriyo-venöz fistül ile ilgili sağdan-sola şantın saptanmasında uygulanmaktadır. Çünkü bu durumda şant indikatör-dilüsyon eğrisi ile bulunamaz.

### **KONTRAST MADDELER**

Kardiyovasküler kateterizasyon laboratuvarında kullanılan kontrast madde x- ışınını absorbe eden iyot ihtiva eder. İyot yüksek atom ağırlığındadır, röntgen görüntüsünde çevre dokulara göre daha siyah görünür. Kontrast madde büyük molekülünden dolayı damar sistemi dışına çok az geçtiğinden böbrekler ile kandan filtre olması sağlanır.

İdeal anjiyografik kontrast madde, kan damarların görüntülenmesine imkan verir, inerttir; herhangi bir istenmeyen yan etki oluşturmadan vucuttan geçer.

#### **Tanımlamalar:**

Kontrast maddelerin fonksiyonu benzerdir; fakat molekül yapıları her birine biraz farklı fiziksel özellikler kazandırır. Kontrast madde molekülünün yan-zincirleri hidrofillik özelliğini, osmolarite ve viskozitesini belirler.

**Hidrofillik:** Hastanın kontrastı ne kadar iyi tolere edebileceğini belirler, daha hidrofilik ürün daha az yan etki demektir. Yeni kontrast maddelerin yan zincirleri hidrofil grupları

taşıır. Bu grubun sayısı ve uzaysal dağılımı kontrast madde molekülünün hidrofilliğini belirler, bunlar molekülün sudaki çözünürlüğünü artırır. Yüksek hidrofillik, maddenin kanda hidrofobik membranlar ve proteinler ile etkileşmesinin azalmasını ve kanda eriyik olarak kalmasını sağlar.

**Ozmolarite:** Ozmotik süreç vucutta yarı-geçirgen membranlarda meydana gelir. Bu membranlar filtre gibidir, su içlerinden serbestce geçse bile çözülmüş partikülleri tutarlar (damar duvarlarından suyu geçmesi, kontrast maddenin geçmemesi gibi). Ozmoz, yarı-geçirgen membranlardan suyun fazla olduğu bölgeden rölatif daha az olduğu bölgeye doğru hareketidir. Ozmolarite, çekilen su kapasitesinin kantitatif ifade edilmesidir. Kanın ozmolaritesi; örneğin 300 mOsm/kg su. Kontrast maddeler: Yüksek ozmolariteli kontrast (YOK) 1500-2100 mOsm/kg su (birinci jenerasyon), düşük ozmolariteli kontrast (DOK) 300-900 mOsm/kg su (ikinci jenerasyon). YOK'ların hepsi de iyoniktir, DOK'lar ise iyonik veya noniyonik olabilir. Kontrast maddelerin ekskresyon oranı farklı olabilir, dozun %70'i injeksiyondan 6 saat sonra atılır. İyonik-olmayan madde ise düşük osmolatrite ile injeksiyondan sonra 24 saat içinde vucuttan atılır.

**Viskozite:** Akışkanlık, kontrast maddenin kateterden kolayca injekte edilmesini ve kan damarlarından akmasını etkiler. Önceden ısıtılmış kontrast oda ısısında tutulandan daha az akışkandır (ölçüsü milipascal. second; mPa. sec).

### Kontrast Madde Çeşitleri:

Kontrast maddeler iyot moleküllerinin sayısına ve ozmolaritesine ve sodyum muhtevasına göre ayrılırlar (Tablo 4).

**TABLO 4.** Kateterizasyon laboratuvarında kullanılan bazı kontrast madde örnekleri ve özellikleri

| Jenerik isim ve Ozmolarite      | Ticari ismi   | İyot (mg/ml) | Ozmolarite: (mOsm/ kgH <sub>2</sub> O) | Sodyum viskozite: (37F) | İçerik: (mEq/L) |
|---------------------------------|---------------|--------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| <b>İYONİK YÜKSEK OZMOLAR:</b>   |               |              |                                        |                         |                 |
| • Diatrizoate                   | Renografin-76 | 370          | 1940                                   | 8.4                     | 190             |
|                                 | Hypaque-76    | 370          | 2076                                   | 8.32                    | 160             |
| <b>DÜŞÜK OZMOLAR:</b>           |               |              |                                        |                         |                 |
| • İoxaglate                     | Hexabrix      | 320          | 600                                    | 7.5                     | 157             |
| <b>NONİYONİK DÜŞÜK OZMOLAR:</b> |               |              |                                        |                         |                 |
| • İsovue                        | Omnipaque     | 350          | 844                                    | 10.4                    | Eser            |



**İyot konsantrasyonu:** Mg/ml olarak ölçülür ve koroner anjiyografide kullanılan kontrastların iyot konsantrasyonları 300-370 mg/ml'dir. İyot muhtevası kontrastın fiziko-kimyasal özelliklerini etkiler. Daha yüksek iyot muhtevası, daha akışkan ve osmotik olarak aktiftir. Düşük iyot konsantrasyonu eski röntgen cihazları ile yetersiz görüntü verir. İyot muhtevası kontrastın fiyatını belirler, iyot pahalıdır.

**Yüksek ozmolariteli kontrast madde:** Birinci jenerasyon kontrast madde olarak da bilinirler. Negatif olarak dolmuş benzen halkası ile üç iyot atomu ve meglumine, sodyum veya her ikisini ihtiva eder. Ozmolaritesi tipik olarak 1400- 2100 mOsm/kg su'dur. İyot içeriği en az 300 mg/mL'dir. YOK bazı şikayetlere sebep olabilir; yüksek osmolaritesi küçük damarlarda şişme yapabilir, çevre dokulardan su çekebilir, ağrı ve sıcaklık hissine sebep olabilir. YOK intravasküler volumu akut olarak genişletir, miyokardın kasılma gücünü baskılar, SV diyastol-sonu volümünde küçük artışa sebep olur.

**Düşük ozmolariteli, kontrast (DOK) madde:** İkinci jenerasyon kontrast maddelerin birinci jenerasyona göre daha düşük ozmolaritesi vardır; iyonik veya noniyoniktirler. Non-iyonik, düşük-ozmolar, ve izo-ozmolar kontrast madde olarak bulunurlar. Yüksek riskli hastalarda kullanımı daha güvenlidir, kabul edilebilir görüntü kalitesi sağlar.

**Noniyonik DOK:** Kontrast maddede osmotik olarak aktif partiküllerin sayısını azaltmanın bir yolu eriyikte çözülmeyen maddelerin iyonik karboksil grubunun yerine geçmesi ve noniyonik DOK yaratmakla olur. Bu bileşiklerin hepsi de dolmamış benzen halkasına bağlanmış üç iyot atomu ihtiva eder, üç iyot atomu için osmotik olarak aktif tek partikül bulunur, sonuçta ozmolarite (290-900 mOsm/kg su) hasta için büyük rahatlık sunar.

**İyonik DOK:** Bu sınıfta bir kontrast madde bulunur; iyonik dimer ioxaglate. Biri 6 iyot atomu ile negatif yüklü partikül olan iki benzen halkasının bağlanması ile, ozmolarite düşer. İoxaglate ozmolaritesi 320 mg/mL konsantrasyonunda 600 mOsm/kg su'dur.

#### **Kontrast madde kullanımı:**

Kateterizasyon girişiminde kullanmaya başlamadan önce hastaya beklenenler anlatılmalıdır. Geçmişte kontrast maddeye, iyod ve deniz ürünlerine alerji sorgulanmalıdır.

Kontrast madde vücut ısısında sıcak olmalı ve solusyon renginde bozulma veya tortu, çökelme için kontrol edilmelidir. Şayet renginde bozulma veya tortu bulunuyorsa kontrast kullanılmamalıdır. Kontrastı vücut ısısına kadar ısıtmalı, böylece kontrast maddenin akışkanlığı düzelir, daha kolay injekte edilmesi sağlanır.

Kontrast madde enjeksiyonu ile hastada kızarma, sıcaklık hissi gelişebilir, bulantı ve kusma olabilir. Ventrikülü, aorta veya diğer herhangi bir büyük yapıyı görüntüleme sırasında kullanılan kontrast volumuna bağlı hastaların çoğu kızarma, yanma hissinden şikayet eder ve idrar yapmış olabileceklerini hissederler.

Kullanılan toplam kontrast volümü kaydedilmelidir. Her yeni kontrast şişesi asıldığında verilen kontrast miktarının operatöre bildirilmesi pratik iyi bir uygulamadır.

## Komplikasyonlar:

Kontrast madde verilmesi oldukça farklı semptomlar ve komplikasyonlar meydana getirebilir. Yan etkileri ve komplikasyonlarından dolayı EKG devamlı takip edilmelidir.

### **Radyokontrast ajanlar ile ilişkilendirilmiş toksisiteler:**

#### A. Allerjik (anaflaktoid) reaksiyonlar:

- Grade-I: Tek bulantı, kusma, hışırtı veya vertigo epizodu
- Grade-II: Birçok kusma, ateş veya titreme epizodları
- Grade-III: Klinik şok, bronkospazm veya ödem, bilinç kaybı, hipotansiyon, hipertansiyon, kardiyak aritmi veya pulmoner ödem

#### B. Kardiyovasküler toksisite:

##### (1) Elektrofizyolojik:

- Bradikardi (asistoli, kalp bloğu)
- Taşikardi (sinüs, ventriküler) ve ventrikül fibrilasyonu

##### (2) Hemodinamik:

- Hipotansiyon (kardiyak depresyon, vazodilatasyon)
- Kalp yetersizliği (kardiyak depresyon, intravasküler volem artışı)

#### C. Nefrotoksisite

#### D. Hipertiroidizm

#### E. Rahatsızlık veren genel şikayetler (Bulantı, kusma, ateş ve kızarma (*flushing*))

Atropin, antiaritmik ve vazopressör ilaçlar ve geçici kalp pili (transvenöz kateter, uyarı verme için cilde yapıştırılan eksternal yastıklar) gerektiğinde acilen kullanılması için hazır bulundurulmalıdır. Birinci kontrast injeksiyonu önemlidir; kontrast reaksiyonlarının sebep olduğu bulguları yorumlamak için hastanın yeniden değerlendirilmesi önemlidir; özellikle nefes darlığı veya ürtiker şikayetlerine dikkat edilmelidir. Koroner arter içine kontrast injekte edildiğinde geçici bradikardi ve/veya hipotansiyon olabilir; bu yan etki non-iyonik kontrasta göre iyonik-kontrast ile ve koroner arterde öne-akımı kısıtlanmış hastalarda daha sık ve daha şiddetli olur. Bazı hastalarda daha çok olabilir; hasta öksürük CPR'ı için işlem öncesi eğitilmelidir. Öksürük koroner akımı artırmaz, fakat arteriyel kan basıncına serebral kan akımını sürdürebilmesi için yardım eder ve damar tonusu etkiler (artırır).

**Allerjiler:** İyoda karşı önceden varolan alerjilerde antihistaminikler, kortikosteroidler, H<sub>2</sub> blokerler ve hidrasyon ile ön tedavi gerekebilir.

**Anaflaktoid reaksiyonlar:** Hakiki anaflaktoid reaksiyon düşünülmeli, immunglobin E antikorunun-yönettiği reaksiyon olabilir. Reaksiyonların büyük bölümü anaflaktoid ve psödoallerjik reaksiyonlardır. Semptomlar, genellikle kontrast verildikten sonra birkaç dakika içinde gelişir. Öncesinde kontrast reaksiyonu bulunanların %15-40'da meydana gelir.

**Yüksek riskli hastalar:**

Aşağıdaki yüksek-riskli hastalarda düşük veya izo ozmolar, non-iyonik kontrast kullanımı, tercih edilmeli.

- Anstabil koroner sendromlar,
- Konjestif kalp yetersizliği,
- Kronik böbrek yetersizliği (kreatinin >1.5 mg/dL).
- Diyabet,
- Hipotansiyon,
- Hipovolemi,
- Ciddi bradikardi,
- Ciddi valvuler kalp hastalığı,
- Geçmişte kontrast reaksiyonu hikayesi bulunanlar,
- Geçmişte iyot ile herhangi bir reaksiyon tanımlayanlar,
- Komorbid durumlar.

**Kronik kalp yetersizliği:** Hiperozmolar kontrast madde verilmesi ile kontrast volümüne bağlı dolaşım volümü artar. Böylece KY kötüleşir, sonra da diüreze sebep olur ve kan basıncı düşer. Hasta idrarında her azalma kaydedilmeli, pratik önlem olarak kontrindikasyonu olmayanlara kateterizasyondan sonra 1000 cc, izotonik SF'in 4-6 saatte verilmesi tavsiye edilmektedir. *İnternal mammarian* arter veya herhangi bir diğer periferik arter injeksiyonu ağrılı olabileceğinden non-iyonik kontrast ile yapılmalıdır.

**Diyabetes Mellitus:** İnsüline bağımlı hastalarda, girişim sabahı insülinin yarısı kesilir. Metformin alan diyabetiklerde derin laktik asidoz olabilir kontrastın neden olduğu nefropati (Kontrast Nefropatisi) gelişebilir. Anlamlı böbrek yetersizlikli diyabetiklerde Metformin kontraindikedir. Tavsiye edilen; metforminin girişimin sabahında kesilmesi ve hastanın kreatinini stabil kalana dek tekrar başlanmaması.

**Böbrek yetersizliği:** Kontrast naddelerin büyük bölümü böbreklerden atılır. Diyalizdeki hastalar kontrast madde kullanılan her anjiyografik girişimden sonra acele diyalize alınmalıdır.

Biplan sistem bu hastalarda faydalıdır; kontrast madde miktarını azaltmak için injeksiyon ve anjiyografi projeksiyon sayısı azaltılmalı, sol ventrikülografi yapılmayıp ventrikül fonksiyonu ekokardiyografi ile değerlendirilmelidir.

**Kontrastın neden olduğu nefropati (KN):** KN, iyodlu kontrast madde verildikten sonra böbrek fonksiyonunun akut düşmesidir. Bu yan etki invazif kardiyovasküler girişime gidenlerin %15'de, önceden böbrek yetersizliği ve/veya diyabet bulunanların %50'de meydana gelmiştir. Patogenezinin direkt tubulotoksik ve iskemik etkilerin kombinasyonu sorumludur. Böbrek fonksiyonunda bozulma normalde hafif ve geçicidir. KN tanımı; serum kreatininin bazal düzeyinin kontrast verildikten 48-72 saat sonra %20-50 artmasıdır.

Kreatinin 24 saatte yükselmeye başlar, 96 saatte zirve yapar ve 7-10 günde bazale geri döner. >70 yaş, önceden böbrek yetersizliği, diyabet bulunması ve kardiyovasküler intra-arteriyel kontrast madde verilmesi KN riskini yükseltir. Kullanılan kontrast madde miktarı ile ilişkilidir, yüksek riskli hastalarda kontrast miktarı en aza indirilmelidir. En etkili tedavi hidrasyondur.

Bazı merkezler yüksek riskli hastaları sodyum bikarbonat ile hidrate etmektedirler; sodyum bikarbonat; kontrast verilmeden önce bir saat 3 ml/kg/saatte, takiben girişimden sonra 6 saat 1 ml/kg/saatte infüzyon şeklinde verilmelidir.

## KATETERİZASYON İŞLEMİ VE TEKNIĞI

Kateterizasyon laboratuvarında kateterizasyon işlemine başlarken ilk adım damara (arter, ven veya her ikisine) giriş yerlerinin hazırlanması ve plastik giriş kılıflarının ciltten geçilerek (perkutan) yerleştirilmesidir.

Sonuçta; sağ kalp kateterizasyonu için venöz, sol kalp kateterizasyonu ve koroner anjiyografi için arteriyel damarlara kontrollü ve tekrar tekrar emniyetli girişi sağlamak için kılıf yerleştirildikten sonra uzun kılavuz tel yönlendirmesi ile vena kava aşağıdan inferiyor, yukardan subklavyan veya juguler venler yolu ile sağ kalp boşlukları ve pulmoner artere, abdominal, çıkan aort yolu ile aort kapaktan geçilerek sol ventriküle ulaşarak gerekli işlemler gerçekleştirilir (Şekil 8).

## DAMARA GİRİŞİN SAĞLANMASI

### A. Arteriyel Girişin Hazırlanması:

Arteriyel giriş için en sık tercih edilen yollar femoral ve radiyal arterlerdir. Axiller ve brakiyal arterler de seyrek de olsa kullanılabilir.

### FEMORAL ARTERE GİRİŞ:

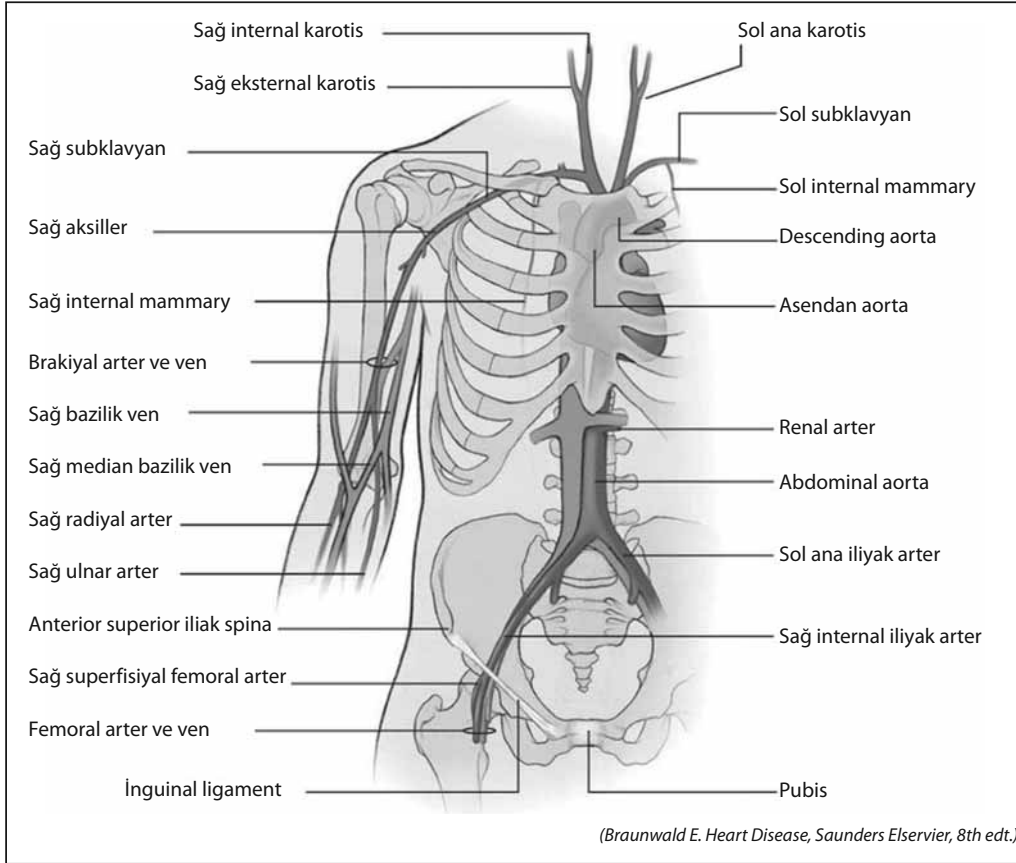
Sol kalp kateterizasyonunda arteriyel giriş için standart yaklaşım profunda ve superfisiyel olarak iki major dala ayrılan sağ ana femoral artere hemostatik başlı plastik arteriyel giriş kılıfının perkutan yolla yerleştirilmesidir.

### İşlemin Teknik Prensipleri:

#### *“Femoral Arterden Sol Ventriküle”*

Femoral arter inguinal ligamentin altında palpe edilerek yeri belirlenir; ponksiyon için ideal yer inguinal ligamentin yaklaşık 3 cm altında palpe edilen damarın hafifce lateralindedir (Şekil 1).

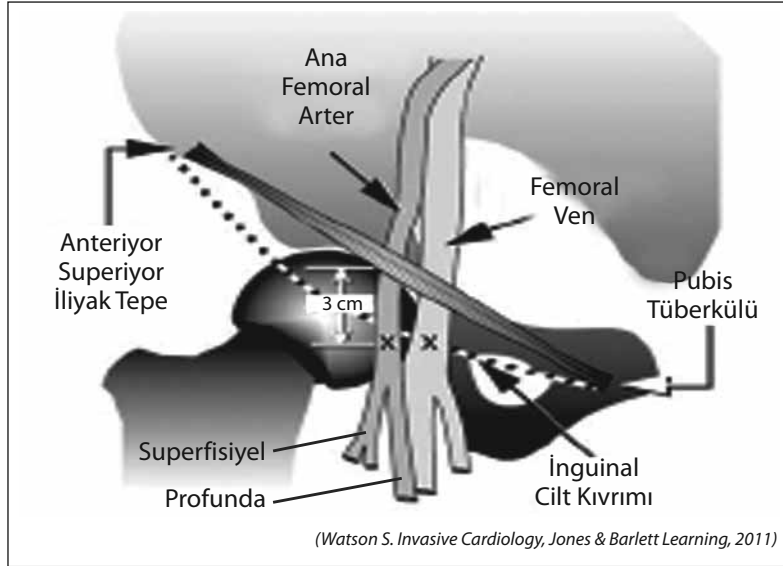
Femoral artere iki parçalı ince duvarlı Seldinger (iğne ve göbek kapağı) veya ince duvarlı ön-duvar iğnesi (iğnenin göbeği kapaklı olmayıp, damar delinip geçilmez, sadece ön duvar delinip lumene girilir) ile girilebilir (sayfa 40, Şekil 3).



**ŞEKİL 8.** Aorta ve dallarından oluşan arteriyel sistem ve önemli dalları (Aorta, İliyak, Femoral ve karotis sistemleri).

- Femoral arteri palpe eden sol elin orta üç parmağının ekseninin yanına 45 derece açı ile iğne sokulur. İğnenin ucu damar duvarına temas edince, arter pulsasyonlarının iletilmesi ile hissedilebilir. Birçok kateterizasyon laboratuvarının rutininden çıkmış veya terk edilen geleneksel Seldinger iğnesi kullanılıyorsa (Şekil 4);

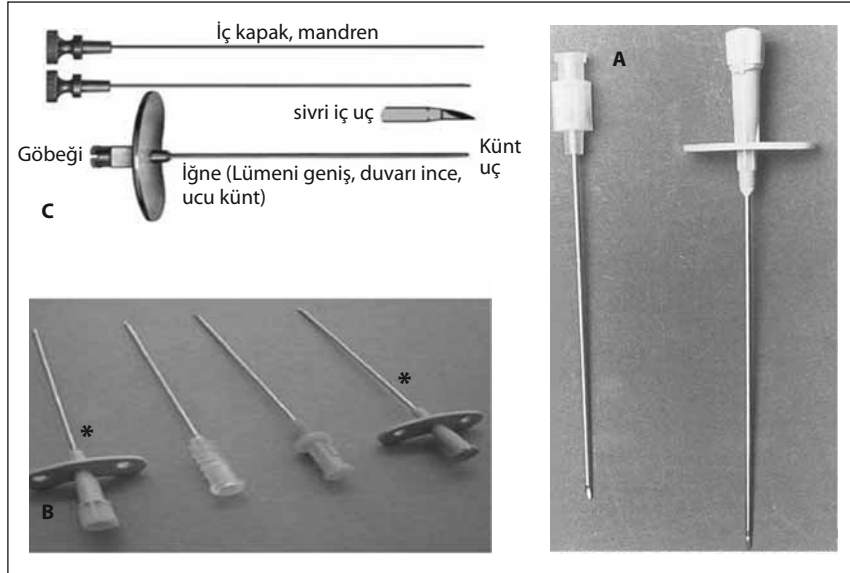
**Seldinger Tekniği:** (1) iğne periostiyum ile karşılaşılana kadar artere doğru tam olarak ilerletilir (mıhlar gibi, arter körlemesine delinip geçilir); (2) iğne tam sokulduktan sonra göbeği çıkarılır ve iğnenin gövdesi uyluğun ön yüzüne doğru hafifce bastırılır ve artere daha yatay duruma getirilir (göbeğinde kapak takılı olduğundan iğneye şırınga takılması gerekmez); (3) sonra iğne bu pozisyonda sabit tutularak yavaşça geri çekilerek delip geçtiği femoral arter lumenine düşmesi sağlanır; pulsatil arteriyel kanın iğnenin göbeğinden geri gelmesi



**ŞEKİL 1.** Kasıktan damar girişinin (Femoral arter ve ven) yerleri, sınır işaretleri.

ile lumene giriş kanıtlanır; (4) sonra 0,035-0,038 inç J uçlu kısa KT iğnenin içine sokulup dikkatle ilerletilir. Seldinger yöntemi olarak tanımlanan bu yöntemde arka duvar da delindiğinden ön duvardaki delikten geçirilip lumene sokulan kılıf yerleştirildikten sonra arka duvardaki serbest kalan delikten cilt altına ve damarı çevreleyen yumuşak dokular içine ciddi kanama olabilir. Dolayısı ile bu metod özellikle arteriyel girişlerde terk edilmiştir (Seldinger iğnesinin göbeği kapak ile tıkalı olduğundan başta ön duvarın delinmesi ile lumene giren iğne ucundan geriye pulsatil kanın gelişi görülemez), günümüzde seyrek olarak lumen içi basıncı düşük venöz girişlerde kullanılabilmektedir.

- Arterin ponksiyonu için *ön- duvar iğnesi* seçilmişse, 18 no iğne yukarıda tarif edilen noktadan sol elle palpe edilip yeri belirlenen femoral arter eksenine 45 derece açı ile önceden yeterli düzeyde anestetize edilmiş cilde sokulur ve (Seldinger iğnesinin aksine) yavaşça ilerletilerek, bu sırada arter pulsasyonlarının hissedilmesine dikkat edilir, pulsasyonların alınması iğnenin damarın ön duvarına temas ettiğini gösterir, sonra iğne yavaşça ilerletilir ve artere girilir. İğne lumene girdiğinde iğneden pulsatil arteriyel kan geri gelir, iğne bu pozisyonda sabit tutulmalıdır, (daha fazla ilerletilirse lumenden çıkıp arterin arka duvarını delip geçerse iğneden gelen pulsatil kan akımı kesilir). İğnenin ucu lumende sabitleştirilmiş ve lumeninden de pulsatil kan gelirken KT iğneden geçirilip aortaya doğru rahatca ilerletilir. KT'nin ucu diyafram düzeyine kadar floroskopide vertebranın sağında (hastanın solunda) kalır.
- KT'nin iğne ucunun ötesine ilerletilmesinde güçlükle karşılaşılmış ve iğnenin hafifce bastırılması (damara daha paralel ve yatay duruma getirilmesi) ve geri çekilmesi ile düzel-



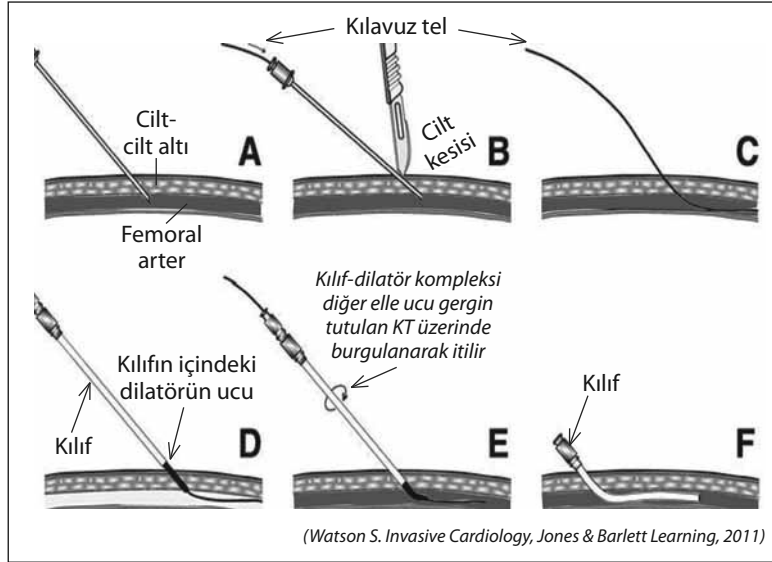
**ŞEKİL 4.** Damara giriş (ponksiyon) iğneleri. **A-** Normal iğne (solda) ve Seldinger ön-duvar iğnesi (sağda); **B-** Tek-parça Seldinger ön-duvar iğnesi (\*) ve normal damar iğneleri: Gauge-iğne numarası; arttıkça çapı küçülür). **C-** Mandrenli (kapaklı, göbekli) iki-parça Seldinger iğnesi.

memişse, KT geri çekilmeli ve iğnenin lumende bulunduğundan pulsatil güçlü arteriyel kanın geri gelişi ile emin olunmalıdır. Akım canlı değil ve KT halen ilerletilemiyorsa iğne kasıktan çıkarılmalı ve giriş yeri 5 dakika bastırılmalıdır. Doktor anatomik yerin doğruluğunu kanıtlamalı ve femoral arteri tekrar ponksiyon etmeyi denemeli, ikinci denemede de KT ilerletilememişse aynı damara üçüncü kez girişimde bulunulması tavsiye edilmez.

- Başka bir giriş yeri seçilmeli. İğneden sokulan telin hareketi başlangıçta serbestse, birkaç santimetre ilerletildikten sonra zorlanıyorsa; özellikle tel ilerletilirken hastanın hissettiği herhangi bir şikayetin bulunması durumunda yaygın iliyak hastalık veya telin subintimal yerleşmesinden şüphelenilmelidir; bu durumda tel floroskopi altında yavaşça geri çekilmeli, sol el teli sabit tutarken iğne çıkarılmalı ve arteriyel kanama kontrol edilmelidir; telin cildin dışındaki bölümü ıslak gazlı bez ile silindikten sonra küçük dilatör (4F veya 5F) telin takıldığı yerin hemen altına kadar telin üzerinde yavaşça damara doğru itilerek dikkatle sokulur, sonra da tel dilatörden çıkarılır, kan aspire edilir ve dilatörün ucunun lumende olduğundan emin olununca; en sonunda az miktarda düşük- osmolariteli kontrast boya floroskopi altında damara yavaşça injekte edilir. Bu manevra telin rahat ilerletilememesinin sebebini açığa çıkarır (tortuözite, darlık veya disseksiyon). Telin aort bifürkasyonun üzerinde güç ilerletilmesi abdominal anevrizmayı işaret edebilir; yönetilebilen, yumuşak ve distal uç segmenti sarkık (*steerable, floppy; Wholey wire* gibi) veya hidrofilik tel kullanılarak bu sorun aşılabılır (*Glidewire* gibi); bu teller dilatörden dikkatle sokularak inen aortaya ulaşmaya çalışılır, perforasyon, disseksiyon ve aterotrombotik

- plakların yerinden oynatılması engellenmelidir (floroskopi altında yapılmalı). Küçük dilatörden boya injeksiyonu sonucunda tel subintimaya geçmiş veya ipsilateral iliyak arter tıkanmışsa sol kalp kateterizasyonu için radiyal arter veya brakiyal arter kullanılmalıdır.
- **Aorto-bifemoral periferik greftten geçilerek yapılacak sol kalp kateterizasyonu;** greft duvarı sert olduğundan (elastikiyeti yok) arteriyel giriş için bu yol ideal değildir, plastik kılıfın sokulmasında zorlanılabilir, greftlerde diffüz aterosklerotik ve trombotik kalıntılar bulunabilir ve işlem sırasında greftin kapanması ve ağır enfeksiyonu meydana gelebilir. Greftin yapısı yakın komşusu doğal femoral arterden ayrıdır; ön-duvar iğnesi kullanılarak ponksiyon edilmelidir; Greft doğru delinmiş olsa bile kılavuz tel yukarıya ilerletilince greftin proksimalinden ziyade anastomozdan femoral arterin içine geçer. Bu durumda küçük dilatörden RAO projeksiyonda (sağ bacak) kontrast injeksiyonu sorunu açığa çıkarabilir; dilatörün kısmen geri çekilmesi ve özel yönetilebilen KT kullanımı telin greftin lumenine yönlendirilmesi ve inen aortaya ulaşmasını sağlayabilir. Kateterin hareketi sırasında sürtünmeyi ve kateterin ucunun aşırı çekilmesini önlemek için grefte damar kılıfı takılmalıdır, kılıfın geçirilmesini kolaylaştırmak için birkaç kez sert dilatör kullanılması gerekebilir (sert dilatörle giriş birkaç kez genişletildikten sonra yumuşak kalıp sert dilatörün üzerinde sokulur). Damar grefti arteriyel giriş için kullanılmışsa 24 saat antibiyotik kullanılabilir.
  - **Klasik yaklaşım:** Kılavuz tel diyafram düzeyine kadar ilerletilince iğne çıkarılır, doktor sol eli ile telin cilde giriş yerine bastırarak KT'yi sabitleştirdikten ve arteriyel kanamayı kontrol ettikten sonra, telin cilt dışındaki bölümü ıslak gazlı bez ile silinerek üzerine yapılmış kan temizlenir; sol kalp kateterizasyonunun arteriyel giriş için genellikle 6F 15 cm uzunluğunda damar kılıfı (hemostatik başlı ve lumenini yıkamak için yan-kolu bulunur) kullanarak iliyak arterin ortasına kadar ulaşılabilir. Tortuözite bulunuyorsa daha güvenli femoral arteriyel giriş için 23 cm uzunluğunda kılıf tercih edilmeli, bu şekilde iliyak bifurkasyonun üzerine distal aortaya rahatlıkla ulaşılabilir. Proksimal ucu sol el ile hafifce gerilerek düzeltilen ve sabit tutulan KT'nin üzerinde dilatör- kılıf kompleksi sağ elle tek barça olarak döndürülerek damara sokulur, kompleksin cilt ciltaltında rahat geçebilmesi, için KT'nin cilde giriş noktası önceden bistüri ucu ile yaklaşık 1 cm kadar uzunlamasına çizilerek kesilebilir (Şekil 3). Tel üzerinde kılıf-dilatör kompleksi damara yerleştirildikten sonra, dilatör ve tel çıkarılır ve kılıf lumeninde bırakılır (Şekil 5); kılıfın yan-kolundan içindeki kan aspire edilip atıldıktan sonra kılıfta pıhtı oluşumunu önlemek için lumeni heparinli SF ile yıkanır. Yan-kol aort darlığında Pigtail kateter SV'ye girdiğinde aort kapakta sistolik gradiyenti almak için manifolda bağlanıp arteriyel basınç izlenebilir (güçlükle girilen SV'den aortaya geri çekişin alternatifi; SV-Aorta yerine SV-Femoral arter gradiyenti).
  - Damar kılıfı artere sokulunca, kullanılacak kateterin (sol kalp için çoğunlukla Pigtail) lumeni kontrol edilir ve SF ile yıkanır ve ucunu kılıfın hemostatik başına sokmadan önce 145 cm J uçlu uzun kılavuz telin üzerine geçirilir.
  - Kateteri ilerletmeden önce; (1) yumuşak J uçlu KT floroskopi altında kateterden geçerek kılıfın dışına, iliyak arter ve aortaya doğru diyafram düzeyine kadar ilerletilmeli. (2) Sonra Kateter floroskopi altında ucu öne çıkmış ve diyafram düzeyine ulaşmış KT'nin üzerinde ve yönlendirilmesi ile diyaframı aşınca, inen aortaya ulaşınca kadar ilerle-

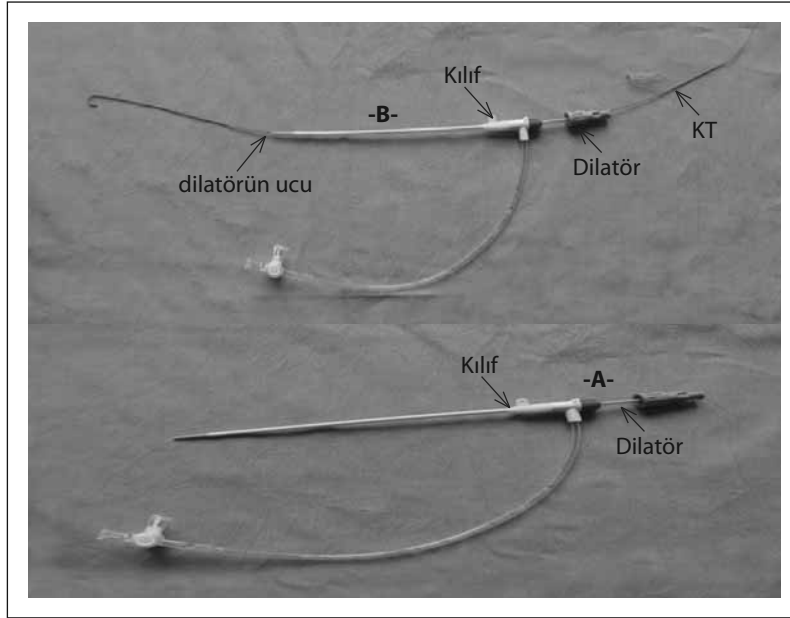




**ŞEKİL 3.** Damara giriş, tek duvar (ön-duvar) girişi tekniği. (A) Cilt ciltaltı Seldinger ön-duvar iğnesi ile geçilip arter lumenine girilir; (B) İğnenin içine kısa kılavuz tel sokularak damar lumenine geçirilir, sonra da sivri uçlu bistüri ile iğnenin kenarlarından cilt çizilerek kesilir ve giriş yeri genişletilir, açılır; (C) Sonrada KT lumende bırakılarak iğne çıkarılır. (D, E) İçine sert dilatörü sokulmuş kılıf tek parça; Şekil 5'teki gibi halinde (veya sert dilatör ile giriş yeri önce genişleterek sonrada çıkarılıp yerine içine sert dilatör sokulmuş kılıf) KT'nin üzerinden itilerek lumene sokulur; (F) en sonunda kılıf lumende bırakılarak KT ve dilatör tek-parça halinde lumenden çıkarılır.

tilir kateter ve floroskopide telin ucu aort kemeri yakınına ulaşınca; (3) KT kateterden çıkarılır ve kateterin dışardaki ucu arteriyel Manifolda bağlanarak; kateterin lumeninden 10 mL kan çekilip atılır ve sonra da lumeni heparinli SF ile birkaç kez yıkanır (kontrol amacı ile basınç kontrolü için manifoldtan basınca geçilebilir). Bundan sonra sol kalp kateterizasyonunda kullanılacak diğer kateterler (koroner anjiyografi kateterleri gibi); başlangıçta sokulan tanı kateteri (Pigtail) çıkarılmadan içinden tekrar diyafram düzeyine kadar sokulan KT'nin üzerinde ilerletilerek aort köküne yerleştirilir.

- Sol kalp kateterizasyonu (sol ventrikül, aort basınç kaydı ve sol ventrikül, aorta ve sol, sağ koroner anjiyografi) işlemin püf noktaları: (a) Her işlem sonrası ilgili kateter çıkarılmadan önce KT tekrar içine sokulup çıkan aortaya yerleştirilmeli ve tel burada bırakılarak kateter sonra çıkarılmalı. (b) sonraki işlem için ilgili kateter, vucuttaki ucu çıkan aortada olan KT üzerinde sokularak çıkan aortaya gelinmeli ve KT burada kateterin içinden çıkarılıp, kateterin lumeni heparinli-SF ile yıkanmalı ve gerekli işlem yapılmalı, (c) KT kateterin içinden çıkarıldıktan sonra SF ile ıslatılmış steril küçük bez ile silinmeli, (d) ilgili işleme başlamadan önce kateterin içinden KT çıkarıldıktan sonra, kateterin ucu çıkan



**ŞEKİL 5.** Damara giriş seti. KT üzerine geçirilmiş kılıf-dilatör kompleksi (B), kılıf içine sokulmuş dilatör (A).

aortada iken lumeni önce az miktarda kan çekilip atıldıktan sonra lumeni heparinli SF ile iki kez elle tazyikle yıkanmalı ve sonrada Manifol ile basınca geçilmeli.

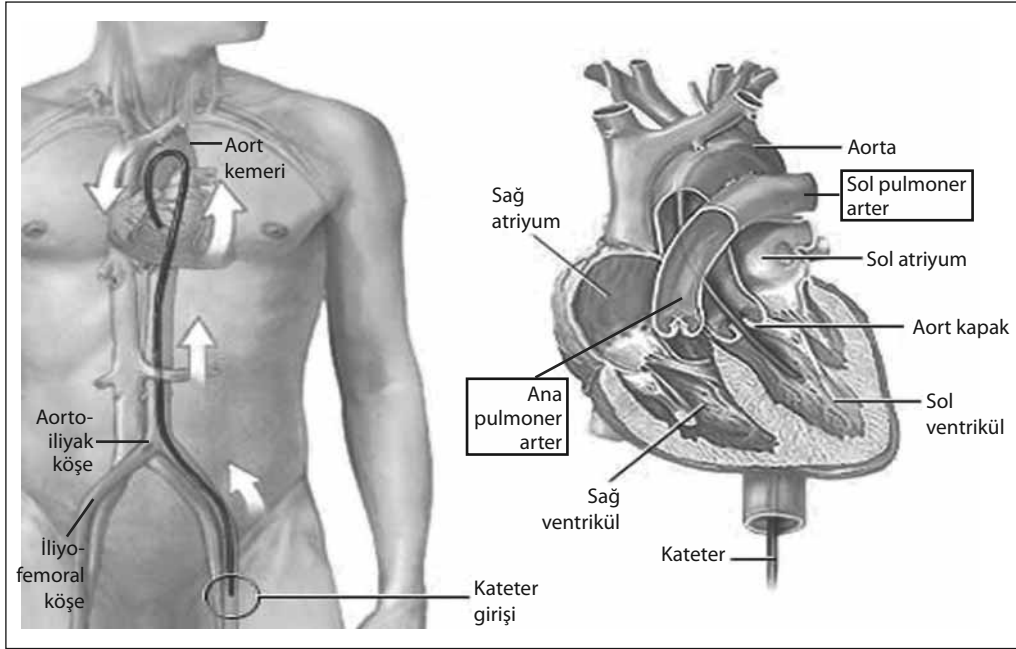
- Sol kalp kateterizasyonu için arteriyel kılıf sokulunca hemen acilen intravenöz heparinizasyon (5.000 U fraksiyone olmayan heparin) standart uygulamadır.
- Kateter artere önceden plastik kılıf yerleştirmeden uzun KT üzerinden direk sokulacaksa; ciltaltı yumuşak doku planlanan kateterden bir numara (F size) daha küçük teflon arteriyel dilatör ile kateteri sokmadan önce dilate edilmeli, damarı delen iğneden gönderilen KT telin ucu damara girişi açık tutmak için başta veya önceki kateter abdominal aortada bırakılmalıdır.
- Tel üzerinde kateter değişimi için; KT'nin arkası, proksimal bölümü bacağa doğru uzatılır ve burada sabit tutulur, böylece yeni kateter ilerletilirken ucunun aortada sabit kaldığından emin olunur.

#### **İşlemin pratik ipuçları:**

1. Perkutan girişim için işlem yapılacak damarın üzerindeki cilt kılları kesildikten sonra kateterizasyon masasına alınan hastanın gövdesi boynundan aşağıya ayak parmaklarının uçlarına kadar steril örtü ile örtülür.
2. Giriş yeri steril sabun ve dezenfektan (povidone-iodine/deterjan karışımı) ile temizlenir, işlem yapılacak damarı çevreleyen cilt ve ciltaltı dokusunun içine lokal- anestetik injekte

edilir. Lokal anestetik olarak genellikle 10-20 mL %1 lidokayin kullanılır. Lidokayinin femoral sinir üzerindeki etkilerinin sebep olabileceği karıncalanma veya bacaklarda geçici uyuşma ve hissizlik için hasta önceden uyarılmalıdır.

3. Arteri delme işleminde kullanılan yöntem *Seldinger tekniği* olarak da bilinmektedir: Sıklıkla göbeğinde kapak olmayan ön-duvar ponksiyon iğnesi cilde yavaşca sokularak cilt geçilir ve iğnenin ucu ile arterin pulsasyonu damarı delmeden önce hissedilir; iğne damara sokulduğu zaman dışarıdaki ucundan geriye pulsatil kan akımı gelmesi iğnenin ucunun arterin lumeninde bulunduğunu kanıtlar; bu aşamada iğne daha fazla ilerletilmemelidir, kan pulsasyonlarının kesilmesi damarın delinip geçildiğini (mıhlandığını) ve iğnenin lumeninden çıktığını gösterir; iğne yavaşca geri çekilerek tekrar lumene düşmesi sağlanmalıdır; giriş yerinde lokal kanama riski artmıştır, kateterizasyon sırasında sık sık kontrol edilmelidir, bu durumda heparin dozu azaltılabilir ve işlem sonrası kılıf çıkarıldıktan sonra daha uzun süre kompresyon gerekebilir.
4. Damara girilir girilmez floroskopi altında ucu esnek, elastiki 0.035" metal tel; kılavuz-tel (KT) iğnenin içinden geçirilerek damara, aortaya, kalbe doğru ilerletilir; daha sonra bir ucu damarda diğer ucu dışarıda olan KT'den ponksiyon iğnesi dışarı çıkarılır ve
5. Yaklaşık 15 cm uzunluğundaki içi boş (damar dışında kalacak ucu dışarıdan-içe doğru tek yönlü açık, içerden-dışarıya kapalı hemostatik kapaklı) genellikle 5-8 F çapında hemostatik uçlu **plastik- kılıf** ('*sheath*'), içerisine daha sert olan **dilatör** sokulur (Şekil 3); sonra da KT'nin damar dışındaki proksimal ucu kılıf-dilatör kompleksinin içine distal ucundan sokulup proksimalinden çıkarılır (kılıf-dilatör kompleksi telin üzerine geçirilir); telin dışarıdaki ucu sol elle tutulup sabitleştirilir ve kılıf- dilatör kompleksi sağ elle damara doğru sabit basınç uygulayarak itilir ilerletilir ve damara yerleştirilir.
6. Daha sonra, KT ve dilatör birlikte tek parça gibi çıkarılır ve kılıf damarda kalır. Hemostatik plastik-kılıf perkutan invazif girişim sırasında çeşitli KT ve kateterlerin arter yolu ile birçok kez kullanımını sağlar, aynı zamanda işlem sırasında ponksiyon yerinden aşırı kanamayı da önler. Özetle perkutan yolla artere yerleştirilen hemostatik uçlu plastik kılıf invazif girişimler sırasında güvenli damar yolu sağlar.
7. Plastik- kılıf damarın içine yerleştikten sonra, içinde hava veya pıhtı bulunma olasılığına karşı; kılıfın damar dışındaki hemostatik ucundaki yan koldaki iki-yönlü musluk ile kılıftaki kan çekilip atılır ve kılıfın içi heparinli serum fizyolojik (SF) ile yıkanır.
8. Kateteri kılıftan damara sokmadan önce hastaya kılıfın yan-kolundan yaklaşık 5,000Ü fraksiyone-olmayan Heparin bolus yapılarak hasta antikoagüle edilir; sonra da floroskopi altında kılıfın içinden damara (femoral – iliyak arter-abdominal aortaya doğru) sokulan ve aort kemerine ilerletilen uzun KT'nin üzerinden sol kalp kateterizasyonunda yapılacak işlem için gerekli kateterler geçirilerek sol kalbe doğru ilerletilir.
9. Sol kalp kateterizasyonu ve koroner anjiyografi için sırası ile *Pigtail* ve *Judkins'in* sağ ve sol koroner kateterleri, floroskopi altında femoral - iliyak arterler ve aorta yolu ile retrograd aort kemerinin köküne, aort kapak yaprakcıklarının üzerine kadar görerek ilerletilir, sonra da ilgili kateter içindeki KT çıkarılıp lumeni elle heparinli SF ile yıkandıktan sonra basınç ölçüm sistemine manifold ile bağlanarak ilgili kateterle tekniğine uygun olarak SV ve koroner arter ostiyumlarına sokulur (Şekil 9).



**ŞEKİL 9.** Femoral arter girişinden; abdominal- torakal aorta, aort kapak ve sol ventrikül girişi ile sol kalp kateterizasyonu ve "girişin zorlukları"; iliyo-femoral ve Aorto-iliyak açılı köşeler.

- Arteriyel yol ile sol kalbe doğru retrograd yolla ilerletilen tüm kateterler (özellikle ucu sivri koroner kateterler) hedefe kadar (aort köküne) KT üzerinden gönderilmelidir.
10. İstenen kardiyak işlemler tamamlanıp bittikten sonra kateterler ve plastik-kılıf sırası ile vucuttan çıkartılır.
  11. Damara giriş noktasına kanamayı önlemek için lokal basınç uygulanır, plastik- kılıf tanısal anjiyografiden sonra hemen, şayet işlem sırasında heparin verilmişse 4-6 saat aradan sonra çıkartılır. Hemostazis, el ile (10-20 dakika) veya *kompresyon cihazı* (*Femostop* gibi) kullanılarak sağlanabilir.  
Damar kapatma cihazları (*Angioseal* gibi) antikoagüle hastalarda plastik-kılıfın erken çekilmesini sağlar ve böylece kanama komplikasyonlarını da azaltabilir.
  12. Genellikle, kalp kateterizasyonundan sonra hasta hastanede 6-24 saat yatak istirahatinde kalır.  
Kateterizasyon yapmak için diğer alternatif damar giriş yolları; arter ve/veya vene "cut-down" ile (cilt disseksiyonu) girmektir; kateterin girişi için cilt altı kesilerek açıldıktan sonra damarda küçük insizyon yapılır ve işlem bittikten sonra burası dikilir. Bu yöntem günümüzde çok seyrek kullanılmaktadır.

## RADİYAL ARTERE GİRİŞ:

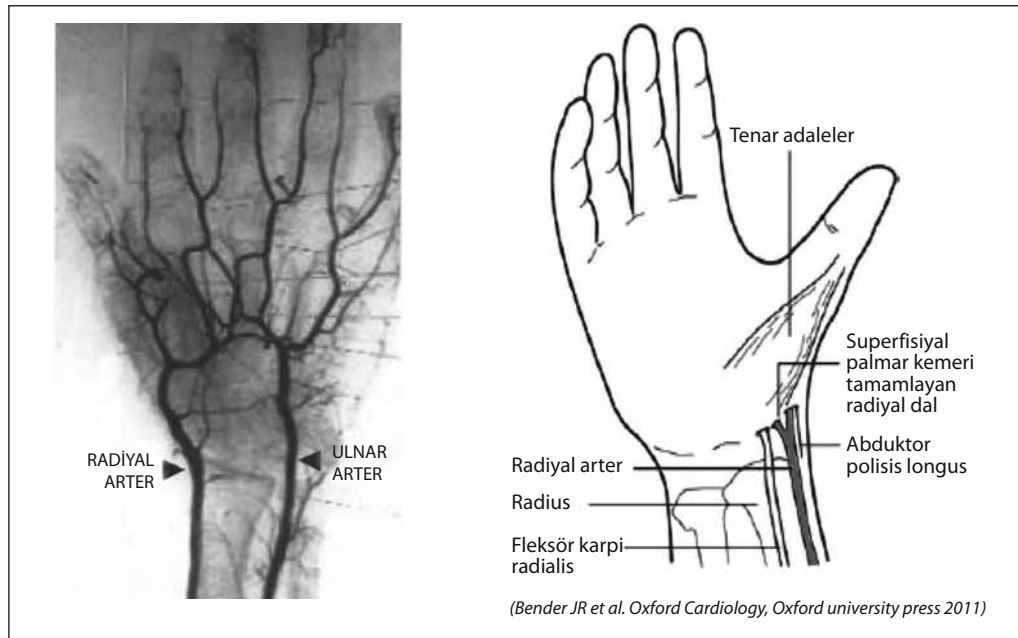
### Radiyal arterden arteriyel giriş yolunun hazırlanması

Günümüzde özellikle PKG'ye gitmesi beklenen (özellikle akut koroner sendromlarda) koroner tanısal ön anjiyografide radiyal arter girişi sık kullanılmaktadır. Femoral yola göre birkaç avantajı vardır; radiyal girişim ile vasküler komplikasyonlar daha az gelişmiştir, invazif girişimi takiben hasta hemen mobilize edilebilir.

- *Radiyal arterin kullanılabilmesi için temel kural;* radiyal girişe karar verilen hastalarda arteriyel pulsasyonların varlığını doğrulamak için radiyal arterin iyi palpe edilmesi (Şekil 10), sonra da yeterli ulnar akımı gösteren *Allen testi*'nin yapılmasıdır; ulnar arter ile güçlü akım sağlanamaması durumunda radiyal yaklaşım kullanılması kontraindikedir.

### Allen testi:

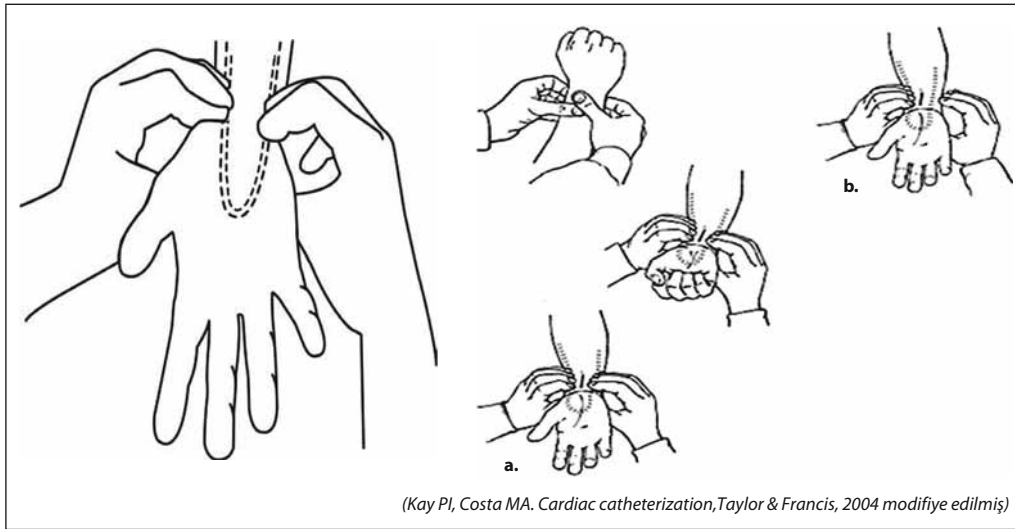
Elle kompresyon; (1) Radiyal ve ulnar arterler parmakla bastırılarak sıkıştırılır (Tablo 5, Şekil 11). Hastaya parmaklarını açıp kapaması söylenir; elde önce *beyazlama* olur. (2) Sonra, Ulnar arter bırakılır; elin avuç içi 10 saniye içinde normale dönüyorsa (ulnar dolaşımın sağlam olduğunu kanıtlar). *Allen testi Pozitif*dir. Radiyal yaklaşım uygulanabilir (Şekil 12).



**ŞEKİL 10.** Radiyal arter anatomisi: (solda)- Radiyal ve Ulnar arterlerin pozisyonunu gösteren arteriogram (sağda)- Radial arter anatomisi.

TABLO 5. Allen testi

| Kompresyon Testi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Pletismografi (Pulse oximetry ile)                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radyal ve ulnar arterler sıkıştırılır.</li> <li>• Hastaya parmaklarını açıp kapayarak yumruk yapması söylenir: Bu manevra elin beyazlaşmasına sebep olur.</li> <li>• Ulnar arter salınır</li> <li>* Elin avuççısının rengi 10 saniye içinde normale dönerse test "POZİTİFTİR". Ulnar dolaşımın tam olduğunu kanıtlar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pletismografi probu bağlanır (parmakucu oksimetri).</li> <li>• Radyal ve ulnar arterlerin ikisi de sıkıştırılır; – pletismografi eğrisi düzleşir.</li> <li>• Ulnar arter salınır.</li> <li>* POZİTİF TEST: Pletismografi eğrisinin normale dönmesi ulnar dolaşımın tam olduğunu gösterir.</li> </ul> |



**ŞEKİL 11. Allen testi.** (a) Şematize edilmiş kompresyon testi: Radyal ve ulnar arterlerin her ikisinde de elle sıkıştırılarak tıkanır. Hastanın eli yukarı kaldırılır, yumruğunu kapatarak sıkıca sıkması söylenir. Sonra hasta kolunu aşağı indirir ve elini rahatca açar. Elbileğinin fazla ekstansiyonuna engel olunmalı. Bu sırada her iki arterin sıkıştırılması idame ettirilir. (b) Ulnar arter üzerindeki baskı kaldırılır; elin renginin geri gelişi izlenir. Ulnar arter açık ve palmar kemer sağlamsa; renk 10 saniyede ele geri gelir. Gecikme 10 saniyeyi aşıyorsa; ulnar arterde yavaş doluşu veya tam olmayan palmar kemeri gösterir.

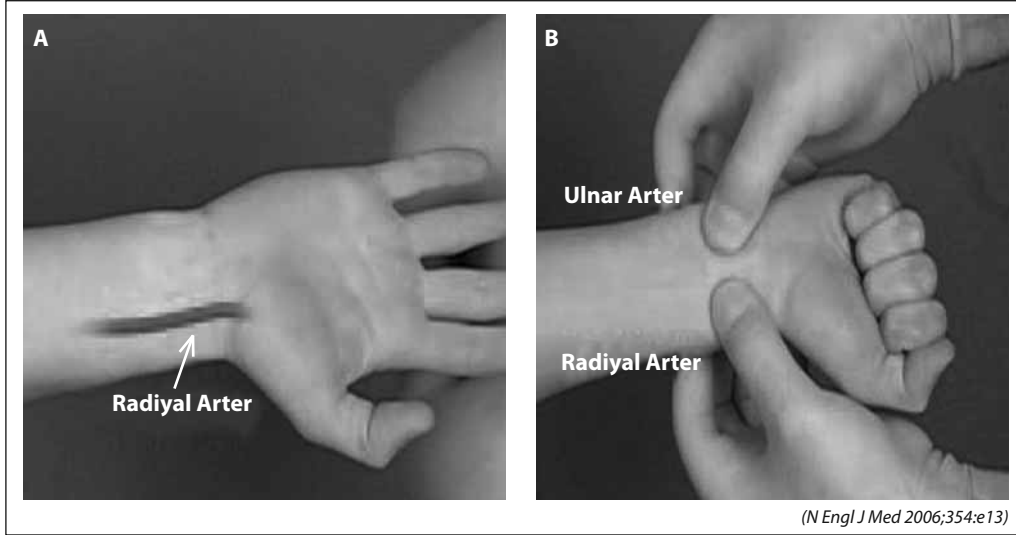
### Radiyal Artere Giriş:

Önce Allen testi yapılmalı; giriş yapılacak koldaki bilezik ve saat gibi tüm takılar çıkarılmalı; femoral arter girişindeki gibi işlem bölgesi (el bileğinin iç yüzü) tıraş edilmeli, steril örtülerle tüm kol parmaklara kadar örtülmeli ve giriş yeri açıkta bırakılarak dezenfektan ile silinmeli.

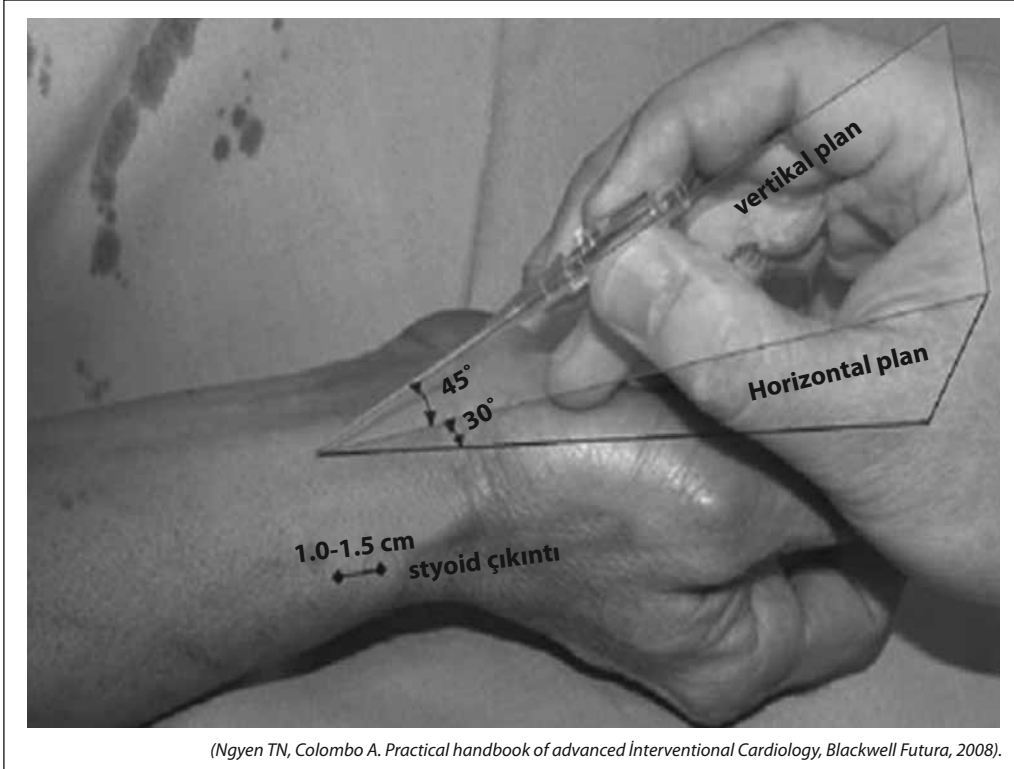
1. Cilt-cilt altı 1-2 mL %2 lidokain ile lokal anestetize edilir (25 no ince iğne ile), anatominin değişmemesi için elbileği ve önkol fazla eğilip bükülmemeli, sabit tutulmalıdır.
2. Doktor arteri işaret ve orta parmakları ile palpe etmelidir; palpasyonla radiyal arterin yeri tesbit edildikten sonra, arterin üzerindeki işaret parmak kaldırılarak 45 derece açıda iğne ile artere girilir; artere mümkün olduğunca daha proksimalden girilmeli ve fleksör retikuluma dikkat edilmelidir.

**Radiyal arter ponksiyonu:** Hastanın girişim yapılacak eli vücudunun yanına uzatılmalı, kateterizasyon masasına takılan ek-kolon üzerine yerleştirilir. Pozisyonu; avuç içi oblik olarak yukarıyı göstermeli, optimal ponksiyon yeri (Şekil 13)'de gösterilmiştir.

- Arter orta ve işaret parmak ile palpe edilmelidir; sonra da parmak kaldırılarak 45 derece açı ile arter delinmeli. Arter mümkün olabildiğince proksimalden delinmelidir. Fleksör retinakulumun (ve abduktör polisis longus tendonu) engellemesine dikkat edilmeli ve bertaraf edilmeli.
- Pulsatil akım sağlanınca, kılavuz tel iğnenin içinden damarın içine doğru ilerletilir.



**ŞEKİL 12.** Allen testi radiyal ve ulnar arterlerin okluzyonunda alternatif kollateral dolaşımın varlığını gösterir. Parmakları açık elin normal rengi normal dolaşımı işaret eder (A). Heriki arterin kompresyonu ile sıkılmış parmakların solması (B). (Solda) Radiyal arterin yeri. (Sağda)- Allen testi.



**ŞEKİL 13.** Radyal ponksiyonun yapılması için açılar. Vertikal ve horizontal düzlemlerde iğnenin giriş açıları.

**İşlemin teknik prensibi:** Arteriyel kılıfın rahatça geçmesini sağlamak için ciltte küçük insizyon yapılabilir; insizyon sırasında radyal arterin yaralanmamasına dikkat edilmelidir. Dolayısı ile insizyon transverden ziyade longitudinal planda yapılırsa arterin tam kesilme riskini azaltabilir.

- Uzun kılıf kullanılması kısa kılıfa göre radyal arter travmasını oldukça azaltır. Çoğunlukla tanısal anjiyografi için 5Fr, koroner girişim için 6Fr, bazen 4Fr kullanılır.
3. Ponksiyon iğnesinden geriye doğru pulsatil akım gelince kılavuz tel iğneden damarın içine doğru yavaşça ilerletilir.
    - Sonra da arteriyel -kılıfın geçmesini sağlamak için ciltte küçük bir kesi yapılabilir; arterin tam olarak kesilme riskini önlemek için kesi transversden ziyade uzunlamasına yapılmalıdır.
  4. KT arterde bırakılarak ponksiyon iğnesi çıkarılır ve dilatör-kılıf seti KT üzerinden yavaşça kaydırılarak ve itilerek artere yerleştirilir, sonra da KT ve dilatör birlikte kılıfın içinden çıkarılır ve kılıfın lumeni yan-kolundan heparinli- SF ile yıkanır.



### B. Venöz Girişin Sağlanması

Ven yolu girişi için kateterin içinden geçirilerek özellikle SĞKK için hedeflenen vene sokulacağı başı hemostatik olmayan plastik-kılıfın yerleştirileceği farklı lokalizasyonlu birçok ven kullanılmaktadır (internal juguler ven, subklaviyan ven, femoral ven gibi). Ancak, floroskopisiz yatakbaşı uygulamalarda giriş için kolayca bastırılabilen (kanama riskini azaltmak) ve pnömotoraks riski de çok az olan, (özellikle acil koşullarda) internal juguler ven (İJV) tercih edilmektedir. Geleneksel olarak kateterizasyon laboratuvarında, sağ kalp kateterizasyonu ve PAK'ın (pulmoner arter kateterizasyonu) damar girişi için genellikle sağ femoral ven yolu kullanılır. Diğer giriş yolları kullanım sıklığına göre sırası ile İJV, subklavyan ve antekübital venlerdir.

#### İşlemin Teknik Prensipleri:

Hastadan girişimin öncesinde rıza alınmalı ve girişimin major komplikasyonları hastaya anlatılmalıdır (Tablo 6).

- Hastaya PAK yerleştirilirken, giriş yeri neresi olursa olsun steril koşullarda hazırlanmalı ve hasta başından ayak parmaklarına kadar örtülmeli.

SĞKK'ye giriş yolunun hazırlanmasında intradüserin yerleştirilmesi için birçok yer kullanılabilir; ancak kolay bastırılabilen giriş yerleri tercih edilmelidir (femoral ven, İJV gibi). İJV'nin kolay sıkıştırılabilme ve çok düşük pnömotoraks riski gibi özellikle floroskopisiz acil koşullarda birçok avantajları vardır (Sayfa 56, Şekil 14). Önemli dezavantajları ise karotis arterinin kolayca delinebilmesi ve hasta başının hareketinin kısıtlanmasıdır.

#### FEMORAL VENE GİRİŞ:

Femoral venin diğer venöz giriş yerlerine göre; daha kolay girilebilme, üzerine bastırarak sıkıştırılabilme özelliği ve pnömotoraks riski olmaması gibi birçok avantajları vardır. Bu yolun dezavantajları ise; hastanın işlemde sonra saatlerce hareketsiz kalması, cilt-ciltaltı infeksiyonu ve venöz trombozis riskleridir. Bundan başka, teknik olarak femoral ven yolu ile balon uçlu Swan-Ganz kateterinin ilerletme güçlüğü, venin ponksiyonu sırasında lateraldeki yakın komşusu femoral arteri delme riski ve buna bağlı oluşacak komplikasyonlar da küçümsenemeyecek diğer dezavantajlarıdır.

**TABLO 6.** Sağ Kalp Kateterizasyonunun Komplikasyonları

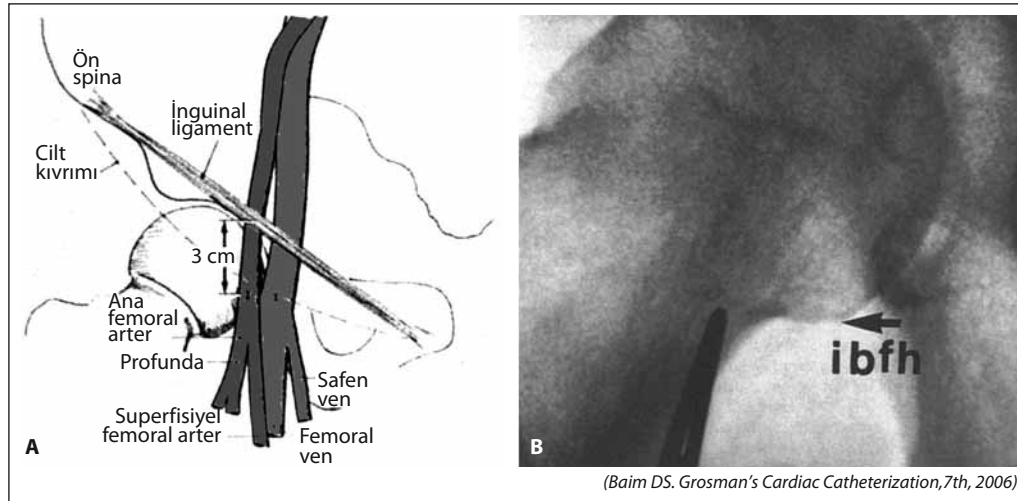
| İntradüserin sokulması ile ilgili                                                                                                                                                | Kateterin geçişi ile ilgili                                                                                                                                                                                  | Kateter ile ilgili                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Arterin delinmesi</li> <li>Giriş yerinde kanama</li> </ul>                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aritmiler (VEA, SVT, VF).</li> <li>AV Tam blok veya Sağ dal bloğu.</li> <li>Kateterin dolanması.</li> <li>Kapak travması.</li> <li>SağA/sağV perforasyonu.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Trombus oluşumu</li> <li>Tromboflebit</li> <li>Pulmoner arter infeksiyonu</li> <li>Bakteriyemi ± endokardit.</li> <li>Balon rüptürü ± embolizasyon</li> </ul> |
| <p><b>Juguler ve subklavyan girişlerinde</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pnömotoraks</li> <li>Sinir yaralanması/Horner sendromu</li> <li>Hava embolisi</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                      |

Kısalt: Supraventriküler taşikardi, VEA-Ventriküler erkenatım, SağA-sağ atriyum, SağV-sağ ventrikül.

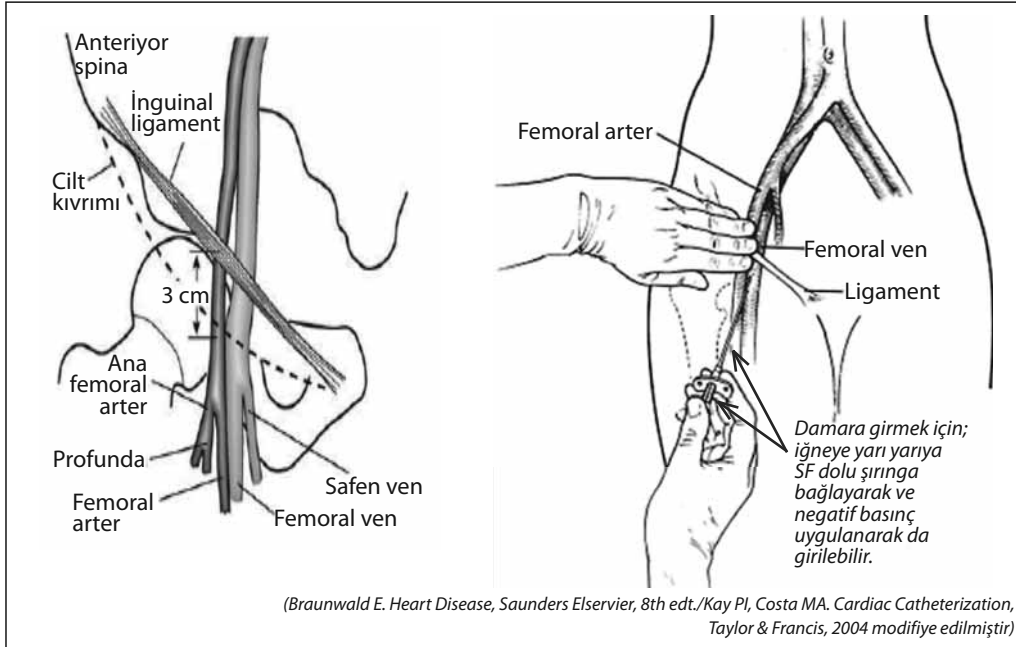
### İşlemin Pratiği ve Teknik ipuçları:

#### “Sağ Femoral Venden- Pulmoner Artere”

- İşlemin daha en başında karşılaşılan bir sorundan dolayı venöz giriş yeri değiştirilebilir, diğer kasığa geçilmelidir. Dolayısı ile, kateterin ilerletilememesi gibi girişte oluşacak sorunlardan zaman kaybını önlemek için daha başlangıçta her iki kasık hazırlanmalı; traşlanmalı ve povidone-iodine/deterjan karışımı ile fırçalanıp povidone-iodine solusyonu ile silinmeli, sonra da bölge steril örtü ile kuru kapatılmalı.
- Damarın doğru düzeyden delinmesi önemlidir; doğru giriş noktası inguinal ligamentin 1-2 cm altından olup herhangi bir sorunda giriş yeri floroskopi altında da belirlenebilir; femur başının inferiyor kenarından geçen cilt kıvrımı ile gösterilebilir, bu nokta işaretlenip hedef alındığında bu düzeyden iğnenin ana femoral artere girme şansı yükselir (Şekil 15).
- Femoral vene giriş için, önce inguinal ligament düzeyinde cilt çentiğinin birkaç santimetre üstünde veya altında sol elin işaret ve orta parmakları ile femoral arter vuruları palpe edilir. Femoral ven femoral artere paralel ve arterin 2 cm altında ve bir parmak mediyalindedir. Ven artere yakın durur, işlem sırasında hastaya yaptırılan *Valsalva manevrası* vene daha kolay girilmesini sağlar (Şekil 16).
- Bilateral kalp kateterizasyonunda iki damar girişi (arteryel ve venöz giriş) gerektiğinden ven arterden önce delinmelidir.

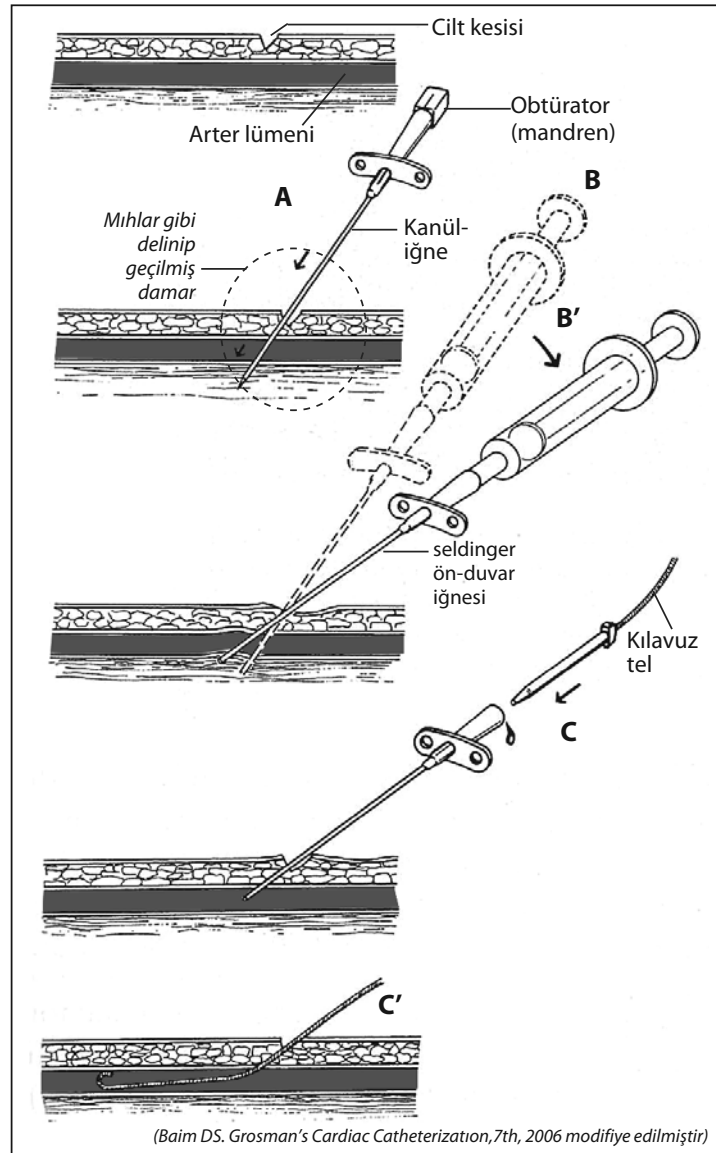


**ŞEKİL 15.** Perkutan femoral arteriyel ve venöz kateterizasyon ile ilgili bölgesel anatomi. (A)- Inguinal ligament altında sağ femoral arter ve venin gidişi; anterior superiyor iliyak spinadan pubik tüberküle gider. Arteriyel cilt çentiği ligamentin yaklaşık 3 cm altında ve direk olarak femoral arteriyel pulsasyonların üzerinde bulunur; venöz cilt çentiği aynı düzeyde, fakat bir parmak daha mediyalde yerleşmiştir; hastaların çoğunda bu nokta kabaca cilt kıvrımının karşılığıdır, inguinal ligamentin anatomik lokalizasyonu rölatif olarak daha sabit işaret sağlar. (B)- Cilt çentiğinin floroskopik lokalizasyonu (klampın ucu ile işaretlenmiş). Femoral başın inferiyor kenarı (ibfh).



**ŞEKİL 16.** (Solda)- Femoral arter ve venin bölgesel anatomisi. (Sağda)- Şematik Femoral vene giriş tekniği: İnguinal ligamentin 2 cm altında arteriyel nabız palpe edilir; femoral ven arteriyel nabızın yaklaşık bir parmak mediyalinde lokalize edilir.

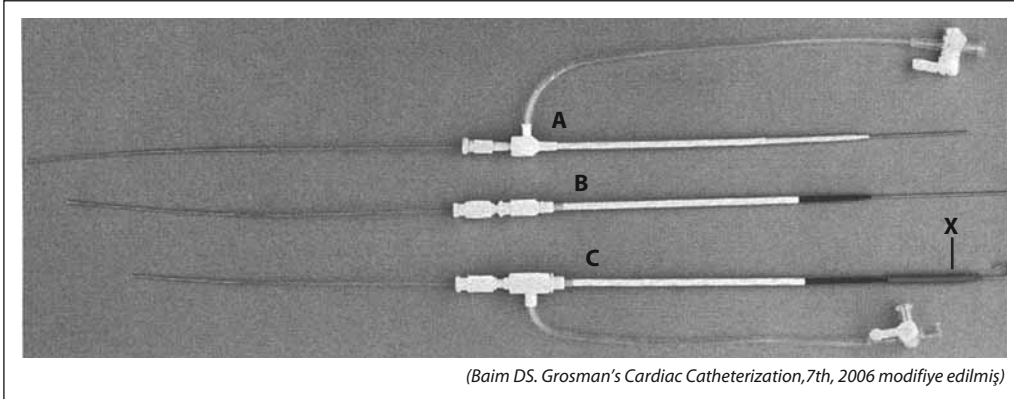
- Ligamentin altında sol el ile femoral arter palpe edilmeli ve iğne cilt çentiğinin daha mediyalinden sokulmalı. İğne elle uygun şekilde kavramalı; işaret ve orta parmaklar iğnenin kenarlarının altından yakalamalı ve başparmak iğnenin (İki parçalı Seldinger iğnesinin göbek kapağı) üzerinde kalmalı; bu şekilde iğne sagittal plan ile sefalik 45 derece açıda ilerletilir. İğne fazla ilerletilmemeli ve pelvik kemiklerinin çok hassas olan periostuna ulaşmadan daha yüzeyde durdurulmalıdır.
- Bazı doktorlar Seldinger iğnesinin göbek tıkaçını çıkarıp iğneye 10 ml şırınga takarak iğneyi bastırırlar, böylece iğne uyluğun ön yüzüne daha yakın, vene dikeyden ziyade daha paralel duruma gelir (Şekil 17). Ciltaltına sokulan Seldinger iğnesi şırınga ile (negatif basınç uygulayarak) hafifce aspire edilerek cilde doğru geri çekilir. Vene delip geçen (mıhlayan) iğnenin ucu lumene geri düşünce venöz kan rahatca şırıngaya dolar.
- Seldinger iğnesi yerine arkasına SF ile doldurulmuş şırınga takılan 18 no ön-duvar ponksiyon iğnesi de kullanılabilir; bu şekilde iğne ile vene ön duvarından direk girilebilir (vene mıhlar gibi- ön yüzünden girip arkasından çıkmak gerekmez).
- Vene giren iğne sol el ile stabilize edildikten sonra şırınga sağ el ile çıkarılır ve 0,035-0,038 inç J uçlu kılavuz tel iğnenin göbeğinden sokularak dirençle karşılaşmadan venin içine doğru 30 cm ilerletilir. İğnenin içine sokmak için KT gövdesi sağ elle tutularak elastik ucu işaret ve baş parmakla sıkıştırılıp ileriye doğru gerilip düzleştirildikten son-



**ŞEKİL 17. Seldinger tekniğine göre venöz ponksiyon.** Yüzeysel küçük deri insizyonu girişim yapılacak venin üzerine örten ciltte oluşturulur; burası sert obtüratörü (kapağı) yerine sokulmuş Seldinger iğnesi (iki parçalı; dışta kanül-iğne içinde obtüratör, kapak veya mandren) ile ponksiyon edilir; ponksiyon tekniği; üsteki çizimde damarın “mıhlar” gibi ön ve arka duvarlarının ikisinde birden körleme delinip geçilmesidir (**A**). Çizimin ortasında (A-B arasında), obtüratör kanül-iğneden çıkarılır ve kanül-iğne şırıngaya takılır (**B**). Şırınga uyluğun önyüzüne doğru hafifce bastırılır (**B'**); kanül-iğnenin ucunun (şırınganın aspirasyonunda kan gelmemesi sonucunda) geri damar lumenine girmesi için yavaşça geri çekildiği sırada bu pozisyon kanül-iğnenin damar ile aynı eksende hizalanmasına yardımcı olur; damara giriş kanül-iğnenin arkasına takılı şırıngaya venöz kanın aniden serbestçe gelmesi ile tanınır; bundan sonra J uçlu kılavuz telin yerleştirilmesi için şırınga kanül-iğneden çıkarılır (**C**). KT damarın içine ilerletilince, iğne- kanül tel ucu bırakılarak çıkarılabilir (**C'**).

ra iğnenin göbeğinden sokularak ven içine doğru ilerletilir. Floroskopide KT'nin ucu vertebranın solunda (hastanın sağında) kalmalıdır. Şayet KT'nin ilerletilmesi sırasında dirençle karşılaşılırsa KT'yi ilerletmek için fazla zorlamamalı. Floroskopide, KT'nin ucunun küçük lomber dallardan birine girdiği görülebilir. Geri çekilip iliyak vene düşünce yeniden yönlendirip ilerletilebilir. KT'ye direnç iğnenin ucunda veya ötesinde ise, iğnenin ucu venin arka duvarına yaklaşmış olabilir, KT iğnenin göbeğinden çıkarılmalı iğne hafifce geri çekilip daha fazla bastırılarak (yatay duruma getirilerek) pozisyonu düzeltililebilir. Manevraya rağmen KT rahatca ilerlemiyorsa sonunda iğne çıkarılıp 1-3 dakika giriş yeri bastırıldıktan sonra diğer taraftan işlem yeniden denenmeli.

- KT vene girdikten ve yerleştikten sonra, iğne çıkarılıp telin cilde giriş yeri üzerine sol elle bastırılarak KT güvene alınır; dışarıdaki ucu ıslak gaz bezi ile silinir ve ucu kılıf- dilatör kompleksine (Şekil 18) ucundan sokulur ve kompleks, tel üzerinde sağ elle tek parça şeklinde tutulup progressif olarak döndürerek (burgulayarak) ilerletilerek yumuşak dokudan geçer. Bu sırada KT'nin proksimal ucu kontrol edilmeli diğer elle gergin ve sabit tutulmalı, kompleks ile birlikte hareket etmemeli (diğer elle sabitleştirilmeli). Direnç ile karşılaşıldığında kılıfın içindeki sert dilatör çıkarılmalı ve önce dilatör ile ciltaltı geçilmeye çalışılmalı (dilatör KT'nin üzerinde ileri-geri cilde sokup çıkarılarak, kılfa giriş tuneli hazırlanabilir), sonrada kılıf-dilatör kompleksi KT'nin üzerinde vene rahatca sokulur.
- Vene girildikten sonra KT dilatör ile birlikte çıkarılır; vende bırakılan kılıfın lumeni yan-kolundan heparinli SF ile yıkanır. Venöz giriş kılıflarının başı hemostatik olmadığından

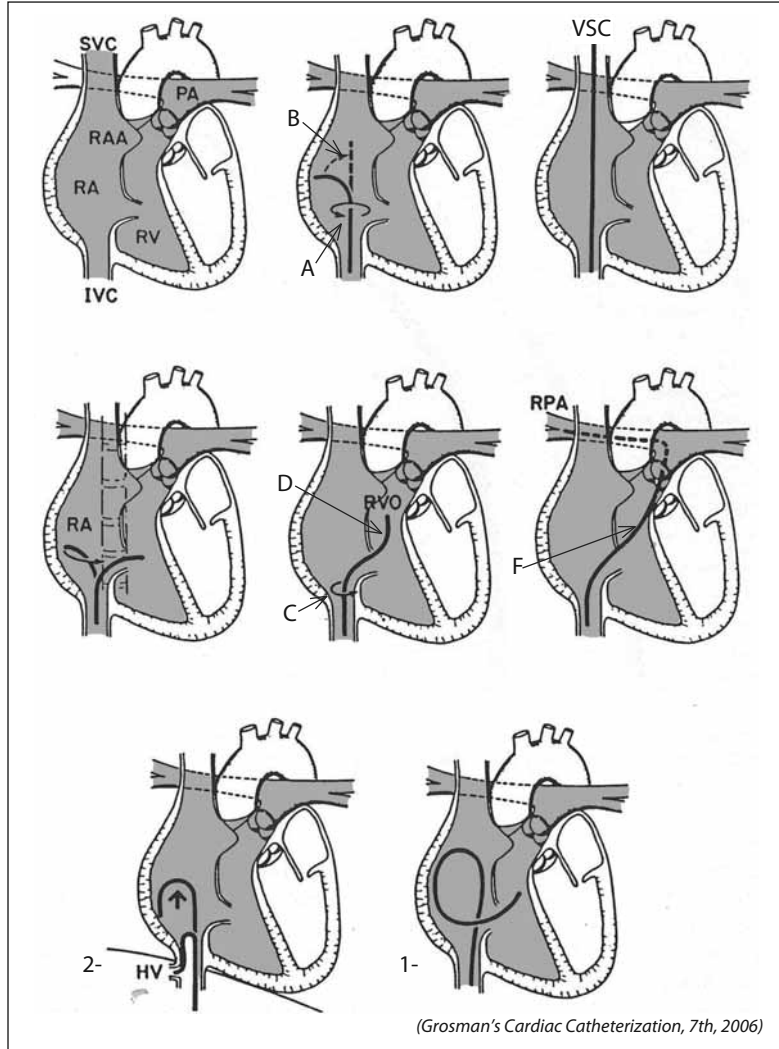


(Baim DS. Grosman's Cardiac Catheterization, 7th, 2006 modifiye edilmiş)

**ŞEKİL 18. Damar kılıfları:** iç-içe geçirilmiş kılavuz tel, dilatör ve kılıf seti; venöz kılıfın hemostatik başı ve yan kolu olmadığından içinden dilatör çıkarılınca dışarıya doğru kanama olabilir (B), lumeni de yıkanamaz. Bu tip kılıf daha çok venöz girişlerde tercih edilmektedir, damara yerleştirildikten sonra arkasına içi heparinli SF ile yarı-yarıya doldurulmuş şırınga takılır. (Üstte)- İçine dilatör ve kılavuz tel yerleştirilmiş Hemostatik başlı ve yan-kollu kılıf-seti (C). Hemostatik başından dolayı damara çıkınca dışarıya kanama olmaz, yan-kolundan lumeni yıkanabilir; bu tip kılıf çoğunlukla arteriyel girişlerde kullanılmaktadır (A). (A)- Uzun dilatör, j uçlu kılavuz tel ve telin J ucunu düzleştirerek iğnenin içine girişini kolaylaştıran sert yardımcı kılıf (X) ve en dışta hemostatik başı olmayan, yan-kollu kılıf-seti (C). Bu tip uzun dilatörlü kılıflar kıvrımlı ve uzun yolu olan venlere girişte tercih edilmektedir (sol subklavyan gibi).

içinden dilatör çıkarıldıktan sonra parmak veya şırınga ile kapatılmalı.

- Seçilen venöz kateter (Cournand, MP) lumeni yıkanıp ucu venöz Manifold (iki musluklu basınç ölçme ve heparinli SF ile yıkanabilen ve kan örneği alma muslukları) veya heparinli SF ile yarıyariya dolu şırıngaya bağlandıktan sonra kılıfa sokulup floroskopi altında vena kava inferiyora (VKİ), sağA'ya (sağ atriyum) doğru ilerletilir. Bacaktan sağ femoral yol ile ilerletilirken kateterin ucunun paraspinöz (omurganın yanlarına) sapması kateterin renal veya hepatik vene girdiğini gösterir, kateterin hafifce geri çekilip döndürülmesi ile düzeltilebilir.
- Kateter diyaframın üstüne ve sonra da sağA'ya geçince; kateter sağA'nın lateral duvarına doğru saatin-terci yönünde döndürülür ve hafifce ilerletilir (Şekil 19). Saatin terci yönünde bir defa daha rotasyon yapılması kateterin ucunun sağA'nın posterolateral duvarına komşu vena kava superiyora (VKS) girmesini sağlar. Bu pozisyonda kateterin ucunun öne yönelmesi sağA apendiksinde yakalanmasına sebep olabilir; böylece VKS'ye girilemez; bu sorunu aşmak için kateter VKİ'ye geri çekilip içine uzun 0,035 inç J uçlu KT sokularak VKİ'den VKS'ye sağA duvarı boyunca düz çizgi gibi (kateterin ucu da apendiksten kurtarılacak) geçirilir, sonra kateter VKS'ye yerleşen KT üzerinde ilerletilip yukarıya VKS'ye yerleştirilir; buradan O<sub>2</sub> satürasyonu için kan örneği almak için KT kateterin içinden çıkarılarak kateterin içi heparinli SF ile yıkanır ve KS'den sağA'ya doğru geri çekilip basınç kaydedilir.
- Kateteri femoral venden ilerletip sağA'dan PA'ya girmek için; kateterin ucu önce sağA'nın aşağı bölümüne yerleştirilmeli, lateral kenarına doğru yönlendirilmelidir. Balonlu kateter kullanılmışsa bu noktada balon şişirilmelidir (genellikle subklavyan veya juguler ven yolu ile). Femoral venden gelen ve sağA'nın aşağı bölümüne yerleştirilen kateter saat-yönünde döndürülür; kateterin ucu triküspid kapağın bulunduğu sağA'nın anterior ve anteromediyal duvarını süpürerek çevrilir;
- Kateterin ucu triküspid kapaktan geçince, hafif itiş ile sağV'ye girişi sağlanır, sağV basıncı kaydedilir. SağA büyümüşse, kateterin ucu sağA'da daha büyük eğrilik yapabilir (J kulpu"). Bu kulp kateterin ucunun eğilmesine sebep olabilir, büyük kulplarda saat-yönünde kateterin döndürülmesi ile ucu sağV'ye girebilir. SağV'deki kateterin basitce ilerletilmesi ile ucu sağV boşluğunun apeksine doğru gider. Bu pozisyonda kateter genellikle PA'ya girmez. Bunun için kateter yavaşca geri çekilerek ucu horizontalleştirilir, floroskopide vertebranın sağında (hastanın solu) kaldığı görülür. Bu pozisyonda kateter saat-yönünde döndürülünce ucu yukarıyı (hafifce arkayı) sağV çıkış yolu yönünü gösterir. Bu pozisyona getirilen kateter ilerletilir, bu sırada hastanın derin nefes alması kateterin ilerletilmesini kolaylaştırır. Bu manevra büyümüş sağ kalp boşluklarında PA'ya giriş için yetersiz kalmışsa; kateter sağA'ya geri çekilip büyük ters kulp oluşturulur, böylece ucu yukarı doğru yönlendirilmiş kateter sağV çıkış yoluna daha kolay girebilir ve triküspid kapaktan rahatça geçebilir (yukarıda tarifi yapılan sağ kalp kateterizasyonuna benzer şekilde).
- Uygun şekilde manevra yapıldığında kateterin ucu pulmoner kapaktan geçip PA'nın içerisinde uca doğru zorlanmadan ilerler.

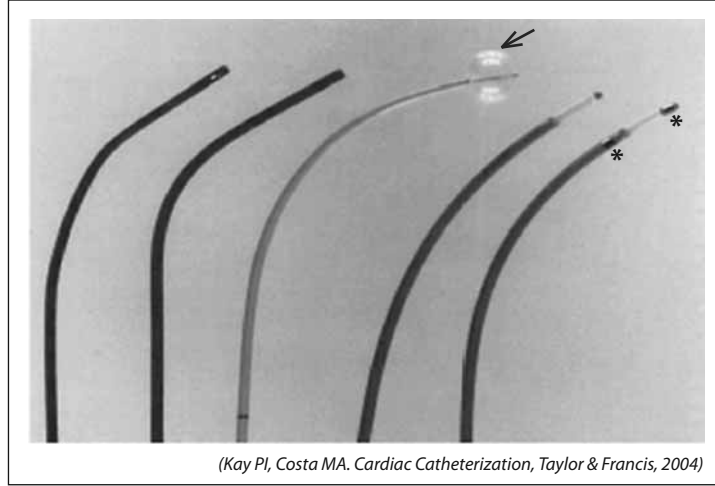


(Grosman's Cardiac Catheterization, 7th, 2006)

**ŞEKİL 19. Femoral venden sağ kalp kateterizasyonu:** (Üst sıra)- Sağ kalp kateterin ucunu başlangıçta lateral atriyal duvara yönlendirilerek sağ atriyum (RA) yerleştirilir. Vena kava superiyorum (VCS) içine ilerlemesi için kateter "saatin tersi yönünde" döndürülerek posteriyora yönlendirilir (A). Şekilde belli olmayan, kateterin "saat yönünde" döndürme ile anterior yönlendirilmesi sağ atriyal apendiks (RAA) içine ilerlemesine neden olur, VCS kateterizasyonunun önüne geçilmeli. (B)

(Orta sıra)- Kateter sağ atriyum içine geri çekilir ve laterale yönlendirilir. "Saat yönünde" döndürme ile (C) kateterin ucu anteromediyale doğru çevrilir ve triküspid kapaktan geçer (F). Omurganın ötesine horizontal yönelmiş kateter ucu; sağ ventrikül çıkış yolunun (RVO) altına yerleştirilir (D). İlave olarak, "saat yönünde" döndürme kateterin ucunun (yukarıya doğru) dikleşmesine sebep olur, ana pulmoner artere (PA) ve sağ PA (RPA) içine ilerlemesini sağlar.

(Alt sıra)- Dilate olmuş sağ kalbin kateterizasyonunda iki manevra faydalıdır. (1-) triküspid kapağa ulaşması için ucuna aşağıya yönelmiş büyük kulp gerekebilir, (2-) hepatik ven (HV) içinde kateterin ucunun yakalanması ile şekillendirilebilir ve sonra kateter hızla sağ atriyumun içine ilerletilir. "Ters kulp tekniği" (altta sağda), kateterin ucunu yukarı doğru, çıkış yoluna yönlendirir.



**ŞEKİL 7.** Sağ kalp kateterleri. (Soldan-sağa)- Goodale-Lubin, Cournand kateteri Balonlu (↓) kateter Swan-Ganz Baim-Turi kateteri ve bipolar elektrodları (\*).

### İşlemin Pratiği ve Teknik İpuçları:

*Sağ femoral ven palpe edilen femoral arteriyel pulsasyonların 0.5-1.0 cm mediyalindedir.*

1. Sağ Femoral vene giriş; femoral venin yerini belirlemek için önce 18 no'lu Gauge) iğne SF ile yarıya yarıya doldurulmuş şırıngaya takılarak femoral arter pulsasyonlarının 0.5-1.0 cm iç yanı ponksiyon edilerek (gerekirse birkaç kez) femoral venin yeri saptanır,
2. Sonra da belirlenen yere daha büyük no'lu (büyük çaplı, kalın) iğne ile girilir, iğne belirlenen ven yerinde yavaşça ilerletilirken SF ile kısmen dolu şırınganın pistonundan devamlı negatif basınç (aspirasyon) uygulanır; böylece ven delip geçilmeden (mıhlanmadan) fark edilebilir.
3. Femoral ven kanın iğnenin lumenine girmesi ile koyu venöz kan rahatca aspire edilir; sonra da 0.035" kılavuz tel ucu ven lumenindeki iğneden venin içine geçirilir ve (arteryel giriş yerinin hazırlanması gibi) KT vende bırakılıp iğne çıkarıldıktan sonra plastik-kılıf KT'nin üzerinde kaydırılarak femoral vene yerleştirilir ve en sonunda KT kılıfın içinden çıkarılır ve kılıfın yan-kolundan lümeni heparinli SF ile yıkanır.
4. Uç bölümü önceden (imalattan) eğilerek şekillendirilmiş MP, Cournand gibi ucu delik kateter (Şekil 7) plastik- kılıfın içinden geçirilerek vene sokulur ve floroskopi altında (standart manipulasyonlar kullanılarak), femoral ven, vena kava inferior (VKİ) ile antegrad yolla sağ atriya ulaşılır, sonra da triküspid ve pulmoner kapaklardan geçilerek sırası ile sağV ve pulmoner artere (PA) girilir, en sonunda pulmoner arter ucunda pulmoner kapiler uca (PKU) gelinir. Bu boşluk ve damarlardan sırası ile oksijen satürasyonu için kan örnekleri ve basınç kayıtları alınır.



## SANTRAL VENÖZ KATER YERLEŞTİRME TEKNİĞİ

### İnternal Juguler Ven:

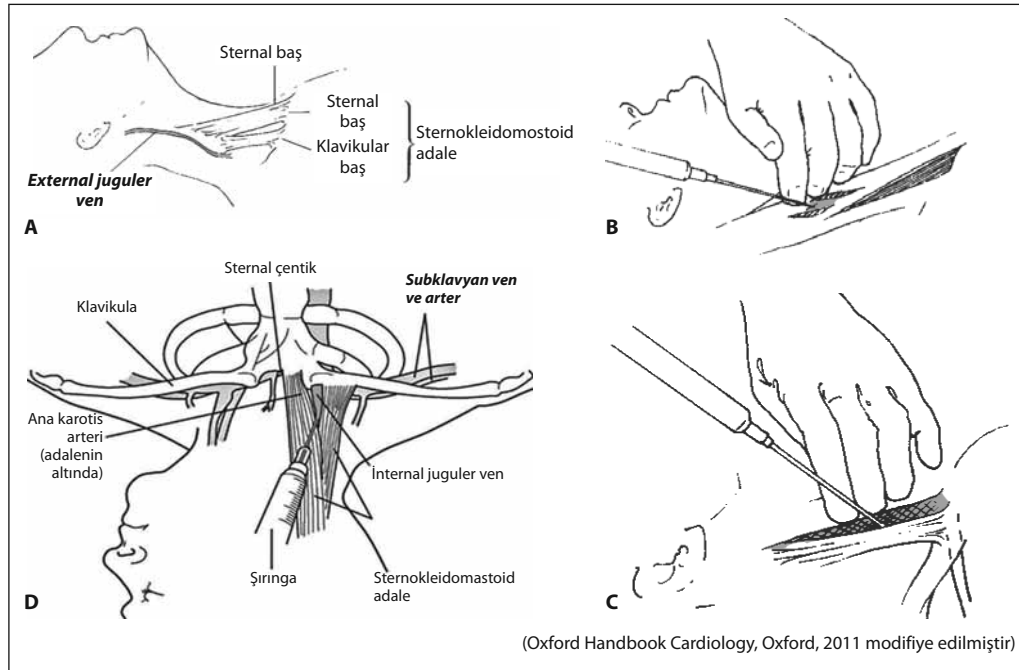
#### Anatomisi:

İJV, karotis kınında karotis arterinin tam posterolateralinde gider ve boyunun üst bölümünde, sternokleidomastoid adalenin (SKMA) mediyalinde yatar ve anterior skalen adalenin mediyal kenarına yakın subklavyan vene girer (Şekil 14A).

#### İşlem ve Teknik Prensipleri:

İJV'ye anterior veya posterior yaklaşımla girilebilir. Ven sağ atriya direkt girdiğinden genellikle sağ taraf tercih edilmektedir. Trendelenburg pozisyonundaki hastaya daha kolay girilir (Şekil 14D).

- Anterior yaklaşımda; sternokleidomastoid adalenin iki başı ve klavikula arasındaki üçgen kullanılır (Şekil 14B). Doktor ponksiyon için kullanmadığı diğer elinin işaret parmağını yerini belirlemek için her zaman karotis arterin üzerine yerleştirilmeli ve arteri mediale doğru çekmelidir.



**ŞEKİL 14.** İnternal juguler ve subklavyan venlerinin yerleri ve kateterizasyon tekniği: **A-** Eksternal ve internal juguler venin anatomisi; **B-** Anterior yaklaşım: Çene orta çizgide; sternokleidomastoid adalenin sternal başı üzerinden cilt delinir. **C-** İnternal juguler ve subklavyan venlerinin yerleri. **D-** Santral yaklaşım: Çene karşı tarafa döndürülür ve sternokleidomastoid adalenin iki başı arasından cilt delinir.

- İğne önceden belirlenen üçgenin tepesine sokulmalı ve karşı tarafın meme başına doğru 45 derece açı ile ilerletilmelidir. Vene genellikle cilt yüzeyinden 3-5 cm derinde girilebilir. Komplikasyonları en aza indirmek için; büyük delikli kateter iğnesi (16 no) kullanılmadan önce ven daha ince iğne ile test ponksiyonu ile bulunabilir. Şayet vene kolayca girilememiş veya anatomik yeri kötüyse; ultrasound kullanılabilir.
- Hastanın başının kaldırılması İJV'nin yerinin daha iyi görünmesini sağlar.
- İJV'ye girilince, introdüseri yerleştirmek için önce venin lümenine yerleştirilen *kılavuz-tel üzerinden kaydırılarak ilerletilen kateter* yaklaşımı kullanılmalıdır. Kılavuz-tel venin içindeki iğnenin içinden kolayca damara geçebildiğinden bu teknikle damarın yaralanması en aza indirilebilir (femoral vendeki gibi). Prensip olarak iğnenin içinden iterken KT hiçbir zaman zorlanmamalıdır, şayet gitmekte zorlanıyorsa; ucu vende olan iğneye şırınga tekrar takılmalı ve iğne ucunun damarda olduğundan emin olmak için kan çekilmelidir.

### ***İşlemin Teknik İpuçları***

1. İJV'ye girmek için üç temel yaklaşım bulunur; SKMA'nın mediyalinden, SKMA'nın iki başı arasından veya SKMA'nın lateralinden girmek.
  - Karotis arteri, tiroid kartilajı düzeyinde ve SKMA'nın sternal ve klavikular başları arasındadır; İJV tam lateralinde olup buna paraleldir.
2. Bir elin parmağı karotis pulsasyonunun üzerinde tutulur; cilt içi lokal anestetik ile infiltre edilir; bu sırada bunun tam lateralinde bulunan İJV lokal anestetik injekte edilirken burada olup olunmadığından emin olunmalıdır (ince uçlu iğne ile delinerek yeri kontrol edilebilir).
  - İdeal olarak, ven önce ince uçlu iğne ile bulunmalı; iğne cilde 45 derece açı ile ve şırınga ile yavaşça negatif emme ile ilerletilmeli; hedef karşı tarafın meme ucu ve karotis nabızın lateralidir.
3. Şayet ven bulunamazsa, iğne yavaşça geri çıkarılmalı, bu sırada şırınga ile negatif emme sürdürülmeli (ven farkına varmadan delip-geçilebilir; ven 'mıhlanmış' olabilir). Sonra da arama hafifce daha mediyalde tekrar denenebilir.
4. Venin yeri belirlenince, şırınga introdüser-iğne ile değiştirilir ve; KT vene geçirilir.

### **Eksternal Juguler ven:**

- Standart İJV girişinin alternatifi posteriyor yaklaşımdır; bu yaklaşımın avantajı karotis arterin delinme riskini en aza indirmesidir.

### ***Venin lokalizasyonu:***

Önce eksternal juguler ven (EJV) belirlenir ve EJV'nin SKMA'nın lateral kenarından geçtiği noktanın 1 cm yukarısından İJV'ye girilir.

- Giriş için bir başka posteriyor yaklaşım yöntemi; SKMA'nın posteriyor kenarı boyunca, klavikulanın iki parmak üzerindendir. İğne manubrium sterninin üst bölümünün ön yüzüne doğru yönelmeli.

### Subklavyan ven:

Hastanın bu yol ile daha fazla rahatlığı bulunur ve vene kolayca girilir. Bununla birlikte, özellikle KOAH'lı ve mekanik ventilasyondaki hastalarda pnömotoraks ve subklavyan artere girilme riski yüksektir.

- Subklavya veni klavikulanın tam altında yatar. SKMA'nın başı subklavyan vene giriş yeridir. Yerini daha iyi yer belirlemek ve plevradan veni ayırmak için sarılmış havlu veya yastık skapulalar arasına hastanın sırtına yerleştirilebilir. Subklavyan vene giriş için iki yaklaşım vardır; infraklavikular ve supraklavikular.

#### *Venin lokalizasyonu:*

Daha sık kullanılan infraklavikular yaklaşımda: İğne klavikulanın altına sternokleidomastoid adalenin 1 cm lateralindeki giriş noktasına sokulur; sonra iğne horizontal klavikula paralel olarak suprasternal çentiğe doğru ilerletilir (Şekil 20).

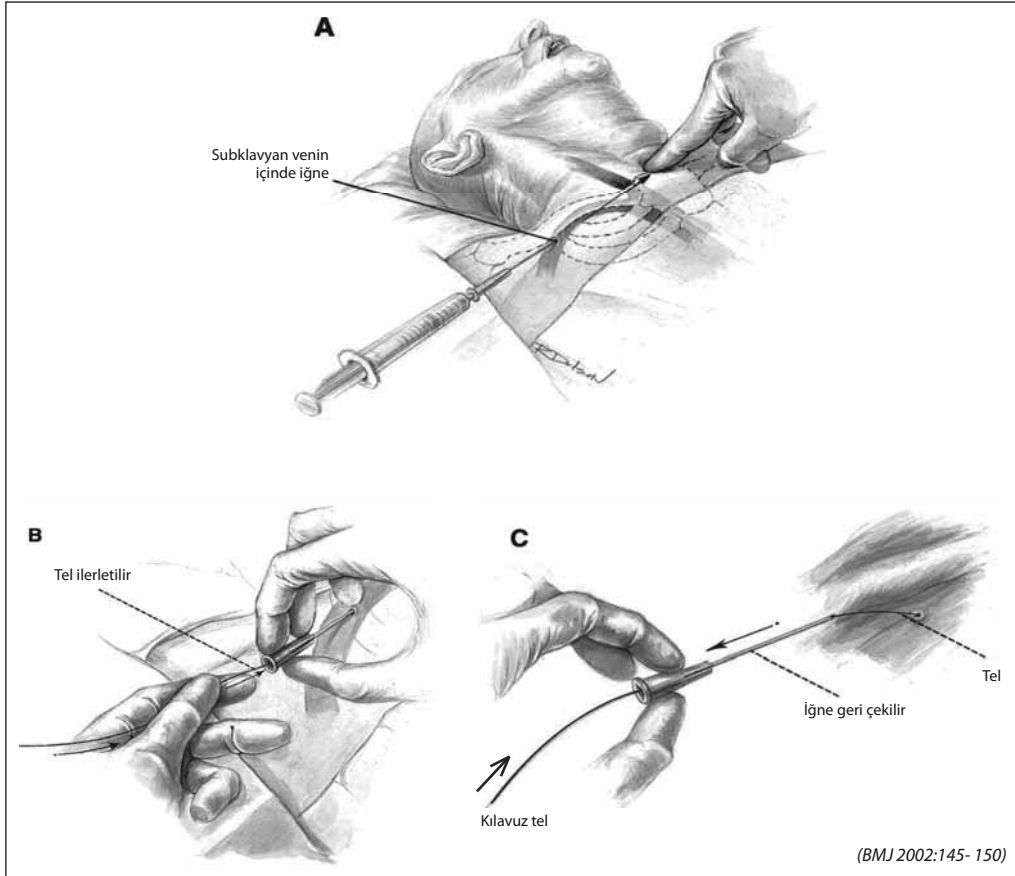
- *Supraklavikular Yaklaşım:* Vene yukarıdan girilir. Sternokleidomastoid adale ve klavikula açısı oluşturur ve bu noktada iğne 45 derece açı ile sokulur (Şekil 21). Ven bu noktada cilt düzeyinden 2 cm'den daha fazla derinde değildir. Şayet girilen damarın arter veya ven olduğu belirsizse; veni arterden ayırt etmek için introdüser ile dilate edilmeden önce iğne basınç ölçme sistemine bağlanarak basınç alınır veya kan gazı bakılır.

#### *Vasküler anatomi:*

Aksiler ven birinci kaburga kemiğinin lateral kenarında Subklavyan ven (SCV) olur ve klavikulanın 3-4 cm altına derine uzanır ve aynı tarafın İJV'si ile birleşerek sternoklavikular eklem arkasında brakiosefalik veni oluşturur. Subklavyan arter ve brakial pleksus arkaya doğru uzanır ve anterior skalen adale ile venden ayrılırlar (Şekil 22). Frenik sinir ve internal mamaria arteri SKV'nin medial bölümünün arkasında durur ve solunda torasik duktus uzanır.

#### *İşlemin teknik ipuçları:*

- Hasta Trendelenberg pozisyonunda olmalıdır.
  - *Giriş yeri;* klavikulanın orta 1/3 ve medial 1/3'nün kavşağının 1 cm altındadır.
1. Mümkünse sarılmış bir havlu tomarı veya yastık sırtı skapula ve vertebral sütunun arasına yerleştirilmeli.
  2. Dezenfektan (iodine, chlorhexidine gibi) ile cilt temizlenmeli.
  3. Cilt ve subkutan dokular ve klavikulanın inferiyör kenarının periostiyumu (vene girilmediğinden emin olarak) lokal anestezi ile infiltre edilmelidir.
  4. 10 mL şırınga ile intradüser-iğne sokulur, yavaşça klavikula altına yönelir ve alt kenarına değmeden klavikula geçilene kadar altından dolaştırılır. Bu yöntemde iğne plevranın kubbesinden uzak tutulmalıdır. İğne şırıngadan devamlı negatif basınç uygulayarak (aspire ederek) yavaşça ilerletilerek klavikula'yı sıyrıp altına geçince karşı tarafın sternoklavikular eklemine doğru yönlendirilmeli ve ilerletilmeli.
  5. Venöz kan gelince iğnenin eğimi kalbe doğru döndürülür. Bu şekilde, KT'nin yukarıya İJV'den ziyade aşağıya brakiosefalik vene geçmesi sağlanır. KT venin içine kolayca geçer.



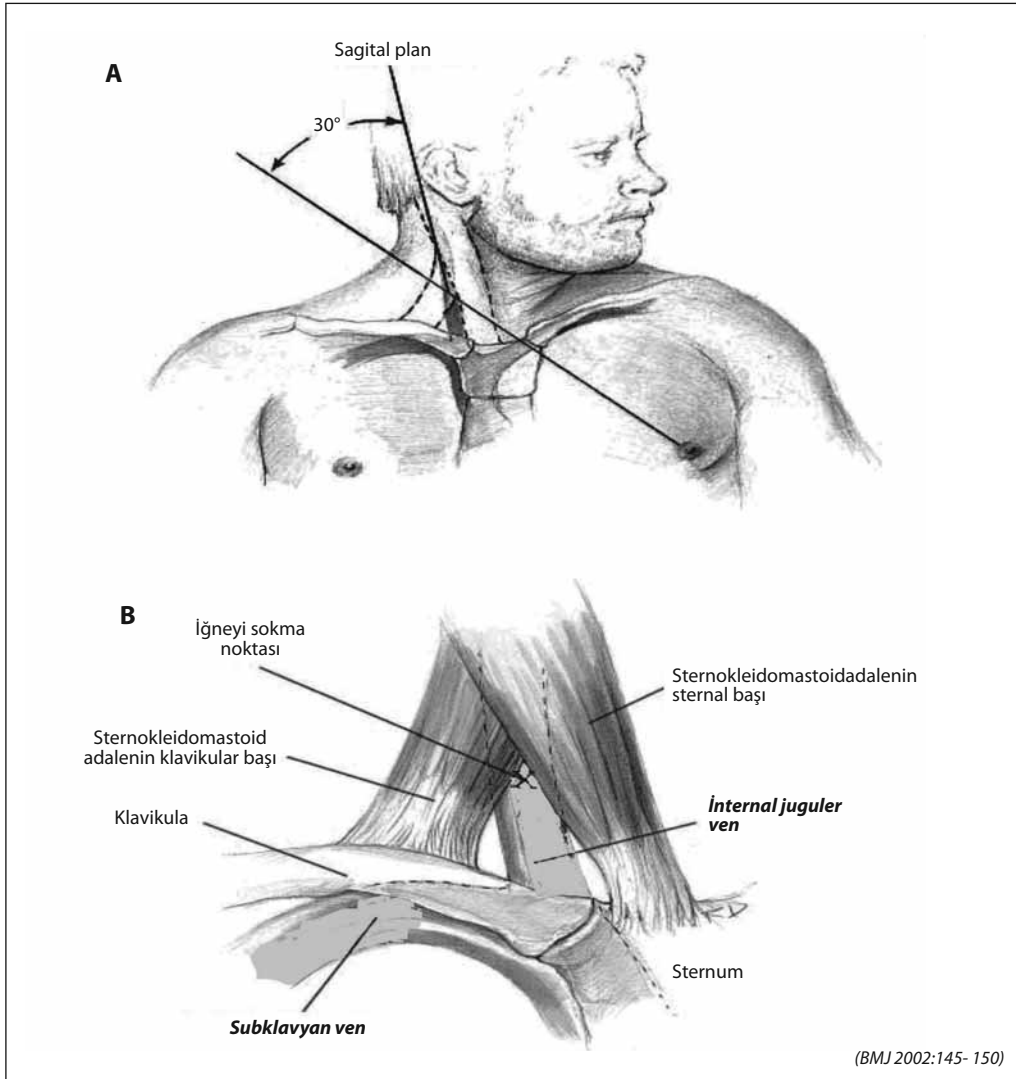
**ŞEKİL 20.** Santral venöz kateteri sokma tekniği: **Subklavyan yaklaşımı.** Başı ponksiyon edilecek yerin aksi tarafına bakacak şekilde hasta Trendelenburg pozisyonunda sırtüstü yatırılır. Giriş yeri steril örtüler ile örtülüp hazırlanır. Giriş yerine cilt, ciltaltı dokuların içine lokal anestezi infiltrate edilir. Ponksiyon yeri, klavikula palpe edilip proksimal ve orta 1/3 klavikula bulunarak lokalize edilir. Bu noktada klavikula hafifçe başa (yukarıya) doğru dönerek yükselir subklavyan vene girişe izin verir. Bu noktadan Anjiyokat\* bile subklavyan vene rahatlıkla girebilir. Venin yerini belirlemek için küçük "bulucu" bir iğne kullanılabilir (test amaçlı ponksiyon için), ultrasonografi ile de venin yeri lokalize edilebilir.

Anjiyokat iğne (veya ön-duvar Seldinger iğnesi) koronal plana paralel olarak cilt ve ciltaltı dokuların içinden, birinci kostanın üzerinden ve klavikulanın tam altından geçerek ilerletilir. İğnenin ucu parasternal çentiğe doğru olmalıdır (A), iğne ilerletilirken şırıngaya sabit negatif basınç (aspire edilir) uygulanır. Venöz kanın geri gelmesi ile vene giriş kanıtlanır. İğnenin eğilmiş ucunun vene tamamen girdiğinden emin olmak için iğne biraz daha (birkaç milimetre) ilerletilir. İğne ucunun eğikliği aşağıya doğru yönelmelidir; bu durum telin yukarı doğru ipsilateral internal juguler vene geçme olasılığını azaltır.

Anjiyokat'ın içinden dirençle karşılaşılmadan tel kolayca geçirilebilmeli, sadece sağ atriya girebilecek kadar uzunluğu bulunan (yaklaşık 15 cm) tel yerleştirilmelidir (B).

Tel vene yerleşince anjiyokat çıkarılır, telin yeri kontrol edilir ve telin girdiği cilt ince uçlu bistüri ile kesilir, servikal fasyanın içine girildiğinden emin olunmalı (C).

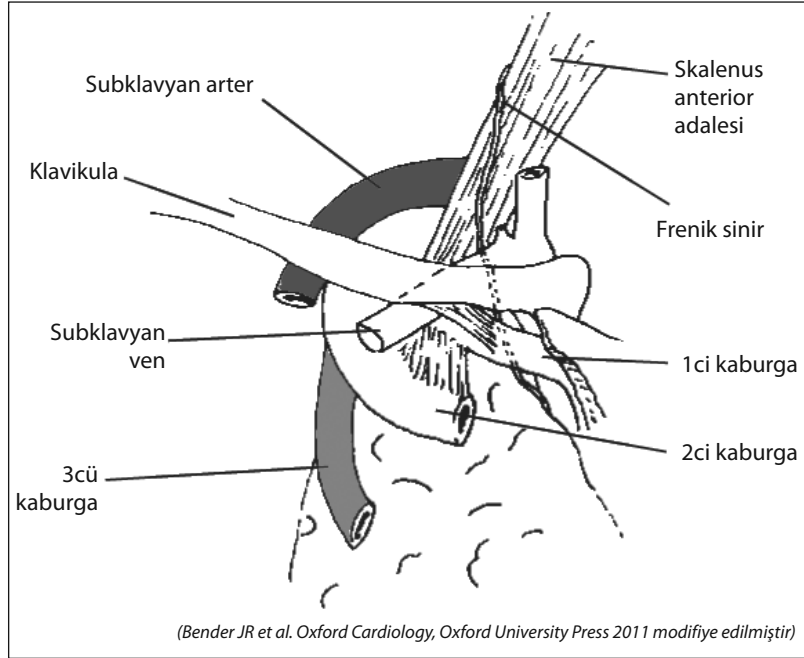
\* Erişkinde anjiyokat yerine üzerinde kılıf bulunan "iğne-kılıf" setide aynı şekilde kullanılır.



(BMJ 2002;145- 150)

**ŞEKİL 21.** Santral venöz kateterin yerleştirilmesi: **İnternal Juguler Yaklaşım.** Hasta önce de tarif edildiği şekilde yatırılır; başı ponksiyon edilecek yerin aksi tarafına bakacak şekilde hasta Trandelenburg pozisyonunda sırtüstü yatırılır. Vena kava superiyor ve sağ atriya doğru giriş sağladığından, duktus torasikusun yaralanması engellendiğinden sağ taraf tercih edilir. **(A)** Sternokleidomastoid (SKM) adalenin iki başının oluşturduğu üçgen tanımlanır. Üçgenin tepesi lokalize edilir. **(B)** İğne direk, üçgenin tepesinden başlayarak karşı tarafın meme başına doğru yönlendirilerek ilerletilir.

SKM adalenin iki başının oluşturduğu üçgenin tepesi iğneyi sokma noktasıdır. Venin yerini belirlemek için ilk girişimdir; ven koronal plana paralel olup, sagittal planda yaklaşık 30° açı yapar. İğne ilerletilirken internal juguler vene girinceye kadar hafifçe aspire edilir. İğne girdikten sonra içinden kılavuz tel geçirilir ve intraduser (içinde sert dilatör bulunan kılıf seti) yerleştirilir.



ŞEKİL 22. Subklavyan veni ve çevreleyen yapılar.

- Şayet KT zorlanıyorsa; solunum siklusunun inspiratuar ve ekspiratuar fazlarında ilerletmeye çalışılmalı, KT zorlanmamalı. SağA'ya giren telin atriyum duvarına dokumasının sebep olduğu aritmiler görülebilir.
6. KT vene yerleşince, bistüri ile cilt çizilmeli; introdüser-iğne çıkarılmalı ve KT'nin üzerinden kılıfa göre daha sert dilatör geçirilmeli, cilt ve ciltaltı dokular dilate edilmeli
    - Dilatör çıkarıldığında eğriliğine dikkat edilmeli; eğriliği hafifce aşağı doğru olmalıdır, şayet yukarı doğru ise KT muhtemelen İJV'ye girmiş olabilir. Mümkünse Floroskopi altında KT brakiosefalik vene yönlendirilebilir. Şayet bu olanak bulunmuyorsa KT'nin çıkartılıp işlemin tekrar başlanması daha güvenlidir.
  7. Dilatör çıkarıldıktan sonra, venöz kateter (venöz giriş kılıfı gibi) KT'nin üzerinden vene kaydırılarak yavaşça geçirilir.

Subklavyan kateteri takıldıktan sonra şayet floroskopi kullanılmamışsa, pnömotoraksı ekarte etmek ve kateterin yerini görmek için göğüs radyogramı alınması zorunludur. Subklavyan veni ile sadece sağ atriyum basıncı kaydedilecekse veya venöz yol olarak kullanılacaksa venöz kılıfa göre daha sertçe ve uzun SVP kateteri takılır. Şayet pulmoner artere Swan-Ganz kateteri ile ilerleyip sağ basınçlar alınacaksa venöz giriş kılıfı takılır.

- Sağ bazilik ve sağ mediyan kubital venler kullanıldığında venöz 'cutdown' gerekir. Bu venöz giriş yöntemi venospazm ve kateterin ilerletilemediği durumlara saklanmalıdır.

## GİRİŞ YERİ KOMPLİKASYONLARI

### a. Femoral Arter Girişinin Komplikasyonları:

Femoral arterin disseksiyonu; psödoanevrizma, distal embolizasyon (kolesterol embolileri dahil) ve hematoma.

- Retroperitoneal/hematoma (özellikle femoral arter inguinal ligamentin yukarısından ponksiyon yapıldığında)

### b. Radyal Arter Girişinin Komplikasyonları:

En sık komplikasyonu radyal arterde spazmdır, bu nedenle hasta dikkatle seçilmelidir; (a) küçük ve güç palpe edilebilen radyal arterin kullanılması önlenmeli, (b) ağrının spazmı provoke etmesini önlemek için hasta yeterli düzeyde sedatize edilmeli, (c) spazmı önlemek için direk olarak radyal arterin içine nitrogliserin, verapamil ve heparinli “vazodilatör-antikoagülan kokteyli” verilebilir (10 mL SF içinde 1 mg nitrogliserin, 2.5 mg verapamil ve 2500 U FOH; nitrogliserin ve 5 mg’a kadar verapamil plastik kılıf veya kateterin içinden direk tekrarlanabilir). (d) Bu hastalarda kısa plastik-kılıf ve daha iyi tolere edilen, hidrofilik kaplı plastik-kılıflar spazmı azaltır.

Aort kemerindeki kateter geri çekilerek radyal kılıf içinden vucuttan çıkarılmadan önce kateteri düzleştirmek için her zaman uzun KT kullanılmalıdır (teli kateterin içine sokarak ikisini birlikte çıkarmalı).

### Arteriyel Kılıfın Çıkarılması:

**a. Femoral kılıfın çıkarılması:** Arteriyel-kılıf eğitilmiş personel tarafından çıkarılmalıdır. Heparin çok az verilmiş veya hiç kullanılmamışsa, koroner anjiyografiden hemen sonra çıkarılabilir.

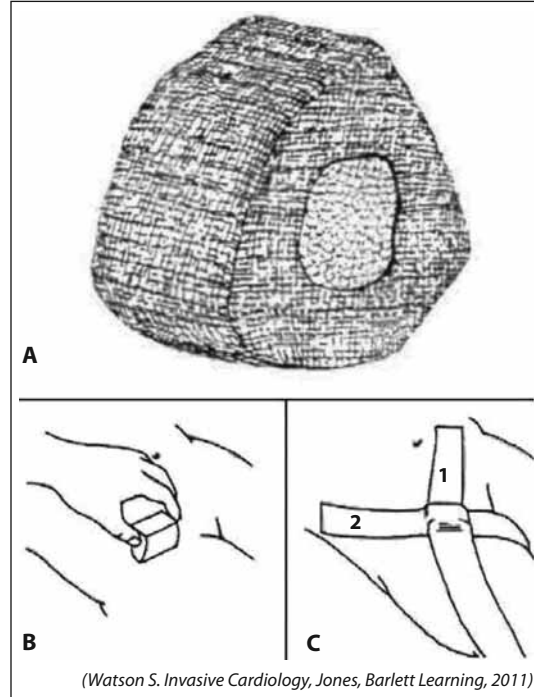
- Cilt ponksiyonunun proksimaline (giriş yeri açıkta kalacak şekilde) 15 dakika elle direk olarak bastırılmalıdır.
- Heparin kullanıldığında PKG’den sonra 4-6 saat bekleyip ACT (activated clotting time) kontrol edilmelidir; şayet <150 saniye ise kılıf güvenle çıkarılabilir. Bivaluridin (direk trombin inhibitörü) kullanılan hastalarda, kılıf 30 dakika sonra emniyetli olarak çıkarılabilir.

Kanama durduktan sonra giriş yeri “çapraz bandaj” uygulayarak sıkıştırılarak kapatılır (Şekil 23) (Bakınız Albüm).

**b. Radyal kılıfın çıkarılması:** Tanısal anjiyografi ve PKG’den sonra hemen çıkarılabilir. Arterin yüzeysel pozisyonu daha kolay sıkıştırılmasını sağlar. Hemostaz için sıkıştırma bandları kullanılabilir (Şekil 24).

## KOMPRESYON VEYA KAPATMA CİHAZLARI

Femoral arterin kapatma cihazlarının hastanın rahatını artıran avantajları vardır; özellikle daha düşük komplikasyon oranı, giriş-kılıfının erken çekilmesi, hastaneden erken taburcu olmak ve bazı hastalarda antikoagülasyonun kesilmeden sürdürülebilmesi gibi. Günümüzde tedarik edilebilen kompresyon cihazları: FemoStop (RADI Medical Sistemleri) ve C kelep-



(Watson S. Invasive Cardiology, Jones, Barlett Learning, 2011)

**ŞEKİL 23.** Uç basınçlı sargılama (solda) Giriş yerinin hemen üzerine damarı sıkıştıran tıkaçın (A) konması (yatay bandaj; 1), (B) çapraz band sisteminde, tıkaçın üzeri karşı kalçadan ponksiyon yapılan bacağın dizüstüne kadar uzatılan band ile sabitlenir (1); ikinci band (çapraz bandaj; 2) konulurken sağ bacağın pozisyonu önemlidir. Önce sağ bacak dizden bükülerek hastanın sağ ayağının topuğu sol bacağın dizinin üstüne getirilir ve sağ bacağı dışa kalçadan hafif abduksiyon yapılır, bu pozisyonda ikinci çapraz band içten-dışa yapıştırılır, en sonunda sağ bacak ötekisinin yanına uzatılır, böylece ikinci band gerilerek giriş yerini sıkıştırır (C).

çesi (*clamp*), biosealants (*Duett vascular solution*), kollajen plakları (*Vasoseal; Datascope*); vasküler sandviçler (*Angioseal; Daig*), ve perkutan dikişler (*Perclose, Prostar; Abbott*).

**FemoStop:** Kanaması uzamışlarda giriş yerine basınç uygulamak için kullanılan pnömotik kompresyon cihazıdır (Şekil 25).

**C clamp:** Uzun süre basınç uygulamak için kullanılan mekanik kelepçedir. Bu cihazların her ikisi ile de hastanın direk gözetim altında tutulması gerekir.

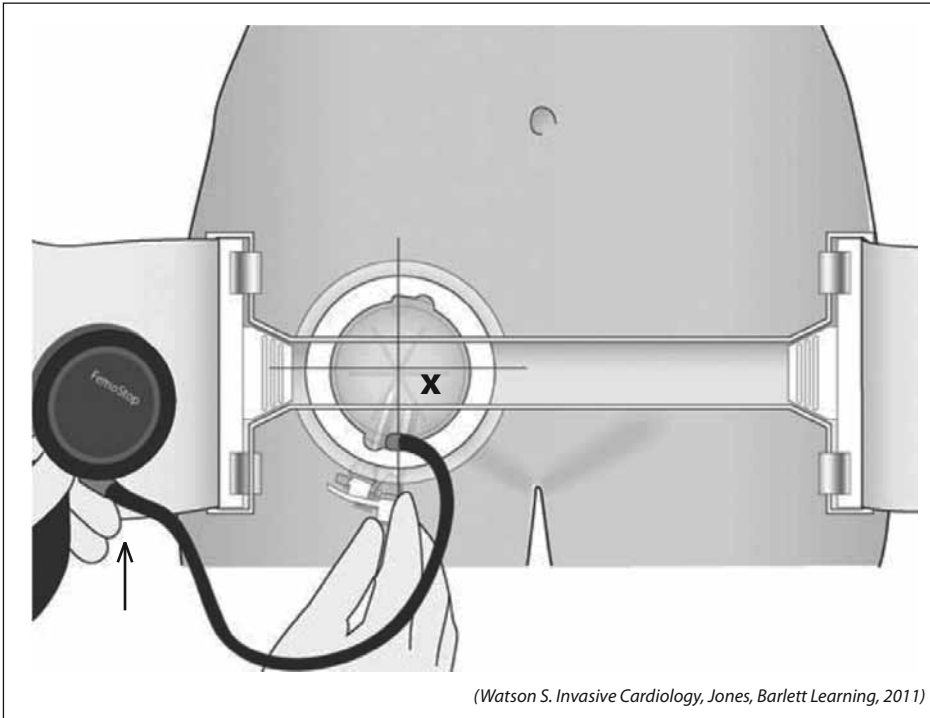
**Angiosealant** (Duett): Cihaz antikoagulan karışım (kollajen ve trombin) ihtiva eder; balon kateterden arteriyel ponksiyon yerinin etrafındaki dokulara yayılarak uygulanır. Cihazın dezavantajları; aterotomi yerinin tekrar kullanılmasını geciktirir (3 ayda tekrar arteriyel ponksiyon yapılmamalıdır) ve uygulanan yabancı materyale bağlı enfeksiyon olasılığı, uygulaması külfetli olabilir; nadiren femoral arter içerisine karışımın yanlışlıkla uygulanması cerrahi girişim gereken arteriyel okluzyon ile sonuçlanabilir.





(Nguyen TN et al: *Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology*. Blackwell Futura, 2008)

**ŞEKİL 24.** Radyal arter kapatma cihazı ve elin pozisyonu.

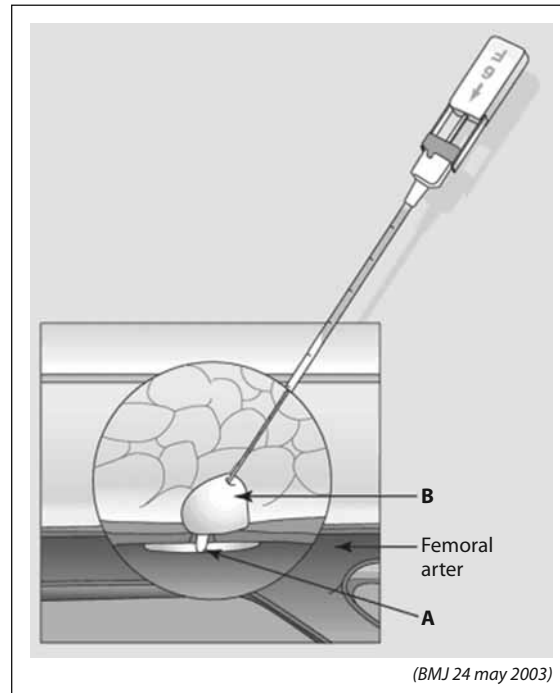


(Watson S. *Invasive Cardiology*, Jones, Barlett Learning, 2011)

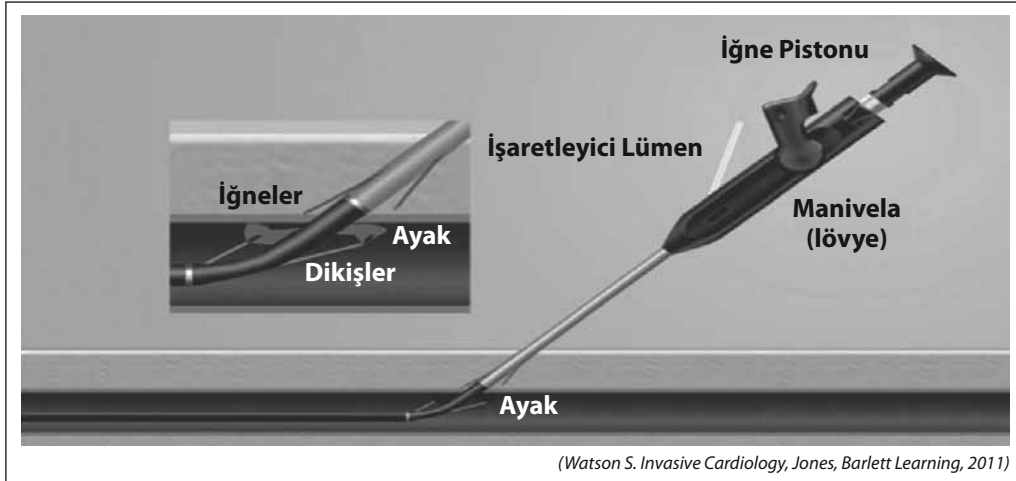
**ŞEKİL 25.** Femostop; pnömatik, manual mekanik kasık kompresyon cihazı. sıkıştırılması istenen bölgenin üzerine yerleştirilen cihazın metal kolu manşon (x) ile elle şişirilerek (ok) kompresyon sağlanır (St. Jude Medical).

**Angioseal** (St.Jude/Kensey Nash): Komplikasyonsuz femoral girişimlerde (8F veya daha küçük kılıf kullanılmışsa) hemostazisi sağlamak için kullanılabilen hemostatik ponksiyon kapatma cihazıdır (Şekil 26). Angioseal uygulanmadan önce kılıfın giriş yerinin ana femoral arter bifürkasyonunun üzerinde olduğundan emin olmak için femoral artere anjiyogram yapılması tavsiye edilmektedir. 6 ve 8F büyüklüğünde sağlanabilmektedir. Kılavuz tel ve özel kılıfı kullanılarak biyolojik olarak ayrışabilen (biodegradable) kollajen plak ponksiyon yerine uygulanır. Elle basınç yapılması gerekmez ve bir saat sonra hareketlenme başlayabilir. Angioseal cihazı kolay uygulanması ve genel güvenilirliğinden dolayı kullanıcı dostudur. Bu cihazın dezavantajı; yabancı materyal kullanılması olası enfeksiyon kaynağı olabilir ve 45-60 gün içinde aynı yere tekrar arteriyel ponksiyon yapılmamalıdır.

**Vasoseal** (Datascope): Femoral arterin ponksiyon yerinin üzerine yerleştirilen kollajen plaktır. Birkaç farklı büyüklükte bulunur, başlangıçta arteriyel ponksiyon sırasında iğne üstündeki derinliği işaretleyici yere koyulması gerekir. Yerleştirildikten bir saat sonra hareketlenme başlayabilir.



**ŞEKİL 26.** Femoral arter kapatma cihazı örneği Angio-Seal cihazı, mekanik mühür oluşturarak en içteki arter duvarına yerleşmiş çapa (A) ve kollajen sünger (B) arasında aterotomiye sandviç yapar.



(Watson S. Invasive Cardiology, Jones, Barlett Learning, 2011)

**ŞEKİL 27.** Perclose ProGlide Perkutan dikiş ile kapatma cihazı (Abbott Vascular).

**Perclose** (Abbott): Hemen hareketlenmeyi sağlayan perkutan vasküler dikiş cihazıdır; (Şekil 27) girişim sırasında verilen sedasyonun etkisi azalmadan mobilize olmamalıdır (Bakınız, Bölüm 3.5). Kullanılmadan önce, kılıfın femoral bifürkasyon üzerinde yerleştiğinden emin olmak için, sağ femoral arterin 35° RAO görüntüsü alınmalıdır. Cihaz 6F, 8F ve 10F büyüklüğünde sağlanabilir.

**Star Close Vascular System** (Abbot): Perkutan vasküler kapatma cihazıdır. Kullanılmadan önce giriş-kılıfının femoral arterde bifürkasyon üzerine yerleştirildiğinden emin olmak için görüntülenmelidir. Cihaz arteriyotomi yerinin üzerine kılıfın içinden verilir ve klip dokuları dairesel durumda tutarak arteriyotomi yerini kapatır.

## A. SAĞ KALP KATETERİZASYONU:

Sağ kalp kateterizasyonu literatürde “*Pulmoner Arter Kateterizasyonu*” (PAK) olarak da adlandırılabilir, bu tanımla kateterizasyon işlemi bireyselleştirilip spesifik olarak sağ kalp ve pulmoner artere (PA) odaklanır.

### İşlemin Prensipleri:

Sağ kalp kateterizasyonu, kateterizasyon laboratuvarında floroskopi altında çeşitli kateterler (“*Cournan, multipurpose*” gibi) kullanılarak veya KBÜ ve yoğun bakım ünitelerinde, floroskopi olmadan balonlu-PA kateteri (Swan- Ganz kateteri) ile basınç monitorizasyonu altında basınç dalgaları izlenerek yatakbaşı PAK yapılabilir.

Sağ kalp kateterizasyonu yıllarca klinik kardiyolojinin tamamlayıcısı olarak kullanılmıştır. Pulmoner arter kateterinin (PA) risklerinin yanında (sebebi olduğu ventriküler aritmiler, pulmoner emboli gibi), hemodinamik durumu kritik hastaların (kardiyojenik şok gibi) teşhis ve tedavisinde sağladığı ve ‘*altın standart*’ kabul edilen bulguların (hemodinamik monitorizasyon) seçilmiş durumlarda yatakbaşı noninvazif tanı yöntemlerinin yoğun kullanıldığı günümüzde dahi önemli ve hayati değeri olabilir.

### İndikasyonlar:

Sağ kalp kateterizasyonu kateter laboratuvarında floroskopi altında aşağıdan femoral ven-vena kava inferior yolu ile sağ kalbe ve pulmoner artere ulaşmanın (“*Sağ Kalp Kateterizasyonu*”) ötesinde yukarıdaki venler ile yatakbaşı basınç dalga şekillerinin izlenmesi ve direk olarak sağ kalp ve pulmoner artere ulaşarak (“*Pulmoner Arter Kateterizasyonu*”) koroner bakım ünitelerinde özellikle sol ventrikül patolojileri ve pulmoner hipertansiyonda pulmoner uç basınç ve kalp debisi ölçümü ile sol kalp fonksiyonunu değerlendirip gerekli tedavi stratejilerini yönlendirmek için uygulanabilmektedir (Tablo 7).

Başta ekokardiyografi olmak üzere non-invazif tanı yöntemlerinin tanısal değerinin düştüğü (toraks deformiteleri, nonekojen hastalar gibi) ve/veya klinik bulgular ile uyumsuzluk gösterdiği durumlarda:

- Kalpteki sol-sağ şantların tayin edilmesi, değerlendirilmesi
- Kalp kapak hastalıklarının değerlendirilmesi
- Noninvazif araştırmalar ile açıklanamayan dispne.
- Pulmoner hipertansiyonun etyolojini değerlendirmek (primer sekonder) ve tedavi cevabını tayin etmek (vazoreaktivite testi).
- Tedaviye dirençli kalp yetersizliği.

**TABLO 7.** Sağ Kalp Kateterizasyonunun İndikasyonları**Kalp yetersizliği:**

2. Kalp tamponadı teşhisinde.
3. Yüksek-riskli cerrahiye giden dekompanse KY'li hastalarda perioperatif yaklaşım için.
4. Kalp transplantasyonu için değerlendirmeye giden hastalarda geri-dönüşsüz pulmoner hipertansiyonu teşhis etmek.
5. Kardiyojenik ve nonkardiyojenik pulmoner ödemi ayırt etmek.
6. Kardiyojenik ve nonkardiyojenik şoku birbirinden ayırt edip tedaviyi yönlendirmek.
7. Biventriküler KY'de tedaviyi yönlendirmek.
8. Ekokardiyografi bulunmadığında veya tanısal-olmadığında perikard tamponadını teşhis etmek

**Akut Miyokard İnfarktüsü:**

1. Kardiyojenik ve hipovolemik şokun birbirinden ayırt edilmesi.
2. Reperfüzyon tedavisi uygulansın/uygulanmasın, kardiyojenik şokta farmakolojik/mechanik destek tedavilerinin yönlendirilmesi.
3. Cerrahiden önce akut Mitral regürjitasyonunda kısa süreli mekanik ve/veya farmakolojik destek tedavilerinin yönlendirilmesi.
4. Ventriküler septum rüptüründe cerrahiden önce durumun ciddiyetini tesbit etmek ve kısa süreli farmakolojik ve/veya mekanik destek tedavilerinin yönlendirilmesi.
5. İntravasküler volum desteği, düşük doz inotropik ilaçlar ve/veya kalp hızı ve atriyoventriküler senkroninin onarılmasına cevap vermeyen sağ ventrikül infarktüsünün tedavisinin yönlendirilmesi.
6. Diüretikler, nitrogliserin ve/veya düşük doz inotropiklere cevap vermeyen akut pulmoner ödemin tedavisinde.

**Kalp cerrahisinde perioperatif kullanım:**

1. Fizik muayene ekokardiyografi yetersiz olduğunda, düşük kalp debisinin etyolojisini belirlemede (hipovolemi veya ventriküler disfonksiyon).
2. Fizik muayene bulguları ve ekokardiyografi tanı koymada yetersiz kalmışsa, sağ ve sol ventrikül disfonksiyonu ve perikard tamponadının birbirinden ayırt edilmesi.
3. Düşük kalp debisi sendromuna yaklaşımın yönlendirilmesi.
4. Sistemik hipotansiyonlu ve organ hipoperfüzyonunun bulguları bulunan hastaların teşhisi ve yaklaşımın yönlendirilmesi.

**Pulmoner Arteriyel Hipertansiyon:**

1. Postkapiller pulmoner hipertansiyon (PHTA) sebeplerini dışlamak (yükselmiş pulmoner uç basınç ile).
2. Prekapiller PHTA'nın teşhis edilip ciddiyetinin gösterilmesi (normal pulmoner kapiller uç basıncı ile).
3. Akut hemodinamik cevaba dayanan uzun süreli vazodilatör tedavinin etkinlik ve emniyetinin kanıtlanması.
4. Akciğer transplantasyonundan önce hemodinamik değerlendirmede.

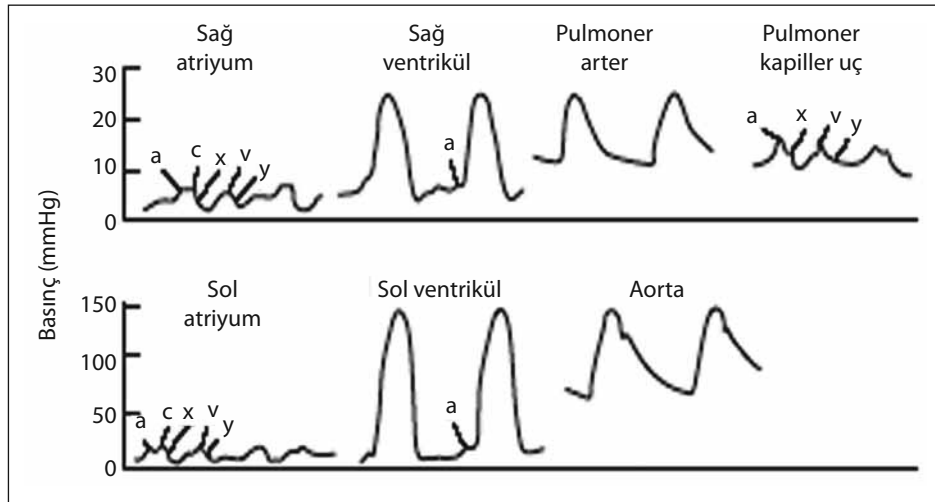
**Kontrindikasyonlar:**

Sağ kalp kateterizasyonu ile PA'ya kateter sokulması ve yerleştirilmesinin mutlak kontraindikasyonları;

- Mekanik triküspid veya pulmoner kapak protezleri,
- Sağ kalp boşluklarında trombus, tümör bulunması,
- Terminal hastalıklar gibi agresif tedavilerin anlamsız olduğu durumlar\*.

**PULMONER ARTER KATETERİZASYONU (PAK):****Teknik Prensipler:**

Kateterizasyon Laboratuvarında sağ femoral vene yerleştirilen kılıf içinden gönderilen kateter floroskopi altında sırası ile VKİ, sağA, sağV ve sonrada PA'ya sokulur. Genellikle önce Pulmoner arter basıncı kaydedilir, sonra da PA dallarından birisi tıkanana ve basınç görünüşünde PA dalgalarının şekli kaybolup değişip sol atriyum basıncına (venöz dalga) çok benzeyen pulmoner kapiller uç basınç (PKUB) eğrisi görülene kadar kateter PA'da ileriye doğru ilerletilir ve pulmoner arter distaline kapiller uçun hemen proksimaline ulaşılır (Şekil 28).

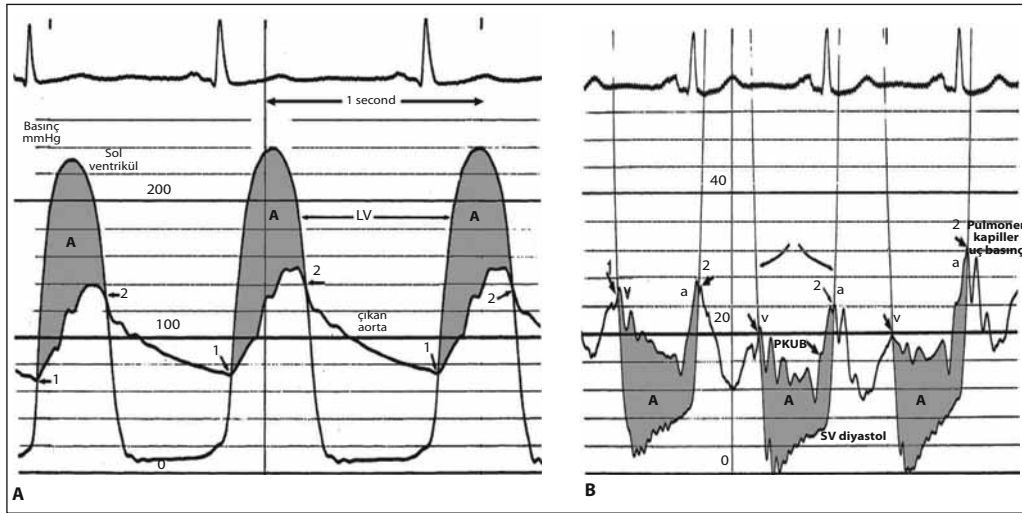


**ŞEKİL 28.** Sol ve sağ kalp kateterizasyonunda kaydedilen çizilmiş (basitleştirilmiş) basınç dalga şekilleri.

\***Rölatif kontraindikasyonlar:** İkiiden fazla sayıda trombosit sayısının < 20,000-50,000 bulunması; pulmoner veya triküspit biyoprotez protez kapaklar; yeni takılmış kalp-pili (anjiyoskopi altında yapılmalıdır). PAK'ın önemli bir komplikasyonu da sağ dal bloğu (sağDB) olduğundan, tam kalp bloğuna gidebileceğinden hastada önceden sol dal bloğu (solDB) bulunması rölatif kontraindikasyondur, bu durumda PAK takılacaksa, gerektiğinde kullanılmak için geçici kalp- pili hazır bekletilmelidir.

- Mitral kapak hastalığından (özellikle mitral darlığı ve mixt mitral hastalık) şüphelenildiğinde sağ kalp kateterizasyonu ile birlikte aynı seansta femoral arterden SV'ye gönderilen 'Pigtail' kateteri ile sol kalp kateterizasyonu da yapılmalı ve SV diyastolik basınçları (SV-DB) ile pulmoner kapiller uç basınç (PKUB) eşzamanlı üst üste kaydedilmeli; bu basınç değerleri arasında (PKUB-SVDB oluşan diyastolik basınç farkı mitral darlığını gösterir (Şekil 29.B).
- Buna karşılık, her iki basıncın yükselmiş olmasına rağmen düzeylerinin benzer bulunması sistolik SV disfonksiyonunu işaret eder; bu hastalarda ardışık olarak yükselmiş SV diyastol-sonu, solA ve pulmoner ven basınçlarının geriye doğru yansımaları olarak PKUB ile PA basıncı da yükselmiştir.

Pulmoner arterde PAB ve PKUB kayıtları yapıp değerlendirildikten sonra, kateter sürekli basınç kaydı ile pulmoner arterden sağV, sağA ve VKİ'ye doğru yavaşça geri çekilir ve sırası ile PA, sağ ventrikül (sağV) ve sağ atriyum (sağA) basınçları kaydedilip ölçülür (Şekil 30); pulmoner kapakta sistolik (sağV-PA arasında), triküspid kapakta diyastolik (sağA-sağV arasında) basınç gradiyenti saptanması bu düzeylerde obstrüksiyon veya darlığın bulunduğunu gösterir (sırası ile PD, TD).



**ŞEKİL 29B.** Kalp kapak hastalıklarında eş zamanlı basınç kaydı ile teşhis. (A)-Sol ventrikül ve çıkan aortanın eş zamanlı üst üste yazdırılmış basınç kaydında; SV (220 mmHg) ve aorta (120 mmHg) arasında sistolik basınç gradiyenti (renkli alan, A = 100 mmHg) ile Aort darlığı.

(B)-Sol ventrikül ve pulmoner kapiller uç basıncının (PKUB) eş zamanlı üst üste yazdırılmış basınç kaydı; sol ventrikül diyastolik (15 mmHg) basıncı ve PKUB (40 mmHg) arasında diyastolik basınç gradiyenti (renkli alan, A = 25 mmHg) ile Mitral darlığı.

- Soldan- sağa intrakardiyak şant bulunması kalp boşlukları arasında O<sub>2</sub> satürasyonunun birdenbire yükselip değişmesi (“*step-up*”) ile değerlendirilir (oksijen satürasyonunda bir önceki boşluğa göre sonrakinde beklenmedik %7 yükselme); bunun için oksijen satürasyonlarını tayin etmek için kan örnekleri pulmoner arter, sağV, sağA (üst, orta, alt) ve kaval venlerden daha başta PA’ya giriş öncesinde sırası ile alınır ve analiz edilip karşılaştırılır.
- Oksijen satürasyonu için kateterin yeni pozisyonunda kan örneği alınmadan önce her seferinde kateterin lumeni SF ile yıkanmalıdır (önce içindeki bir önceki pozisyonun kan örneği kalıntısı geriye aspire edilip atılır, sonra da SF ile yıkanır).

### Balonlu PA kateteri:

Standart *balonlu- pulmoner arter kateteri* radyoopaktır; 110 cm uzunluğunda olup üzerinde 10 cm aralarla görülebilir “*siyah mesafe halkaları*” bulunur. Foksiyonel anatomisi (Şekil 31)’de gösterilmiştir.

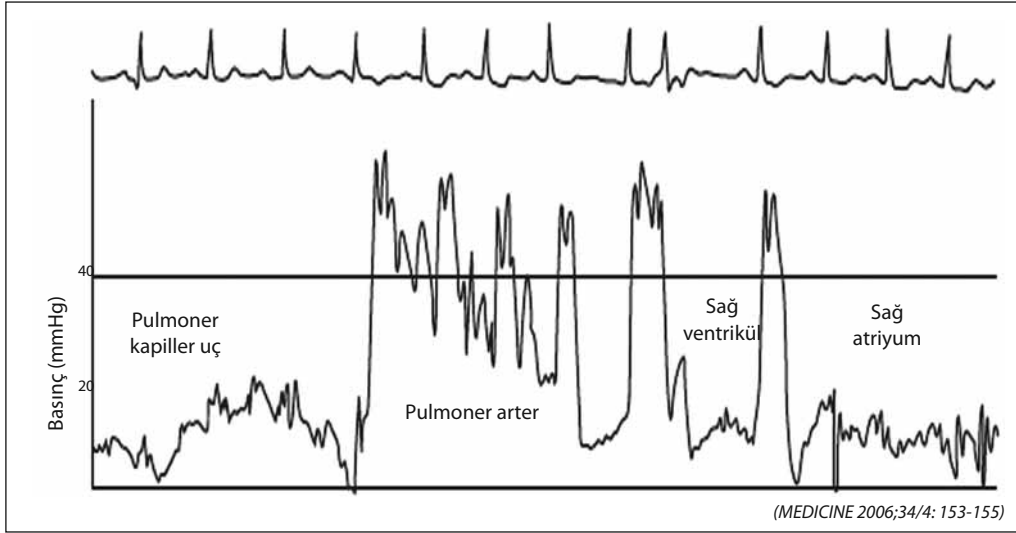
- PA-kat’ın proksimal lumeni ve dışarı açılan uç deliği (ucu kateterin duvarındaki deliğe açılan) dışarıdaki kateter ucundan (damar dışında kalan baş bölümü) 30 cm’dedir ve bu bölüm hastaların çoğunda sağA içinde yatar (bu lumeni bir delikle dışarı sağA’ya açılır) ve SağA ile ilgili basınç olayları direk olarak bu lumenden kaydedilir. Termodilasyon yöntemi ile kalp debisini ölçmek için soğuk solusyon bu lumenin içinden injekte edilir. Ek olarak, sağA’nın oksijen satürasyonu proksimal lumenden alınan kan örneğinde elde edilir.
- Distal lumen ve uç deliği kateterin ucuna yerleşmiştir, PA basıncın direk ölçülmesini sağlar.
- Balonun şişirilmesi pulmoner arter segmentini tıkar ve ölçülen uç basınç (PKUB) sola basıncını direk verir (Şekil 32, Şekil 33). PA oksijen saturasyonu da kateterin ucundan sürekli ölçülebilir (saturasyon için kan örneği almak için balon söndürülmelidir).
- *Termistor* PA kateterinin ucundan 4 cm uzağa yerleşmiştir, PA’nın kan ısını ölçer ve termodilasyon yöntemi ile kalp debisi ölçümü için kullanılır.

### Swan- Ganz kateteri ile yatakbaşı PAK:

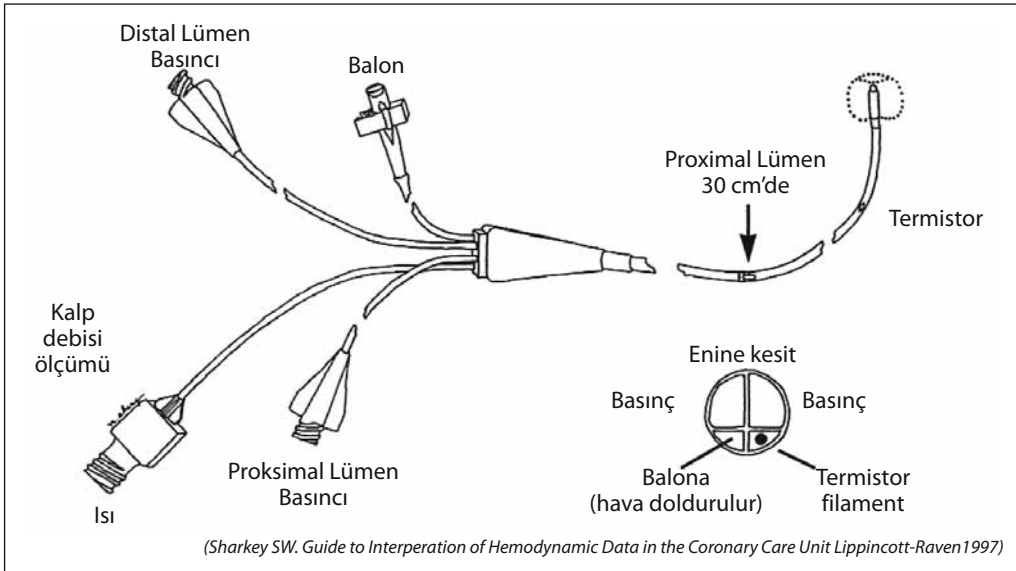
KBÜ’lerde ve YBÜ’lerde yatakbaşı basınç monitorizasyonu ile kullanılabilen en pratik PAK yöntemi; balonu şişirilmiş PA kateterinin (sayfa 76, Şekil 34) sağA’dan PA’ya kan akımı yönünde yözdürülerek yerleştirilmesidir (Şekil 32, sayfa 77, Şekil 35). Bu yöntem ile floroskopi kullanılmadan basınç monitöründen basınç-dalgalarının şeklinin izlenmesi ile Swan-Ganz kateteri yatakbaşı takılabilir (Şekil 32). Yoğun bakım ve KBÜ’lerde sağ kalp basınçları, PKUB ve termodilasyon yöntemi ile kalp debisinin yatakbaşı ölçümünde Swan-Ganz kateteri kullanılmaktadır.

- Swan-Ganz kateteri ile sağA basıncının ölçümü sonucunda kalbin, PKUB ölçümleri ile de SV dolumu ve disfonksiyonu (sistolik ve diyastolik) değerlendirilebilir (Şekil 36). Ekokardiyografinin yapılamadığı durumlarda, akut mekanik komplikasyonların varlığını araştırmak için hemodinamiği bozulmuş ve farmakolojik destek tedavilerine dirençli komplike AMİ hastalarında standart, rutin basınç kayıtlarının yanında PA, sağV

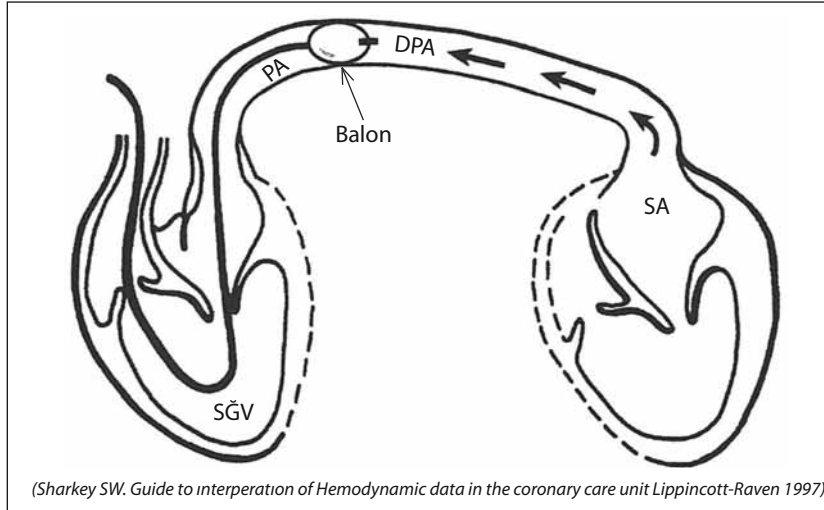




**ŞEKİL 30.** Hafif Pulmoner hipertansiyonlu (sistolik basınç yaklaşık 50 mmHg) hastada, Sağ kalp kateterizasyonunda; pulmoner arterden- sağ atriya geri çekiş.



**ŞEKİL 31.** Pulmoner kateterin temel fonksiyonel anatomisi. Balonlu kateterin iki basınç izleme lumeni bulunur. Proximal lumen 30 cm'de bulunur sağ atriyum basıncının ölçümü sağlar. Bu lumen ayrıca termodilüsyonla kalp debisini hesaplamak için, soğuk solusyon enjeksiyonu için de kullanılır. Distal lumen kateterin ucuna yakındır, pulmoner arterin kan ısını ölçer ve termodilüsyon yöntemi ile kalp debisinin ölçümünde kullanılır. Uçtaki balon oda havası ile şişirilerek pulmoner uç basınç ölçülür.



**ŞEKİL 32.** Uç basınç ölçümünün prensibinin çizilmiş şematik diyagramı. Pulmoner arter kateteri balonunun şişirilmesi ile pulmoner arter segmentinde kan akımını tıkar ve engeller. Kan distal kateter lumeni ile sol atriyumu (SA) birleştiren vasküler (arteriolar, venüller) kanalları doldurur ve kapatır; öne akım engellenir ve sonuçta sol atriyal basınç dalgaları bu kanallar sayesinde kateter lumenine ve sonra da basınç transdüserine retrograd iletilir ("Birleşik kaplar prensibi" ile).

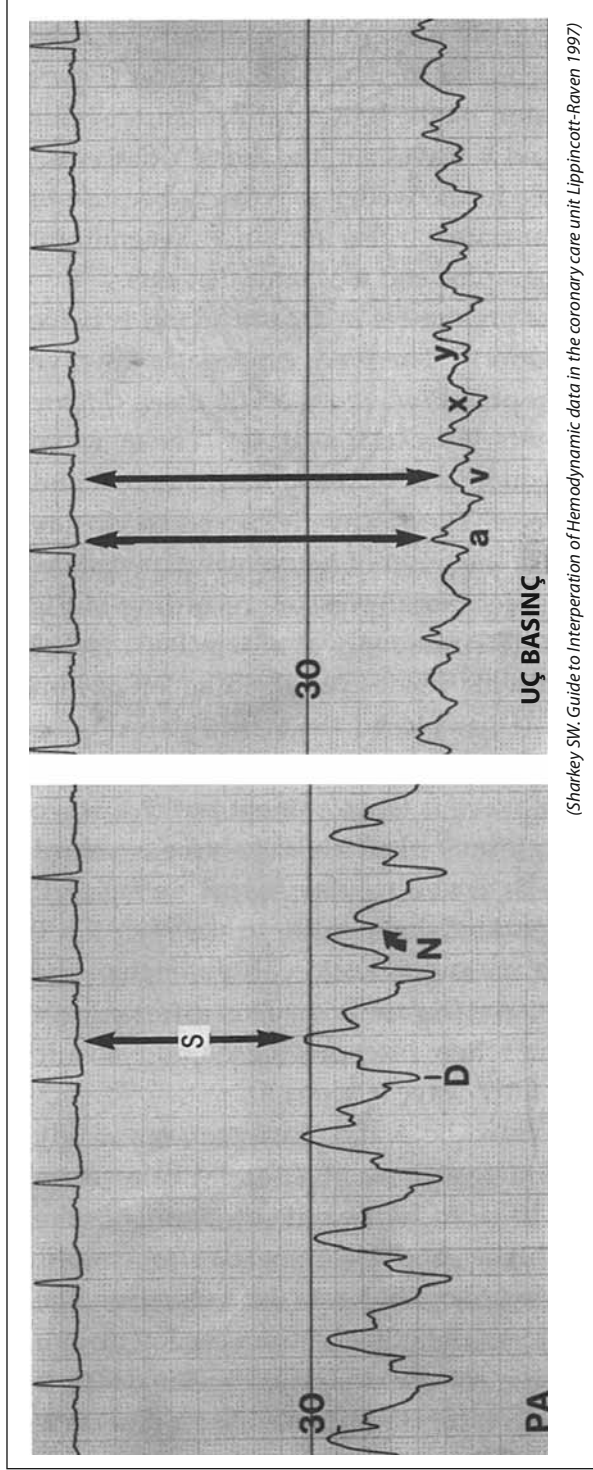
Kısaltmalar: SA- sol atriyum, SĞV- sağ ventrikül, PA- pulmoner arter, DPA- distal pulmoner arter

ve sağA'dan O<sub>2</sub> satürasyonlarının tayin edilmesi de çok önemlidir (interventriküler septum, papiller adale rüptürü ve akut mitral yetersizliğinin teşhisi ve ayırt edilmesi).

### İşleminin Teknik İpuçları:

**1) Hastanın steril koşullarda hazırlanması:** Hasta giriş yeri ne olursa olsun tepeden tırnağa, steril örtüler ile *aseptik teknik* ile örtülmelidir, belirlenen giriş yeri dezenfektan ile silinip, cilt, ciltaltı dokular lokal anestetik ile anestetize edilmelidir.

**2) Venöz giriş:** Standart yol kabul edilen subklavyan veya internal juguler vene pratik tek parça intradüser iğne- kılıf (en az 8F) sokulur (ucu dışarıda bulunan iğnenin üzerine sıkıca geçirilmiş bulunan plastik kılıf). Üzerinde kılıf bulunan iğne yarıya yarıya SF ile doldurulmuş şırıngaya takılarak (şırınganın pistonundan negatif basınç uygulanacak) tekniğe uygun şekilde damara girilir ve kılıf iğnenin üzerinden kaydırılarak iğnenin ucuna doğru itilerek lumene tam olarak yerleştirilir; sonra da içindeki intradüser (içeri sokan) iğne üzerindeki kılıf lumende bırakılarak içinden çıkartılır ve lumendeki kılıfın içi SF ile yıkandıktan sonra dışarıdaki bölümünün ucu cilde dikilerek sabitlenir. İntradüser-iğnenin bulunmadığı durumlarda ve tercihe göre yukarıda bahsedildiği gibi üç parçalı damara giriş seti (ponksiyon



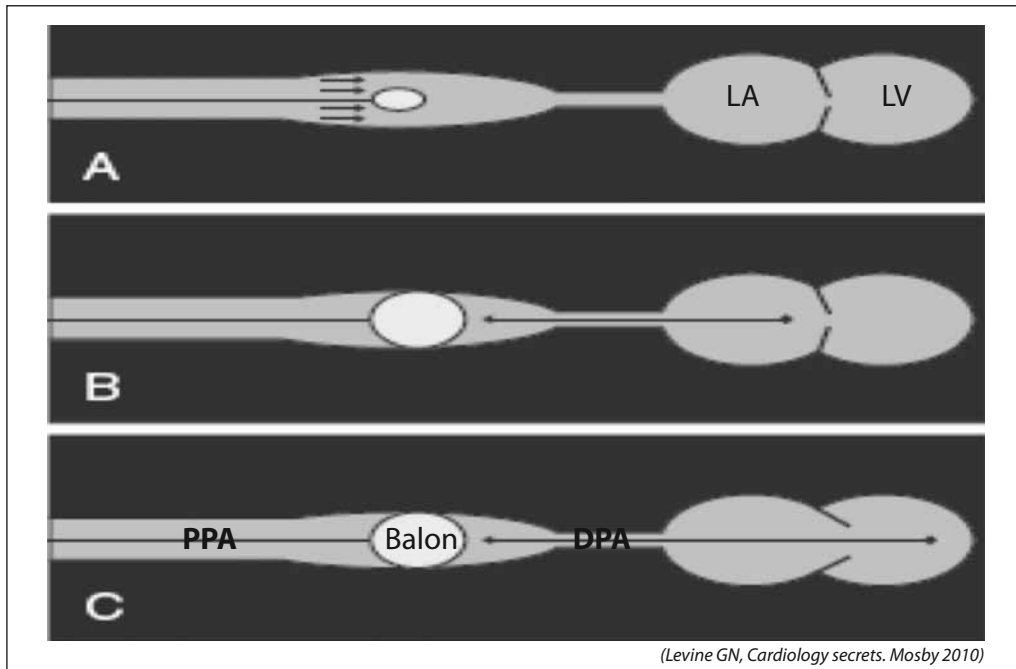
**ŞEKİL 33.** Normal pulmoner arter (PA) ve uç basınç dalgaları. PA basıncı (sol) 31/19 mmHg. PA sistolik basınç dalgası (S) elektrokardiogramda T dalgasına rastlar. Dikrotik çentik (N) pulmoner kapağın kapanışının işaretidir. Canlı karakteri kaliteli kayıt anlamına gelir. Ortalama uç basınç (sağda) ekspirasyon sonunda 15 mmHg. PA diyastolik basınç (D) pulmoner direnci normal olan bu hastada, ortalama uç basıncının 5 mmHg'si içindedir ( $\pm$ ). Pulmoner uç basınç dalgasının A (a) ve V (v) dalgaları benzer amplitüdedir. Uç basıncın A ve V dalgalarının sağ atriyal basıncın A ve V dalgaları ile aynı hastada karşılaştırıldığında. Uç basıncın V dalgası pulmoner sistolik dalgadan anlamlı olarak daha sonra meydana gelir.

Ölçek = 0-30 mmHg; kağıt hızı = 25 mm/sn.

iğnesi, plastik-kılıf ve kısa J uçlu kılavuz tel) de kullanılarak venöz giriş yeri sağlanabilir. Vene giriş yeri ve venöz-kılıfın dışarıdaki ucunun kateterizasyon işlemi başlamadan önce ve işlem sırasında steril ortamı ve koşulları sağlanmalıdır.

**3) PA kateterinin yerleştirilmesi:** PAK için kullanılacak Swan-Ganz PA kateterinin tüm lumenleri (Şekil 34) SF ile yıkanır ve sonra da distal lumen basınç transdüseline bağlanır. Transdüslerin sıfır olduğu kontrol edilmeli. 1-2 mL hava alabilen şırınga ile balonun bütünlüğü şişirilerek kontrol edilmeli ve sonra da balon söndürülmeli ve kapağı kapatılmalı.

- PAK için kullanılacak kateter venöz kılıftan geçirilerek vene sokulur.
- Balon söndükten kateterin ucu sağ internal juguler ven (İJV)'den veya vena kava supe-



(Levine GN, Cardiology secrets. Mosby 2010)

**ŞEKİL 36. A.** Balonun ucu söndükten, kateterin öteki ucuna bağlı basınç transdüseri proksimal pulmoner arterden (PPA) akımı görür.

**B.** Balon ucu şişirilmişken, proksimal kan akımı tıkanır ve statik kan sütunu kateterin ucu ve distal kalp boşluğu arasında oluşur ve mitral kapağın kapanışı ile ile sol atriyum basıncı bu değere yaklaşır.

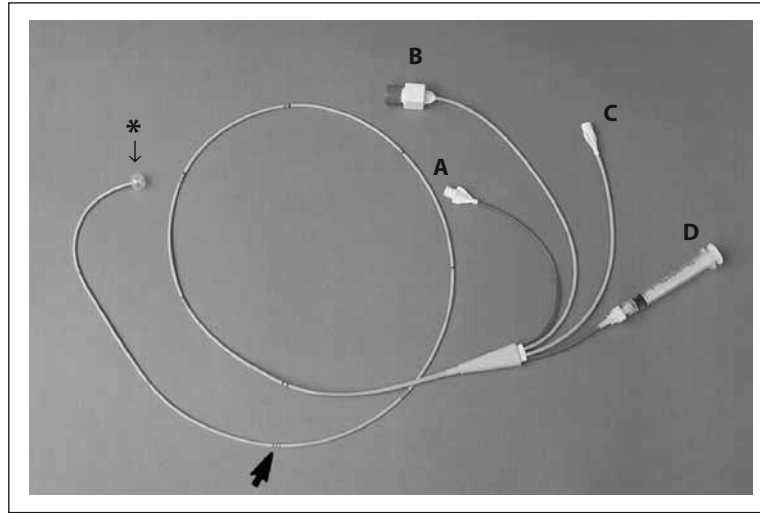
**C.** Mitral kapak diyastol sonunda açılınca, SV diyastol-sonu basıncı ölçülebilir (mitral darlığı yokluğunda sol atriyum basıncına eşit), anlamlı mitral darlığı bulunmadığı düşünülebilir.

Kısaltmalar: LA- sol atriyum, SV- sol ventrikül, DPA- distal pulmoner arter, PPA- proksimal pulmoner arter.

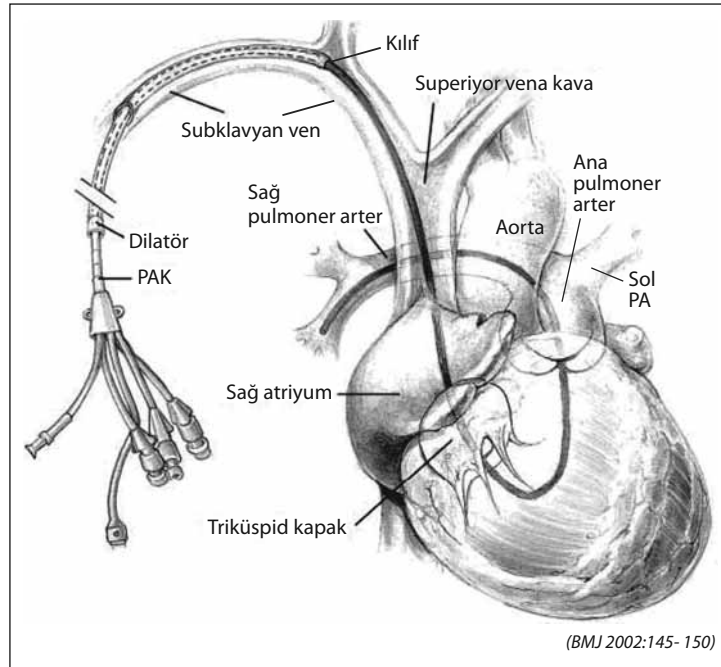
riyor (VKS)'den 10-15 cm; sol İJV'den 15-20 cm ilerletilir (kateter yüzeyindeki işaretlerin arası 10 cm'dir; 2 çizgi = 20 cm). Basınç şeklinin tipik sağA basıncı olduğu kontrol edilmeli (sayfa 69, Şekil 28). SağA basınç dalgalarının görülmesi ile kateterin ucundaki balon şişirilir.

- Balon şişirildikten sonra kateter yavaşça ilerletilir. Kateter kan akımının kitlesi ve hızı ile balonu yüzdürülerek triküspid kapaktan sağV içinden geçerek PA içine taşınabilir (Şekil 35), sağV dalgaları görüldükten sonra, kateterin 50-55 cm'de PA'ya ulaşılır ve PAB dalgaları görünür.
- Kateter ilerletilirken EKG yakından takip edilmelidir, triküspid kapaktan sağV içine geçerken VT atakları sıklıkla görülebilir. Bu VT atakları çoğunlukla kendiliğinden sonlanır, görmemezlikten gelinmemelidir; inatçı ve hemodinamiği bozan VT ataklarında balon söndürülüp geri çekilip tekrar denenmelidir. PAB dalgaları görüldükten sonra PA distalinde ve ucunda PKUB dalgası ortaya çıkar (Şekil 37), PKUB ekspirasyon- sonunda alınmalıdır.

**4) Kalp debisinin ölçümü:** Termodilüsyon tekniği ile kalp debisi de termistör'den (kateterin ucundaki ısıyı ölçer) otomatik ölçülebilir: İnjektör oda ısısında 10 mL SF ile doldurulur ve kateterin ucu PKUB pozisyonunda (basınç dalgaları ile) iken ve termistöre bağlı iken dışarıdaki proksimal ucundan hızla injekte edilir; oda ısısındaki SF'nin kateterin ucundaki



**ŞEKİL 34. Termosistörlü iki lümenli Swan Ganz kateteri:** (A) Kateterin distal ucunun yanına açılan pulmoner arter ve uç basıncın ölçüldüğü distal lümen ağzı (\* ince ok), (B) ısı kaydedip kalp debisini otomatik ölçen termosistörün bağlantı fişi, (C) Sağ atriya açılan (kalın ok başı) ve kalp debisi ölçmek için soğuk serum fizyolojik verilen proksimal-lümen ağzı, (D) Balonu normal oda havası ile şişirildiği 2cc'lik injektör.



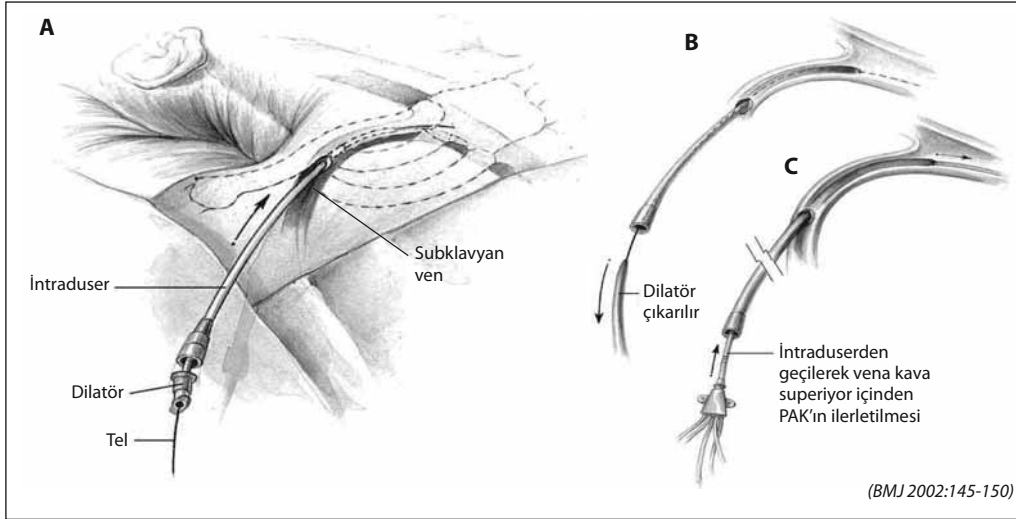
**ŞEKİL 35.** Balonlu pulmoner arter (PA) kateteri (PAK) intraduserden (giriş-kılıfı) sokularak 20 cm işaretine kadar ilerletilir. Bu noktada, balon şişirilir. Dalgalar gürülünceye kadar ilerletilir. Kateterin yeri dalgaların görünmesi ile bilinir.

termistora gidene kadar geçen süre uzadıkca (düşük debiye bağlı uzamış dolaşım zamanı) verilen SF ısınır, cihaz bu ısıyı otomatik olarak hesaplayarak yatakbaşı kalp debisini verir.

### PAK işlemi sırasında görülen sorunlar ve çözümü:

1. Kateter onbeş cm'den daha fazla sağV içine iletilemiş fakat ucu PA'ya girmemişse muhtemelen kateter sağV içinde dolanmış olabilir (Tablo 8). Balon söndürülür, kateter sağA'ya geri çekilir ve balon tekrar şişirilir; PA'ya giriş basınç dalga şekilleri izlenerek anlaşılar; kateter sağV'ye ilerlerken saat-yönünde döndürülerek işlem tekrarlanabilir; veya soğuk SF ile kateterin lumeni tekrar yıkanarak plastik sertleştirilir. Şayet bu manevra yetersiz kalmışsa işlem floroskopi altında tekrarlanarak giriş denenir.
2. Şayet kateterin ucu PA'nın distaline geçmişse, balon şişirilince sıkışabilir ve uç pozisyona daha ileriye geçemez, bu durumda basınç dalgalarının şekli değişebilir (yassılaştırmış basınç dalga şekli). Balon söndürülmeli ve PA'nın tipik basınç dalga şekli sağlanana kadar kateter yavaşça geri çekilerek sistemin durumu denetlenip kontrol edilmeli. Şayet sistem normal çalışıyorsa kateter lumenini SF ile tekrar yıkamalı; bu manevra başarısız olursa; balon söndürülüp ucu PA'da olana kadar kateter geri çekilmeli, sonra da tekrar yerleştirmeyi denemeli; balon yavaşça tekrar şişirilmeli ve tam olarak şişirilmeden önce

2. Şayet kateterin ucu PA'nın distaline geçmişse, balon şişirilince sıkışabilir ve uç pozisyonuna daha ileriye geçemez, bu durumda basınç dalgalarının şekli değişebilir (yassılaştırmış basınç dalga şekli). Balon söndürülmeli ve PA'nın tipik basınç dalga şekli sağlanana kadar kateter yavaşça geri çekilerek sistemin durumu denetlenip kontrol edilmeli. Şayet sistem normal çalışıyorsa kateter lumenini SF ile tekrar yıkamalı; bu manevra başarısız olursa; balon söndürülüp ucu PA'da olana kadar kateter geri çekilmeli, sonra da tekrar yerleştirmeyi denemeli; balon yavaşça tekrar şişirilmeli ve tam olarak şişirilmeden önce



**ŞEKİL 37.** (A) Dilatör ve intraduseri ilerletmek için sabit basınç uygulayarak (itererek) tel üzerinde (tel diğer el ile gergin tutularak) sokmak. Dilatörü ilerletmek için sabit basınç uygulandığında, telin kateterin lumeninde serbestçe hareket ettiğinden emin olunmalı, değilse serbest hareket mümkün oluncaya kadar dilatör geri çekilir. Nadiren, sert dilatör ve intradüserin ilerletilmesinde "kıvrıma manevrası" yardımcı olur. (B) Dilatör ve intradüser sokulunca, dilatör geri çıkarılır. Daha yumuşak intraduserin (kılıfın) yan (yan-kolu) girişi aspire edilir, sonra da normal serum fizyolojik ile yıkanır. (C) Bu sırada, PAK intraduserin içinden subklavyan vene sokularak yerleştirilir.

osiloskopta PKUB görülmüşse, kateterin ucunun PA içine girdiği düşünülmeli ve balon söndürülmeli, kateter 1-2 cm geri çekilmeli ve tekrar denenmeli.

3. Basınç dalga şekli yassılaşmış ve sonra da yükselerek devam ediyorsa; kateter fazla uçta ('overwedged') demektir. Balon hızla söndürülmeli ve kateter 1-2 cm geri çekilerek, işlem tekrar denenmeli.

® Yatakbaşı yapılan PAK ile tanısal gerekli işlemler yapıldıktan sonra en sonunda röntgen ile kateterin pozisyonu (yatakbaşı göğüs radyogramı ile) kontrol edilmeli, pnömotoraks ekarte edilmeli; PA kateterinin ucu ideal olarak orta çizgiden 3-5 cm'den uzak olmamalıdır (Şekil 38a).

### PAK İşlemi ve Kateteri Yerleştirme Tekniği

PA kateterinin uygun şekilde yerleştirilmesinde ilk adım; önceden belirlenen giriş venine intradüser-iğne veya Seldinger tekniği ile girilip ilgili tekniğe uygun şekilde vene kılıfın yerleştirilmesidir. Muhtemel venöz giriş yeri sağ ve sol İJV, subklavyan ven, sağ ve sol femoral venlerdir. Özellikle floroskopisiz yatakbaşı uygulamada PA kateterinin venöz giriş yerinden olağan yerleşme yerine kadar olan derinlik veya mesafesi önceden bilinmelidir, Tablo 9'da gösterilmiştir.

**TABLO 8.** Sağ kalp kateterizasyonunun sorunlarının giderilmesi

| Sorunlar                                                               | Çözümü                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aritmi</b>                                                          | • Kateter sağ ventrikül çıkış yolunda olabilir. Kateter geri çekilmeli veya ileri doğru itilmeli.                                                                             |
| <b>PKUB dalgası alınmıyor</b>                                          | • Genellikle, kateterin ucu yeteri kadar uzağa ilerletilmemiştir, balon yırtılmış veya sağ ventrikülde dolanmış olabilir. Kateteri yönlendirmek için Floroskopi kullanılmalı. |
| <b>(Kateterin geri çekilmesine rağmen)<br/>Devam eden PKUB trasesi</b> | • Balon şişirilmiş ve balon çok uzağa ilerletilmiş olabilir ("overedged")                                                                                                     |
| <b>Anormal basınç trasesi</b>                                          | • Kateterin ucu damar duvarına değiyor veya çok uzağa ilerletilmiş.                                                                                                           |
| <b>Boğulmuş (Damped) basınç trasesi</b>                                | • Kateter katlanmış, lumeninde hava veya trombus var veya kateterin ucu damar duvarına değiyor. Kateter geri çekilmeli veya lumeni yıkanmalı.                                 |
| <b>Basınç trasesinde değişme</b>                                       | • Uygun kalibrasyon yapılmalı, hastanın pozisyonu veya kateterin lokalizasyonu değiştirilmeli.                                                                                |

**Subklavyan Ven Yolu ile Santral Venöz Kateteri Takma Tekniği:**

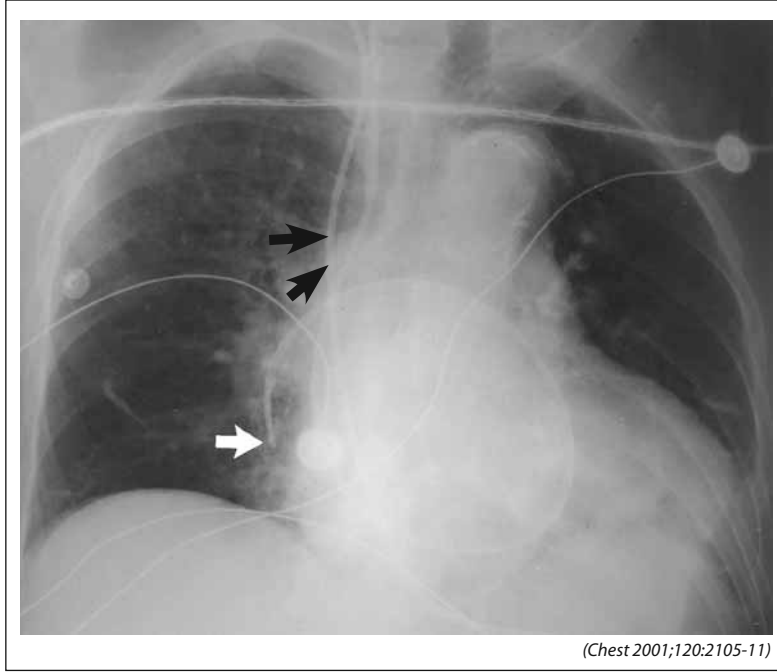
PA kateterinin yerleştirilmesi için gerekli olan santral venöz intradüser iğnenin giriş venine sokulmasıdır (sayfa 56, Şekil 14; Şekil 20; sayfa 59, Şekil 38).

- Hasta Trendelenburg pozisyonunda yatırılmalı ve başı giriş yerinin karşı tarafına bakacak şekilde döndürülmeli. Hastanın interskapüler bölgesine kıvrılmış bir yastık yerleştirilerek subklavyan venin yükselerek ortaya çıkması kolaylaştırılabilir
- Giriş yeri steril koşullarda hazırlanmalı ve örtülmeli.
- Giriş yerinde cilt, cilt altına lokal anestezi uygulanmalı.

**1. Giriş yeri ve vene iğneyi sokma tekniği:** Klavikulanın palpasyonu ile proksimal ve orta 1/3 bölümünün birleştiği kavşağın bulunması ile vene giriş noktası belirlenir.

- Bu noktada, klavikula hafifce yukarıya hastanın başına doğru yaylanarak yükselir ve buna bağlı olarak bu noktanın ponksiyonu subklavyan vene direk girişi sağlar; bu noktadan anjiyo-kat (*Angio-cath*) bile subklavyan vene girebilir (Şekil 37). Venin yerinin belirlenmesi için öncesinde küçük ince iğne ile deneme ponksiyonları veya ultrasonografi kullanılabilir.
- Anjiyo-kat (veya intradüser-iğne)'nin vene giriş yönü; iğne koronal (horizontal) plana paralel cilt ve cilt altı dokularından geçirilerek klavikulanın tam altından, birinci kaburganın tam üzerinden sıyrarak geçer gibi iğnenin ucu suprasternal çentiğe doğru yöneltilerek ilerletilir. İğne ilerletilirken iğnenin takılı olduğu şırıngada sabit ne-

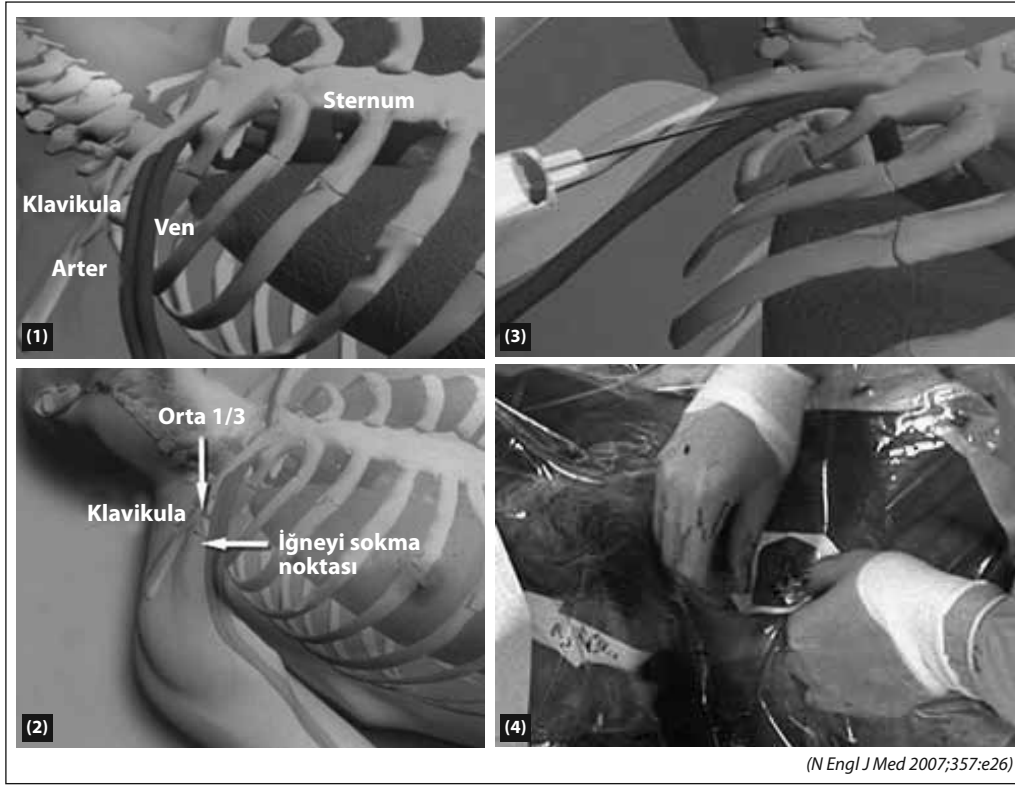




**ŞEKİL 38a.** Sağ internal juguler venden sokulan (siyah ok başları) Swan-Ganz kateterinin ucu (beyaz ok-), portatif röntgen cihazı ile çekilen göğüs radyografisinde sağ pulmoner arter distalinde görülmekte.

**TABLO 9.** Swan-Ganz kateterinin giriş yerinden sağ kalp boşlukları ve pulmoner artere olan olağan uzaklık

| Giriş yeri                            | Boşluk            | Uzaklık (cm) |
|---------------------------------------|-------------------|--------------|
| Subklavyan veya İnternal Juguler ven: | Sağ atriyum:      | 15-20        |
|                                       | Sağ ventrikül:    | 30           |
|                                       | Pulmoner arter:   | 40           |
|                                       | Pulmoner arter uç | 45-50        |
| Femoral ven:                          | Sağ atriyum:      | 30           |
|                                       | Pulmoner arter    | 40           |



**ŞEKİL 38.** Santral venöz kateterizasyon: Subklavyan ven. (1) Anatmik işaretleri, (2) Giriş noktası, (3) Vene iğnenin sokulup yerleştirilmesi, (4) Giriş yerinin steril örtülerle örtülmesi ve hazırlanması.

gatif basınç uygulanır. Vene giriş kanın şırıngaya geri gelişi ile kanıtlanır. İntradüser-iğne, üzerindeki plastik kılıf setinin bir bütün olarak damara tamamen girdiğinden emin olmak için hafifce birkaç milimetre daha içeriye doğru ilerletilir. Kılıf aşağıya yönelmelidir, böylece buradan gönderilecek PA kateterinin direk sağA'ya girmesi kolaylaşır. Üç parçalı damara giriş setinde ise (intradüser-iğne, kılıf, KT) bu şekilde kılavuz telin karşı tarafın İJV'sine geçme olasılığı azalır.

- *Kılavuz tel*, intradüser-iğnenin içinden direnç ile karşılaşmadan kolayca geçirilir. Kılavuz telin sağA'ya girmesi için yaklaşık 15 cm uzunluğunda olması yeterlidir.
- *Kılavuz tel* sokulup sağA'ya yerleşince, intradüser- iğne geri çıkarılır. Kılavuz telin girdiği cilt bistüri ucu ile çizilir; bıçağın kosto-servikal fasiyaya girdiğinden emin olunmalı (KT üzerinden gönderilecek plastik kılıfın sert fasiyaya takılmadan ven lumenine geçmesi için).

**2. Dilatör ve intradüserin ve giriş venine sokulması:** Üçlü damara giriş setinde bulunan intradüser damara sokulan plastik içi boş yumuşak kılıftır, intradüserin içine sokulan sertleşmesini sağlayan ve daha sert plastik sivri uçlu içi boş plastik tüp dilatör, başta vene sokulan iğnenin içinden vene geçirilen kısa KT'nin üzerinden iğne çıkarıldıktan sonra kaydırılarak sert ve sivri ucu sayesinde vene rahatca sokularak cilt ve cilt altı dokularda bir tunel oluşturarak daha yumuşak intradüserin geçmesine yardımcı olur (Şekil 37).

- A. İntradüser ve içine sokulan dilatör venin lumenine yerleştirilen KT'nin üzerinden sabit basınçla itilerek vene geçirilir, bu sırada KT'nin sabit basınçla ilerletilen dilatörün lumeninde rahatca hareket ettiğinden emin olunmalıdır (KT'nin dışarıdaki ucu gergin tutulmalı). Şayet dilatör takılmışsa, KT serbestce hareket edene kadar geri çekilmeli.
- B. Nadiren bükme, döndürme manevrası dilatörün ilerletilmesine yardımcı olabilir.
- C. Dilatör ve intradüser bir kere sokulunca, dilatör çıkarılmalı. Yan-kolundan intradüserin içindeki kan aspire edilip atılır ve SF ile lumeni yıkanır.
  - Bu noktada PA kateteri intradüserin içinden sokularak yerleştirilir.

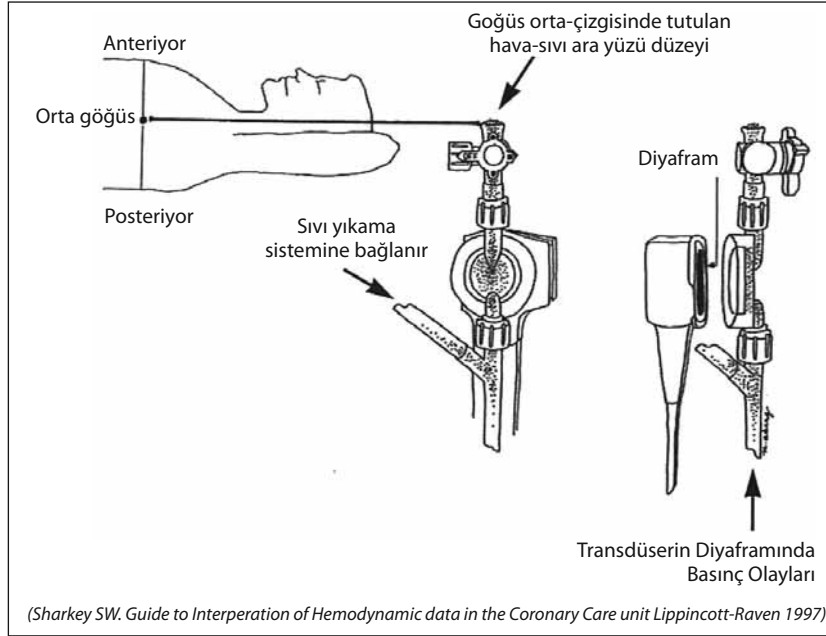
**3. PA kateterinin sokulması:** PA kateteri sokulmadan önce basınç transdüseri sıfırlanmalı ve kalibre edilmelidir (Şekil 39). Kullanılacak PA kateter steril koşullarda hazırlanmalı ve distal lumen girişi sıfırlanmış basınç transdüserine bağlanıp test edilmelidir.

- Sonra da PA kateteri giriş yerine yerleştirilmiş plastik-kılıfın içinden vene sokulurken kateterin distal lümeninden yatakbaşı monitörden basınç dalga şekilleri takip edilmeli; bu şekilde PA kateteri sağA'dan PA ve pulmoner uç pozisyona osiloskopta basınç dalga şekilleri izlenerek yönlendirilir (Şekil 40), kateterin üzerindeki uzaklık mesafeleri istenen uygun yere yerleşmesine yardımcı olur (Tablo 9).
- Şayet giriş subklavyan ven veya İJV'den olmuşsa; vena kava superiyora 10-15 cm'de ulaşılır. Bu noktada balon güvenle şişirilebilir; monitorda görülebilen basınç dalga şekilleri elde edilir; basınç dalga şekilleri solunumsal değişiklikler gösterir (intratorasik yerleşimi kanıtlar).
- Genellikle, PA kateterin distal ucu (distal lumenin ucundan alınan basınç balgalarının görülmesi) sağA'ya 15-20 cm'de, sağV 30-40 cm, PA 45-55 cm ve pulmoner arter ucuna 45-60 cm'de ulaşır. Distal uçtaki basınç dalgaları daha büyük uzunluk ile ortaya çıktığında PKUB dalgalarının görülmemesi durumunda, PA kateterinin sağA veya sağV'de dolanması olasıdır. PA kateteri yerleştirildikten sonra, doğru kateter pozisyonu yatakbaşı göğüs radyogramı ile de gösterilebilir.

### **İnternal Juguler Ven yolu ile Santral Venöz Kateteri Yerleştirilme Tekniği:**

Sağ İnternal Juguler Ven (İJV) vena kava superiyor ve sağA'ya direk giriş sağladığından ve duktus torasikusun yaralanmasını önlediğinden sağ tarafın İJV'si santral venöz kateter yerleştirilmesinde sola tercih edilmektedir.

- Hastaya yukarıda tarif edildiği gibi pozisyon verilir ve steril koşullarda hazırlanır.



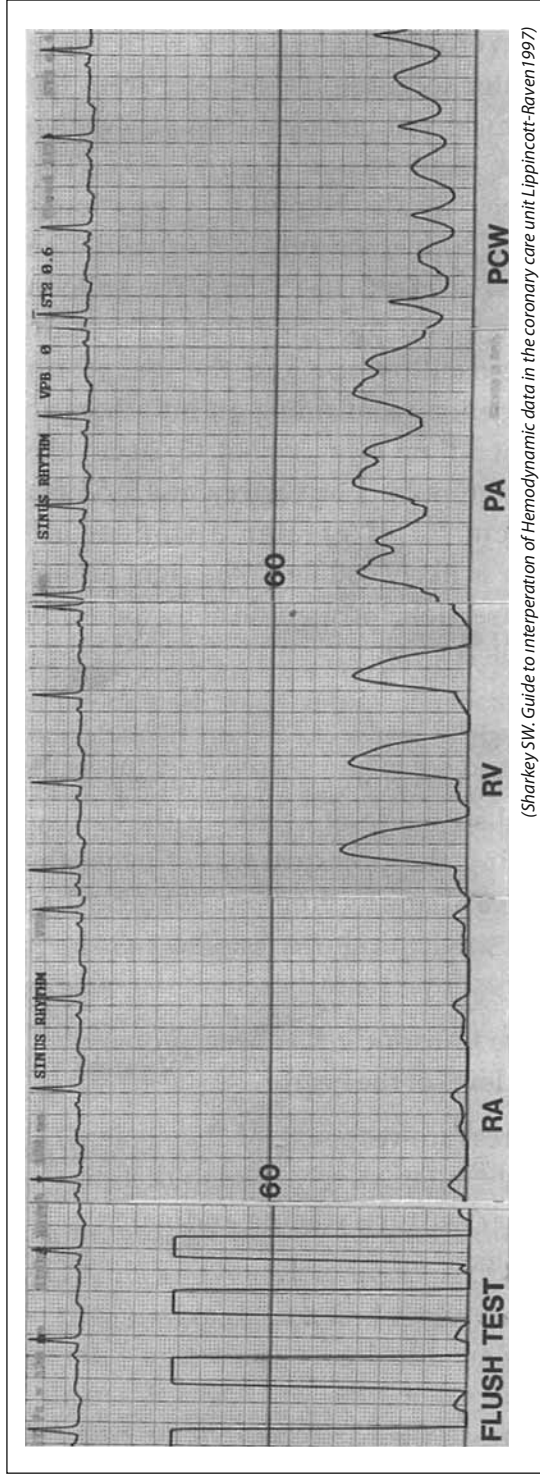
**ŞEKİL 39.** Basınç transdüseri (önden ve yandan görünüşü) ve hasta ile bağlantısı. Hastanın kalbindeki basınç olayı (basınç dalgaları) diyaframını hareket ettirerek su ile doldurulmuş transdüserin kapağına (kubbesine) iletilir ve onuda hareket ettirir. Diyaframın hareketi basınç olayının amplitüdünün büyüklüğü ile orantılı olarak elektrik akımı oluşturur. Bu elektrik akımı gücünü artırır ve yatakbaşı osiloskopta gösterilir. Sıfır referans noktası transdüserin tepesindeki musluğun sıvı-hava ara yüzüdür. Bu hastanın kalbi (orta koltuk altı çizgisi) hizasında olmalıdır.

**1. İJV'nin lokalizasyonu ve giriş tekniği:** Aşağıda klavikula ve sternuma yapışan sternokleidomastoid adalenin iki başı tarafından oluşturulan üçgen; supraklavikular çukur ve fossa jugularisin inspeksiyon ve palpasyonu ile belirlenir ve üçgenin tepesi bulunur.

- Sokulan iğnenin yönü üçgenin tepesinden karşı tarafın meme başına doğru olmalı. Üçgenin tepesindeki giriş noktasında veni belirlemek için ilk girişimde iğne koronal plana (horizontal) paralel ve sagittal plana yaklaşık 30 derece açı ile ilerletilir. İğne ilerletilirken İJV'ye girinceye kadar iğneye takılı ve yarıyarıya SF ile doldurulmuş şırıngaya negatif basınç uygulanarak sürekli aspire edilir.
- Vene giriş sağlandıktan sonra intradüser yerleştirilmeden önce kılavuz tel vendeki iğneden geçirilmeli.

**2. PA kateterinin vene sokulup yerleştirilmesi:**

Giriş venine intradüser yerleştirilmeden önce PA kateteri steril ortamda hazırlanmalı; kateterin kırılmaması ve dolanmamasına dikkat edilmeli, balonu şişirilerek test edilip, kateterin tüm girişleri SF ile yıkanmalı ve steril koşullarda kullanıma hazır bekletilmeli.



**ŞEKİL 40.** Yatakbaşı sokulan pulmoner arter kateteri basınç kaydının alınması. (Solda)- "Flush testi" (serum fizyolojik ile lümenini temizleme) kateteri sokmadan önce donanımın doğru çalıştığını kanıtlar. Her kalp boşluğunun karakteristik basınç dalgası bir "marker" gibi kalbin içinde ilerletilen kateterin distal lümeninin lokalizasyonunu operatörün bilmesini sağlar.

**Not:** Sağ atriyal (RA) basınç sağ ventrikül (RV) diyastolik basıncına eşittir. RV sistolik basıncı da pulmoner arter (PA) sistolik basıncına eşittir. PA diyastolik basıncı ise ortalama pulmoner kapiller uç (PKU) basıncına eşittir. Kateter RV'den PA'ya ilerletilince; diyastolik basınç aniden yükselir ve dikrotik çentik görülür. Kateter PA'dan arterin ucuna taşınınca ortalama basınç birdenbire düşer ve A ve V dalgaları görünür.

Ölçek: 60 mmHg, Kağıt hızı: 25 mm/sn.

- Balonun sağlamlığı kontrol edilmeli; 1.5 mL hava ile balon şişirilip birkaç saniye şiş tutulur. Balonun sızıntısı varsa, balon küçülür. Balon şişken kateterin ucunun biraz ötesinde simetrik şişip şişmediği kontrol edilmeli (Şekil 41).
- PA kateterinin bulunduğu sahanın sterilitesini sürdürmek için kateter lumen girişlerinden intravenöz sıvılara bağlanır (genellikle SF) ve SF ile yıkanır.
- Distal PA ve santral venöz basınç girişleri 300 mmHg'da basınçlı infüzyon sistemine bağlanır.
- PA kateteri 20 cm işaretine kadar intraduserin içinden geçirilir. Dalga şekilleri izlenene kadar ileriye doğru ilerletilir ve basınç dalgalarının görünmesi ile kateterin yeri anlaşılır (Şekil 42).

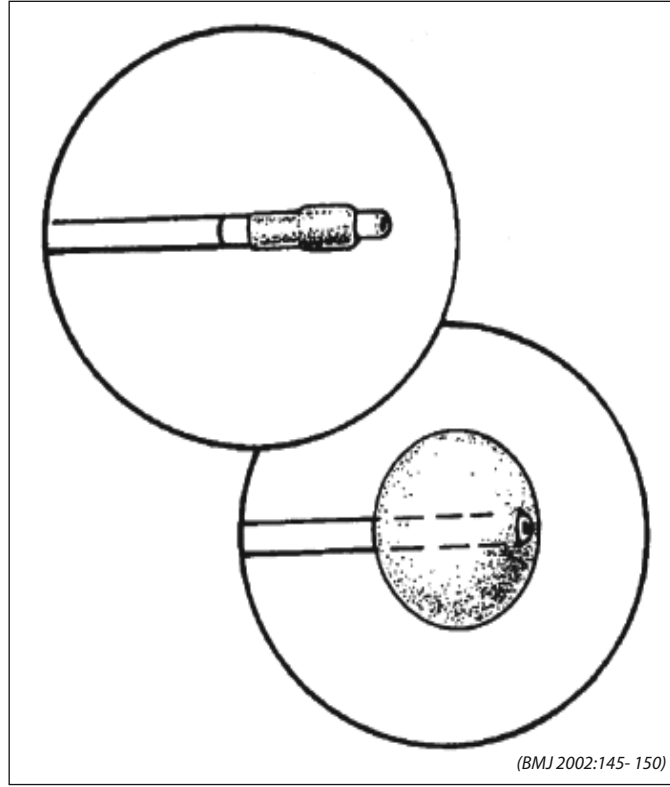
### 3. SağA, sağV, PA, ve PKUB için basınç eğrilerinin değerlendirilmesi:

SağA basınç eğrisinde sistol ve diyastolik basınçlar çok az farklılık gösterir, sistolik-diyastolik basınç aralığı dardır (Şekil 42.B).

- SağV'ye girilince basınç eğrisinde sistolik basınç aniden yükselir, basınç aralığı (sistolik - diyastolik) genişler, diyastolik basınç da sağA'ya göre yükselir.
- PA'de ise alınan basınçta; sistolik basınç sağV ile aynı kalırken, diyastolik basınç daha yüksek seyrederek ve böylece basınç aralığı azalır.
- PKUB eğrisinde, PA eğrisine göre dalga şekli körelir (venöz dalga şekline benzer). Mekanik ventilatördeki hastalarda; sağV diyastolik basıncı PA diyastolik basıncından daha yüksek olabilir.

### 4. PA kateterini basınç dalgalarını izleyerek balonun ilerletilmesi (Şekil 42.A):

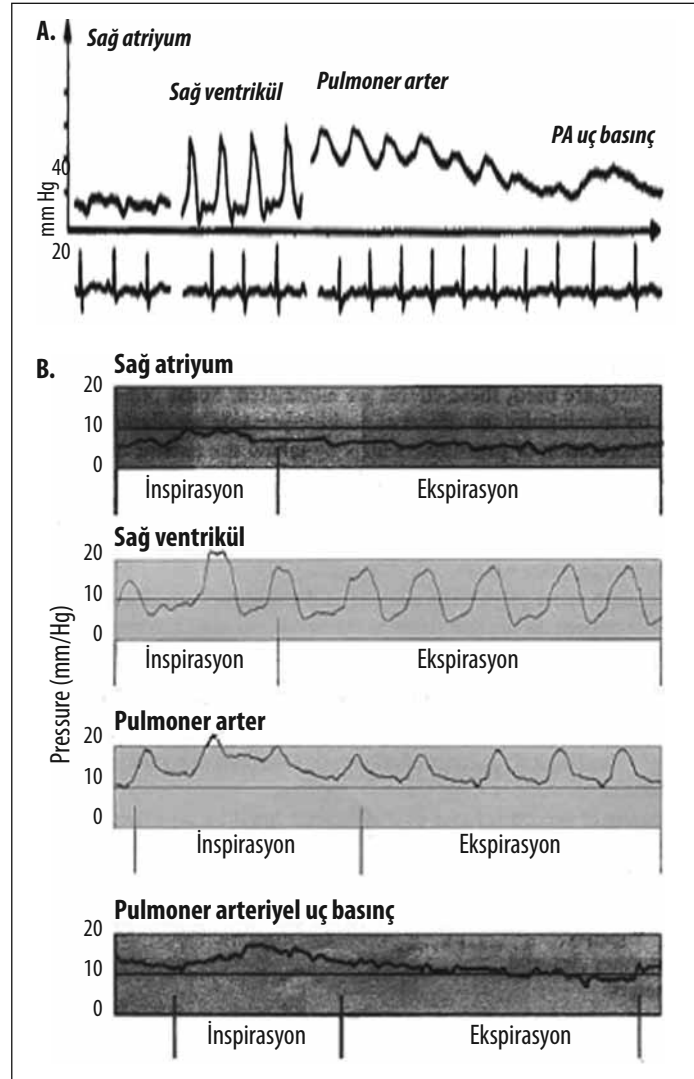
- PA kateteri, (i) distal ucuna bağlanan basınç transdüserinden alınan basınç dalga görüntüleri izlenerek venöz giriş kılıfının içinden geçirilerek önce sağA, sonra da balon şişirilerek sağV içine doğru yavaşça ilerletilir; (sağV'ye geçiş sistolik basıncın yükselmesi ve dalga şeklindeki büyük değişiklikler görülmesi ile belirlenir), kateterin sağV'ye geçişi çabuk olabilir ve kaçırılabilir; (ii) kateterin ucu sağA'da iken balon şişirilerek (1.0-1.5 mL hava ile) yavaşça ilerletilir ve PA'ya girilinceye dek monitörden basınç dalgaları sürekli izlenir, sağV basınç dalgalarının görülmesi ile sağV girişi yakalanabilir. (iii) Kateter ile PA'ya girince, pulmoner arter uç basınç (PAUB) eğrisi gözlenene kadar şişirilmiş balon yavaşça ilerletilir. (iv) Basınç eğrisi elde edildikten sonra, balon söndürülür ve dalga şekli PA basınç dalgasına hızla geri döner.
- PKUB dalga şekli balon söndürülmesine rağmen devam ediyorsa (1.0-1.5 mL hava geri alınmalı); PA basınç eğrisi görülene kadar kateter balon şişirili iken hafif takılıncaya kadar birkaç cm geri çekilir. Yeni pozisyonda uç basınç eğrisinin sağlandığından emin olmak için balon yeniden şişirilir.
- Balonlu kateter ile yatakbaşı (floroskopisi kullanmadan) genellikle basınç dalgalarının izlenmesi ile yapılan sağ kalp kateterizasyonu sırasında karşılaşılan sorunları aşmak için tavsiye edilen manevralar Tablo 8'de özetlenmiştir.



**ŞEKİL 41.** Pulmoner arter kateterinin (PAK) balonunun şişirilip yerleştirilmesi. PAK intraduser yerleştirilmeden önce hazırlanır. PAK ile steril bir yerde, kateter kırıklar ve katlanmalar için denetlenir ve muayene edilir, balonu test edilir ve girişleri flush edilir (tazyikli SF ile temizlenir).

Balon kontrol edilmeli, 1.5 ml hava ile şişirilmeli ve birkaç saniye şiş olarak böyle tutulmalı. Balonun sızıntısı varsa, balonun küçüldüğü görülecektir. Balon şişirildiğinde kateterin ucunun hemen gerisinden balonun simetrik olarak genişlediği şiştiği görülür.

Kateter bölgesinin sterilliği sürdürülerek intravenöz sıvılara bağlanır. Tüm girişler bağlanır ve flush yapılır. Distal PA girişi ve santral venöz basınç (CVP) girişi 300 mmHg basınçlı infüzyon sistemine bağlanır. Herikiside aynı basınç sistemine veya bireysel sistemlere bağlanabilir.



**ŞEKİL 42. (A)** sağ atriyum, sağ ventrikül, pulmoner arter ve pulmoner arteriyel uç basınç kaydı (hasta mekanik ventilasyonda). Sağ ayal kayıta sistolik ve diyastolik basınçlar arasında çok az değişiklik görülüyor. Sağ ventriküler kayıta sistolik basınçta aniden yükselme, geniş farklılık, diyastol sırasında basınç yükselir. Pulmoner arter basıncında sağ ventriküldeki gibi aynı kalan sistolik basınç fakat yüksek diyastolik basınç ile basınçta azalmış farklılık vardır, ek olarak diyastol sırasında basınç düşer. Pulmoner arter uç basıncı (PAUB) pulmoner arteriyel kayıtle mukayese edildiğinde körelmiş (dampened) şekildedir. Not: Mekanik olarak ventile olan hastada; sağ ventrikül diyastolik basıncı pulmoner arteriyel diyastolik basıncından daha yüksektir.

**(B)** Kateter yavaşça sağ atriyum sonra da sağ ventrikül içerisine ilerletilir. Sağ ventrikül içerisine geçiş basınç dalgalarının şeklindeki değişim ile belirlenir. Sağ ventriküle girilince, geçiş güç olabilir pulmoner artere girilinceye kadar basınç kontrol edilmeli. Pulmoner artere girilince, pulmoner arteriyel basınç net görülünceye kadar balon yavaşça geçirilir. Uç basınç (PAUB) dalgaları ortaya çıktıktan sonra, balon söndürülür ve pulmoner arteriyel basınç dalgalarının hemen geri geldiği saptanır. Balon söndürüldükten sonra PAUB dalgaları devam ediyorsa, pulmoner arter basınç dalgaları görülene kadar kateter birkaç cm geri çekilir. Yeni pozisyonda Balonun tekrar şişirilmesi uç basıncı sağlar. Kardiyovasküler damar yatağında uygun pozisyon beklenilenden fazla kateter uzunluğunda elde edilmişse, kateter çıkarılmalıdır. Balon şişirilmişken, balonun hafifce takıldığını hissedene kadar kateter yavaşça geri çekilmelidir. Balonu şişirmek için 1.5 ml hava kullanılmalıdır, daha azı gerekiyorsa dışarıya uzağa çekilir. Emniyetle PAK ucunun uygun yerleşimi sağlanana kadar yukarıdaki işlemler sırayla tekrarlanmalı.



## KALP KATETERİZASYONUNDA HEMODİNAMİK DEĞERLENDİRME

Sağ ve sol kalp boşlukları ve ventriküllerden çıkan büyük damarların (aort, pulmoner arter) basınç ölçümleri, kullanılan kateterin distal ucu (sağ kalp için Cournand, sol kalp için Pigtail gibi) basıncı ölçülmek istenen kalp boşluk ve damarın içerisine yerleştirilir, kateterin dışarıdaki proksimal ucunu basınç transdüserine bağlayarak kateterin distal ucunun bulunduğu boşluk veya damarın basıncı izlenebilir ve kaydedilebilir.

İstenen yerin O<sub>2</sub> satürasyonu ve basıncı kalp kateterizasyonu sırasında direk ölçülerek veya kan örneği alınıp analiz edilerek tayin edilebilir ve işlem öncesi hastanın belirlenen yaşı, cinsiyeti, vücut kitle indeksi (VKİ) ve kalp hızı (KH) ile birlikte özel formüller kullanılarak hastanın hemodinamik durumunu gösteren aşağıdaki önemli hemodinamik parametreler hesaplanabilir (Tablo 14):

(a) Özel formüller ve cetveller ile hesaplanan hastanın O<sub>2</sub> tüketimi (mL/dk), Arteriyo-Venöz O<sub>2</sub> farkı (vol %) ve Hb düzeyi (mg/dl) ile **atım hacmi**, **Kalp debisi**, **kardiyak indeks** hesaplanabilir.

(b) Çıkan aortaya kapak sinüslerinin üzerinden, SV'ye ise mitral kapakların altından önceden ayarlanan hız ve basınçta pompa ile kontrast boya vererek; aortadan- SV'ye, SV'den-sol atriya kaçan boyanın miktarı ve bu boşlukların dolun derecesi (skopide görünürlüğü) ve sonraki kalp vuruları ile boyanın buradan temizlenme hızına göre varsa **Aort ve Mitral kapak regürjitasyonun varlığı ve derecesi** tayin edilebilir (Tablo 10).

**TABLO 14.** Sağ kalp kateterizasyonu ile sağlanan normal Değerler ve Formüller

| HEMODİNAMİK PARAMETRE                  | FORMÜL                                                                                  | NORMAL DEĞERLER                                                           |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kardiyak Debi (KD):</b>             | Fick metodu:<br>[VA x 3mL/kg/(AO <sub>2</sub> - VO <sub>2</sub> )<br>X 1.36 x Hgb x 19] | 4-8 L/dk.                                                                 |
| <b>Kardiyak indeks (Kİ):</b>           | KD/VKİ:                                                                                 | 2.8 – 4.2 L/dk/m <sup>2</sup>                                             |
| <b>Atım hacmi:</b>                     | KD/KH:                                                                                  | 40 – 120 cm <sup>3</sup> /vuru                                            |
| <b>Sistemik vasküler direnç (SVD):</b> | [(OAB – SVB) x 80]/ KD                                                                  | 770 – 1,500 deynes s/cm <sup>2</sup>                                      |
| <b>Pulmoner vasküler direnç (PVD):</b> | [(PAB – PKUB) x 80]/KD                                                                  | 20 – 120 dynes s/cm <sup>2</sup>                                          |
| <b>Şant fraksiyonu (Qp/Qs):</b>        | [AO <sub>2</sub> % – VO <sub>2</sub> %]/[PVO <sub>2</sub> % – PAO <sub>2</sub> %]       | >2.0: Büyük defekt<br>1.5 – 2.0: Küçük defekt<br><1.5: Sağdan – Sola şant |

**Kısaltmalar:** KH: Kalp hızı; OAB: Ortalama arter basıncı; PAB: Pulmoner arter basıncı; SVB: Santral venöz basınç; PAVO<sub>2</sub>: Pulmoner arter oksijen satürasyonu; PVO<sub>2</sub>: Pulmoner ven O<sub>2</sub> satürasyonu; VO<sub>2</sub>:% Mixede venöz oksijen satürasyonu. VA: Vücut ağırlığı. Qp: Pulmoner akım; Qs: Sistemik akım.

**TABLO 10.** Aortografide AR, sol ventrikülografide MR'nin değerlendirilmesi ve dereceleri

| Aort Regürjitasyonunun derecesi                                                                                                                | Mitral Regürjitasyonunun derecesi                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1+:</b> Hafif AR, klinik olarak anlamlı değil.                                                                                              | <b>1+:</b> Eser MR'yi gösterir, bir vuruda temizlenen hafif solA opaklaşması.                                                      |
| <b>2+:</b> Orta derecede AR, kontrast boya her diyastolde SV çıkış yoluna girer ve her sistolde temizlenemez, birkaç vurudan sonra temizlenir. | <b>2+:</b> Hafif- orta derece MR, solA'nın opaklaşması SV'den daha azdır.                                                          |
| <b>3+:</b> Orta derecede ciddi AR, kontrast SV'nin tamamını doldurur ve SV'nin opaklaşması Aorta ile eşitlenir.                                | <b>3+:</b> Orta-ağır derece MR'yi gösterir, solA'nın opaklaşması SV'ye eşittir.                                                    |
| <b>4+:</b> Ciddi AR: Diyastol sırasında kontrastın büyük bölümü SV'ye girer, opaklaşması Aortadakinden fazladır.                               | <b>4+:</b> SolA'nın opaklaşması SV'den fazladır, opaklaşma sürekli; pulmoner ven opaklaşması olabilir, kronik MR'de SV büyümüştür. |

Kısaltma: AR-Aort regürjitasyonu, MR-Mitral regürjitasyonu, SolA-Sol atriyum, SV-Sol ventrikül.

(c) Kalp boşluklarından alınan kan örneklerinde ölçülen O<sub>2</sub> satürasyonu ile soldan-sağa intrakardiyak şantların varlığı kolayca teşhis edilebilir ve miktarı hesaplanabilir.

(d) Basınç dalga şekilleri incelenip düzeyleri hesaplanarak; sol ve sağ kalbin atriyum (sol atriyum yerine PKUB) ve ventrikülleri arasında **diyastolik basınç gradiyenti**, ventriküller ile bunlardan çıkan aort ve pulmoner arterler arasında **sistolik basınç gradiyenti** saptanması sonucunda sırası ile atriyoventriküler (Mitral ve Triküspid darlıkları) ve sağ veya sol ventriküler çıkış yolu obstrüksiyonu ve/veya semilunar kapak darlıklarını (Aort ve Pulmoner Darlıklar) gösterir.

- Ekokardiyografi bulguların klinik ile tutarsız olduğu durumlar ve ekojenitesi kötü hastalarda (amfizem, göğüs deformitesi gibi) kapak hastalıkları kalp kateterizasyonunda doğru ve kesin olarak teşhis edilir, "*altın standart*".

(c) **Kalp kapak hastalıklarının değerlendirilmesi:** (i) Özel formüller ile kapak darlığı ve **kapak alanı** (akımın geçtiği delik alanı) hesaplanabilir.

### Protokol:

Sağ Kalp kateterizasyonu kateter laboratuvarında floroskopi altında sağ femoral vene damar giriş kılıfı yerleştirilip fraksiyone olmayan heparin ile antikoagülasyon sağlandıktan sonra özel (Cornand veya MP gibi ucu delik) kateter kullanılarak yapılır.

1. Vena kava superiyor ve inferiyordan oksijen satürasyonları için kan örnekleri alınır.
2. SağA'dan O<sub>2</sub> satürasyonu ölçümü için kan örneği alınır, fazik ve ortalama, 40 mm/saniye ile sağA basıncı (A, V dalgaları) kaydedilip ölçülür.
3. sağV'den fazik 40 mm/saniye ile sağV basıncı (sistolik, diyastolik ve diyastol sonu) kaydedilip ölçülür, sonra da PKUB'ye gidilir.

4. PKUB fazık, ortalama 40 mm/saniye ile (A, V dalgaları ve ortalama) kaydedilip ölçülür.
5. Kateter ortalamada PKUB'dan PA'ya geri çekip basınç kaydedilir.
6. PA basınçları (sistolik, diyastolik ve ortalama) kaydedilip ölçülür ve PA'dan O<sub>2</sub> satürasyonu ölçülür.
7. Sonra da PA'dan sürekli basınç kaydı ile sağV ve sonra sağA'ya kateter geri çekilip; pulmoner kapakta PA-sağV ve sağV- sağA diyastolik sistolik basınç gradiyenti aranır (Pulmoner ve triküspid kapak darlığı için).

## HEMODİNAMİ VE FORMÜLLER:

Formüller ile hesaplanan hemodinamik değerler birçok kalp hastalığının tanısında ve özellikle sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirilmesinde emsalsizdir.

*Temel prensip:* Standart formül ve denklemlere alınan hemodinamik parametrelerin tekniğine uygun olarak doğru yerden uygun şekilde alınması gerekir.

### Kalp Debisi:

Her zaman ünitesinde sistemik dolaşıma atılıp dağıtılan kan volumu SV'nin kalp debisi olarak ölçülür. Benzer şekilde pulmoner dolaşıma her zaman ünitesinde atılan kan volumu da sağ ventrikülün kalp debisidir. Normalde SV'nin kalp debisi sağV'nin kalp debisine eşittir. Kalp debisi atım hacminin (her vuruda ventrikülden fırlatılan kan volumu) kalp hızı ile çarpılmasının fonksiyonudur. Kalp debisinin normal değerleri 4.0-8.0 Lt/dk.

*Kardiyak indeks:* Kalp debisinin vücut yüzey alanına bölünmesi ile hesaplanır. Vücut yüzey alanı hastanın uzunluğu ve ağırlığının (VYA) fonksiyonudur. Hesaplanması için birçok formül vardır.

$$\bullet VYA (m^2) = 0.07814 \times \text{ağırlık (kg)} \times \text{boy (cm)}$$

## FORMÜLLER:

### 1. Fik Denklemi (Fick Equation):

Kalp debisinin *Fik denklemi* (Fick equation) "altın standarttır" ve öne (ileriye doğru) atılan kalp debisini gösterir.

$$\bullet \text{Debi}_{(Fick)} = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2) \times 10$$

(CvO<sub>2</sub> venöz oksijen muhtevası, VO<sub>2</sub> - dakikada oksijen tüketimi, CaO<sub>2</sub> - arteryel oksijen muhtevası).

VO<sub>2</sub> çoğunlukla kateter laboratuvarında ölçülmekten ziyade hesaplanmaktadır (yaş ve cinsiyete göre VYA ile). VYA'nın her m<sup>2</sup>'ne 125 ml oksijen dinlenimde normal oksijen tüketim indeksi olarak alınmaktadır. Oksijen tüketiminin normal aralığı 175-250 ml O<sub>2</sub>/dk. CaO<sub>2</sub> için aorta veya SV'den arteriyel CVO<sub>2</sub> için PA'dan venöz kan alınabilir.

Oksijen kanda büyük bölümü hemoglobine bağlanarak (oksihemoglobin) ve plazmada çözülmüş olarak iki şekilde taşınır. Oksijen ile sature edilmiş % hemoglobin pulse oksimetri ile ölçülebilir. Normal arteriyel oksijen saturasyonu (SaO<sub>2</sub>) %98 civarındadır ve normal mixed venöz oksijen saturasyonu (SvO<sub>2</sub>) yaklaşık %75'dir. Gaz analizeri ile plazmada çözülmüş oksijen gazlarının normal parsiyel basıncı; normal arteriyel parsiyel oksijen basıncı (PaO<sub>2</sub>) 80-100 mmHg, venöz kanın normal parsiyel oksijen basıncı (PvO<sub>2</sub>) 40 mmHg civarındadır. Normal CaO<sub>2</sub> %9-20 volumdur. Normal CvO<sub>2</sub> ise 14-15 volüm % civarındadır. CaO<sub>2</sub>'den CVO<sub>2</sub>'nin çıkarılması A-V (arteriyel ve venöz kanda oksijen içeriği farkı) farkını gösterir; dokuların metabolik ihtiyacı için arteriyel kan ile daha ne kadar oksijen verilmesinin gerektiğini yansıtır. A-V farkı ile kalp debisi arasında ters ilişki vardır; kalp debisi düştükçe dokular daha fazla oksijen tüketir. Bu durumda CVO<sub>2</sub> ve A-V farkı artar.

Arteriyel ve venöz kanın total oksijen muhtevası aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$\bullet \text{CaO}_2 = (1.36 \times \text{Hgb} \times \text{SaO}_2) + (0.003 \times \text{PaO}_2)$$

(\*-sabite; her gram hemoglobin 1.36 ml oksijen taşır; bazen 1.34-1.39 alınabilir. Denklem, ilk bölümü hemoglobine bağlanan oksijen miktarını, ikinci bölümü ise plazmada çözülmüş oksijen miktarını gösterir.

## 2. Termodilüsyon:

Termodilüsyon ile kalp debisi kateter laboratuvarında da belirlenebilir. Bu metodta 4 lumenli PA kateteri kullanılır (sayfa 76, Şekil 34; sayfa 72, Şekil 31).

- Termodilüsyonun arkasındaki teori; ısı değişikliğinin derecesi ve ısıdaki bu değişikliğin elde edilmesi için gerekli kalp debisi ile arasındaki ilişkiye dayanmaktadır.
- Örneğin, (38.6 derece C) ısıda kan bulunan iki kap dolsun, bunlardan bir tanesinde 1 kap diğeri ise 1 galon (4 kap) kan bulunsun; her ikisine de 70 derece 10 cc SF injekte edilsin; daha küçük olanda daha büyük kaba göre ısıda daha büyük değişiklik meydana gelir. Termodilüsyon kateterinin ucundaki ısı değişikliği sağ kalp debisi sonucundadır, dolayısı ile termodilüsyonun sağ kalbin kalp debisini ölçtüğü düşünülebilir.

**İşlem:** Oda ısısında 5 veya 10 ml SF veya %5 dextrose'un kateterin SV (santral ven)/sağA'ya açılan proksimal ağzından injekte etmeyi kapsar. Buradan verilen sıvı sağA'ya girer, karışır; oluşan SF/kan karışımı sonra sağV ve PA'ya gider. PA kateterinin ucuna yakın yerleştirilmiş termistor PA'da kan/SF karışımının ısını ölçer, oluşan oran kalp debisinin hesaplanmasında kullanılır. Genellikle 3-5 termodilüsyon ölçümü yapılır.

- Termodilüsyon düşük kalp debisi durumlarında (<2L/dk), ciddi triküspid veya pulmoner kapak regürjitasyonu, ve ASD veya VSD ile doğru olmayabilir.

### 3. Anjiyografi:

Anjiyografik kalp debisi SV'den fırlatılan toplam kan volümünü hesaplar.

- Sol ventrikülogram sağ anterior oblik (RAO) pozisyonunda kaydedilir. Diyastol-sonuna uyan SV'nin en iyi görülebilen dış kenarı çizilir; bir sol ventrikülogramda aynı projeksiyonda sistol sonunda bir çizim daha yapılır. Çizimler elle veya bilgisayarda otomatik olarak yapılabilir. SV şekli RAO projeksiyonda elipse benzer; diyastol- ve sistol- sonu SV volumları SV uzunlukları ve yüzölçümlerinden formüller ile hesaplanır. Böylece SV'nin sistol- sonu ve diyastol- sonu volumları (SV-SSV ve SV-DSV) belirlenebilir. SV'nin Atım hacmi (AH) SV'nin sistol-sonu SV-SSV ve diyastol-sonu volumları SV-DSV arasındaki farktır:

$$AH = SV-DSV - SV-SSV.$$

- Ejeksiyon fraksiyonu (EF) her vurdada SV'den fırlatılan kan yüzde oranı (%). Formülü  $EF = AH / SSV-DSV$

### KAPAK ALANININ HESAPLANMASI

Aort ve mitral kapak alanlarının hesaplanması her kapak için spesifik olan Gorlin formülü kullanılarak kateterizasyon laboratuvarında (KL) yapılabilir. Temel olarak **Gorlin formülü** kapağın açılma büyüklüğü ve kapaktan geçen akımın oranı ile ilişkilidir, bu akım oranını vermek için kapaktan geçen basınç gradiyenti gereklidir.

#### Aort kapak alanı (AKA):

$$\text{Aort kapak alanı} = AH/sep \times KH / (44.3 \times \text{ortalama basınç gradiyentinin kare kökü})$$

- Kateterizasyon laboratuvarında aort kapakta aort kapak akım hızını belirlemek için kalp debisi (dakikada cc olarak yansır) 1 dakikada gerçekten açık kapağın açık kalma süresi ile bölünür. Her vurdada sistolik ejeksiyon süresi (*sep*); her kalp siklusunda açılan aort kapağın açık kalma süresinin miktarı; eş zamanlı SV ve Aortik basınç dalgalarının (fazik) değerlendirilmesi ile belirlenebilir; **sep** aort kapak açıldığında başlar (SV basıncının aort basıncını aşması), sep aort kapak kapandığında (SV basıncı aort basıncının altına düşer) tamamlanır. KH ile sep'in çarpılması 1 dakikada aort kapağın açık kalabildiği süreyi ve sistolik ejeksiyon süresini belirleyebilir. Genellikle sep 30 saniyeden kısadır.
- Örneğin; kalp debisi dakikada 6 Litre (6000 cc) ve sep dakikada 20 saniye olan hastanın aort kapağı akım hızı saniyede 300 cc'dir. Gorlin denkleminin diğer değişkeni ise bu akım hızının atılması için gereken eş zamanlı SV ve aorta basınç (veya fazik femoral arter) dalgalarından gözlenen ve bilgisayardan hesaplanan basınç gradiyentidir. Ortalama gradiyentinin kare kökü 44.3 (aort kapak için sabite) ile çarpılır. Böylece aortik kapağın akım hızı ve ortalama aort gradiyenti ile açık aort kapak alanı hesaplanabilir.

Gorlin formülünün en doğru olduğu düşünülmektedir, bilinen daha kısa bir formül de *Haaki formülü*'dür. Buna göre:

$$AKA = \text{Kalp debisi (Lt/dk)} / \text{Basınç gradiyentinin kare kökü}$$

**Mitral kapak alanı (MKA):**

Mitral kapağın Gorlin formülü aortunkine benzer, yalnız burada sistolik ejeksiyon periyodu yerine diyastolik dolum periyodu geçmiştir.

$$MKA = \text{Kalp debisi (Lt/dk)} \cdot ddp \cdot KH / (37.7 \cdot \text{ortalama basınç gradiyentinin karekökü})$$

ddp- diyastolik dolum süresi her kalp siklusu sırasında mitral kapağın açık kalma süresidir. Eş zamanlı solA (veya fazik PKUB) ve SV basınç dalgalarının değerlendirilmesi ile belirlenebilir. Ddp mitral kapak açıldığında başlar ve solA basıncı SV basıncını aşınca kaydedilir, ddp SV basıncı solA basıncını aştığında mitral kapak kapanması ile tamamlanır. Ddp'nin kalp hızı (KH) ile çarpılması mitral kapağın bir dakikada ne kadar süre açık kaldığını ve SV'nin dolduğunu belirleyebilir, sonra da dakikada ddp ile kalp debisine bölünebilir ve mitral kapak akım hızı hesaplanır.

- Örneğin; Kalp debisi 4Lt (4000 cc)/dk ve ddp 40 saniye/dk. olan hastada, mitral kapak akım hızı 100 cc/dk olmalı, ddp genellikle >30 saniyedir. Gorlin denkleminin diğer değişkeni bu akım hızını oluşturabilmesi için gerekli eş zamanlı solA (PKUB ile değiştirilebilir) ve SV basınç dalgalarından gözlenen basınç gradiyentidir, ortalama basınç gradiyenti bilgisayardan hesaplanabilir. Ortalama basınç gradiyentinin kare kökü 37.7 (mitral kapak için Gorlin sabitesi) ile çarpılır. Mitral kapak akım hızı ve ortalama mitral kapak gradiyenti ile mitral kapağın açık alanı hesaplanabilir.

**SOLDAN- SAĞA ŞANTIN TAYİNİ:**

Kalp boşluklarından alınan kan örneklerinde ölçülen O<sub>2</sub> satürasyonu ile soldan-sağa intrakardiyak şantların varlığı kolayca teşhis edilebilir ve miktarı hesaplanabilir.

- İntrakardiyak şantın varlığı PA kateteri ile tayin edilebilir. Oksimetre için PA, sağV ve sağA, vena kava superiyor ve inferiyordan kan örnekleri alınır. Bu işlem sırasında kateter PA'da iken termodilüsyon yöntemi ile kalp debisi de bakılabilir; sonra da kateter floroskopi altında veya basınç kılavuzluğunda geri çekilerek her lokalizasyonda kan örneği alınır. Proksimal bölüme göre oksijen satürasyonunun bir boşlukta atriyal şantlar için >%7, ventriküler veya büyük damar şantlarında >%5 yükselmesi veya yukarıya atlaması ("step up") tanısaldır.
- Normalde, pulmoner kan akımı sistemik kan akımına eşittir (Qp/Qs =1). Ancak sol-sağ şantta pulmoner kan akımı sistemik kan akımı ve şant akımının toplamına eşittir. Ters, sağdan-sola şantta pulmoner kan akımı şant akımının miktarı kadar azalmıştır. Şant fraksiyonu pulmoner akımın sistemik akıma oranı (Qp/Qs) olarak belirtilir. ASD'de karışmış (mixed) oksijen satürasyonu vena kava inferiyor ve superiyor oksijen satürasyonlarının toplamının ¾'dür (3 katının 4' bölünmesi).

$$\bullet \text{ Soldan-sağa şantın hesaplanması} = Qp (L/dk) / Qs (L/dk)$$

- $Qp = O_2 \text{ tüketimi} / [10 \times (PVO_2\% - PAO_2\%)]$ . (PVO<sub>2</sub>: pulmoner ven oksijen satürasyonu, PAO<sub>2</sub> pulmoner arter oksijen satürasyonu, MVO<sub>2</sub>: mixed venöz oksijen satürasyonu).
- Sadece saturasyonların kullanıldığı basitleştirilmiş hesaplama:

$$Qp/Qs = (Ao_2\% - MVO_2\%) / (PVO_2\% - PAO_2\%)$$

Şant fraksiyonunun >1.5 bulunması hastanın mevcut semptomları ve pulmoner arter hipertansiyonun varlığı ve klinik durumu da dikkate alınarak çoğunlukla şantın kapatılmasını gerektirmektedir.

- Ayrıca soldan-sağa intrakardiyak şantın kapatılması düşünüldüğünde geri-dönüşümsüz pulmoner hipertansiyonun (arteriolar akciğer hastalığı bulunması) gelişip gelişmediğini saptayabilmek için pulmoner arter basıncı, pulmoner kapiller uç basınç ve pulmoner damar dirençleri ölçülebilir. *Vazoreaktivite testi* ile PAB'nin Adenozin ve Nitrogliserin gibi güçlü vazodilatörlere cevabı araştırılabilir. Bu ajanların pulmoner artere verilmesi ile ölçülen PAB'da bazale göre %30 düşüş pozitif olarak kabul edilir (geri-dönüşümlü PHTA).

## HEMODİNAMİ VE BASINÇ DALGALARI

Kan ulaştığı her boşlukta sırası ile farklı şekilde ve düzeyde basınç dalgaları meydana gelir. Normal basınç değerleri Tablo 12'de gösterilmiştir.

### Santral venöz basınç/Sağ atriyum:

Santral venöz basınç (SVB) vena kava superiyordaki (VKS) basınçtır kalbe dönen venöz kan miktarını ve kalbin arteriyel sisteme kanı pompalayabilme gücünü yansıtır. SVB, ucu

**TABLO 12.** Sırtüstü yatar pozisyonda dinlenimde sağ ve sol kalp basınçları (mmHg)

| Kalp Boşlukları | Sistol   | Diastol-sonu | Ortalama | A- dalgası | V-dalgası |
|-----------------|----------|--------------|----------|------------|-----------|
| SağA            | –        | –            | 0-8      | 2- 10      | 2- 10     |
| SağV            | 15-30    | 0-8          | –        | –          | –         |
| PA              | 15-30    | 3-12         | 9-16     | –          | –         |
| PKUB/SolA       | –        | –            | 1-12     | 3-15       | 3-12      |
| SV              | 10-140   | 3-12         | –        | –          | –         |
| Aorta           | 100- 140 | 60-90        | 60-90    | 70-105     | –         |

Kısaltmalar: SağA-Sağ atriyum, SağV-Sağ ventrikül, PA-Pulmoner arter, PKUB-Pulmoner kapiller uç basınç, SolA-Sol atriyum, SV-Sol ventrikül.

VKS'nin alt 1/3'de kalan subklavyan vene sokulan kateter ile ölçülür. Sağ atriyum (sağA) vena kava superiyor ve inferiyorun her ikisinden de kan alan kalp boşluğudur. SVB ve sağA'nın her ikisinin de basınç dalgaları üç pozitif defleksiyon ihtiva eder: A, C ve V dalgaları.

A dalgasına atriyal kontraksiyon sırasında sağA içinde basıncın yükselmesi sebep olur. Mekanik A dalgası EKG'deki elektriki P dalgasından biraz sonra başlar.

V dalgası triküspid kapağında SağA'nın pasif doluşunun zirvesidir.

Atriyal kontraksiyon sırasında kan sağV içine zorlanır (sıkıştırılır), atriyum ile VKS arasında kapak sistemi olmadığından kan geriye doğru bunların içine doğru da zorlanır. Kanın bu serbest hareketi sağA'da basıncın çok fazla yükselmemesini sağlar, dolayısı ile A dalgası rölatif olarak yavaş yavaş yükselir. Atriyal kontraksiyon tamamlanıp da SV kontraksiyonu başladığında, atriyum dolmaya başlar; sağA dalgasında *x inişi* denilen iniş başlar. Ventrikülde basınç yükselince triküspid kapakları kapanır, kapağın kapanışı atriyumun basıncında hafif artışa sebep olur (C dalgası), *x inişinde* hörgüç gibi görülür. C dalgası atriyumun yüksekliğinden etkilendiğinden her zaman bulunmaz, EKG'de QRS'in sonundan geçen çizgidedir (eş zamanlı sağA ve EKG kaydında).

Atriyal kontraksiyon bittiğinde ve triküspid kapak kapandığında, ventrikül hareketi kapağı aşağıya doğru çeker. Bu atriyal basınç düşüşünü meydana getiren etkidir, *x inişini* tamamlar. Atriyum çok düşük basınç altında (2-8 mmHg) venöz sistemden gelen kan ile tekrar dolmaya başlar, bu pasif doluş evresinde basınç yavaşca yükselir. Bu basınç yükselişi normalde A dalgasından daha düşük olan V dalgaları ile görünür. V dalgası zirve yaptığında (anlamı venöz sistemdeki basınç ile atriyum en fazla dolmuştur), sağ ventrikül diyastol dedir, relaksasyon sırasında basınç sağA basıncının altına düşer ve triküspid kapak açılır, kanın atriyumdan ventriküle hareket etmesi ile atriyal basınç düşer basınç dalgasında aşağı doğru harekete sebep olur, *y inişi*. Atriyum ve ventrikül basınçları eşitlendiğinde dalga en aşağı düzeydedir ve atriyumun kasılması ile tekrar yükselmeye başlar, *A dalgası*.

Ortalama sağA basıncı A ve V dalgalarının zirve değerleri ve X ve Y inişlerinin düzeylerinden alınır, iki değer in orta noktası ortalamayı verir. Modern cihazlarla tüm kalp siklusu sırasındaki ortalama basınç hesaplanabilir. Ortalama sağA basıncı sağV preloadunu verir.

#### **Santral venöz ve sağ atriyum basınç dalgalarının yüksek bulunduğu durumlar:**

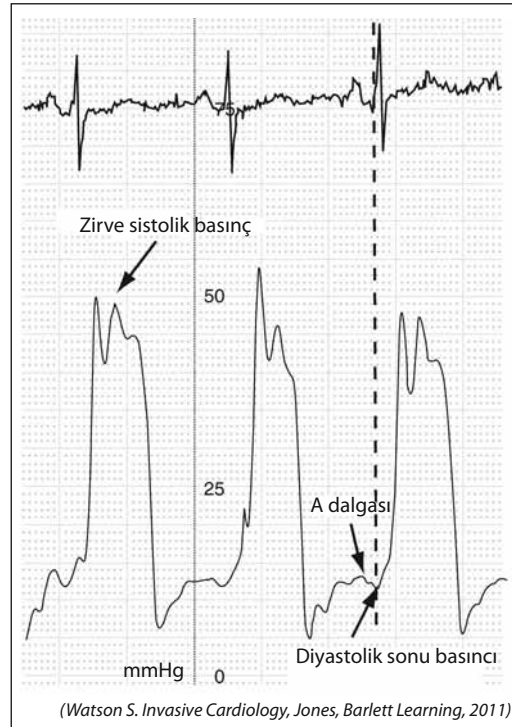
- Triküspid darlığı,
- Pulmoner darlık,
- Sağ ventrikül hipertrofisi,
- Pulmoner arteriyel hipertansiyon

Yüksek SVB ve sağA V dalgaları triküspid yetersizliğinde bulunur. Atriyal fibrilasyonda A dalgası bulunmaz.



### Sağ Ventrikül:

SağV'nin fonksiyonu venöz kanı pulmoner dolaşıma pompalamaktır. Sistolun konumu sağV dalgasının zirvesidir. Ventrikül tam kasıldığında kanı pulmoner kapaktan pulmoner artere doğru iter, sağV'nin kasılması ile oluşturduğu basınç sağA'dan çok daha yüksektir, bu basınç triküspid kapak kapalı olduğundan sağA'ya iletilmez. Normal triküspid kapaklı sağlıklı kişilerde sağV içindeki sistolik basınç dinlenimde 25 mmHg'dır. Ventrikül aldığı elektriki uyarıyı kontraktıl güce çevirerek; mekanik sistol EKG'deki elektriki sistol QRS kompleksinin sonunda başlar (Şekil 43); basınç dalgası hızla yükselir ve EKG'deki T dalgasında zirveye ulaşır. Sonra, ventrikül gevşer ve basınç dalgası hızlı düşüş gösterir. Ventrikül basıncı PA'nın altına düşünce triküspid kapak açılır ve ventrikül sağA'dan gelen venöz kan ile dolmaya başlar, ventrikülün yeniden doluşu erken diyastolda basıncın hızla yükselmesine sebep olur (hızlı doluş fazı), bunu doluşu atriyal kontraksiyon ile tamamlana kadar daha yavaş doluş (diyastolik) takip eder. Bu süreç EKG'de T ve Q dalgaları arasındadır. SağV dalgasının en önemli parametresi sağV diyastol sonu basıncıdır (sağVDSB); bu noktada sağA'nın kontraksiyonu bitirdiği ve ventrikül kontraksiyonu başlamadan hemen önce



**ŞEKİL 43.** Sağ ventrikül basınç dalgaları ve eşzamanlı çekilen EKG'de P-QRS kompleksine göre zamanlaması: QRS kompleksinin başı, diyastol sonu (A dalgası) ve P dalga başı ise diyastolik A dalga başına tekabül eder.

triküspid kapağının kapandığında sağV'de bulunan basınçtır. Basınç dalgasında diyastol sonunda A dalgası küçük hörgüç gibi bulunur. Diyastol sonu basıncı A dalgasından sonra alınmalı; A dalgası bulunmuyorsa basınç dalgası ile eş zamanlı kaydedilen ilgili EKG'deki QRS kompleksinden basınç dalgasına çekilen dikey çizgidedir.

- SağDSB sağV'nin ne kadar iyi dolduğu ve hastanın hidrasyonun, ventrikülün ne kadar elastik olduğunun göstergesidir.
- Zirve sistolik basıncı, sağV'nin normal kontraktilitesini ve pulmoner yatağa ne kadar normal veya anormal kan pompaladığını işaret eder.

**Sağ ventrikül sistolik basıncının yükseldiği durumlar:**

- Sol kalp yetersizliği ve mitral darlığına bağlı pulmoner venöz konjesyon.
- Primer pulmoner hipertansiyon.
- Pulmoner kapak darlığı.
- Soldan-sağa şant.
- KOAH.
- Periferik pulmoner arter darlığı.

**Sağ ventrikül diyastol sonu basıncının yükseldiği durumlar:**

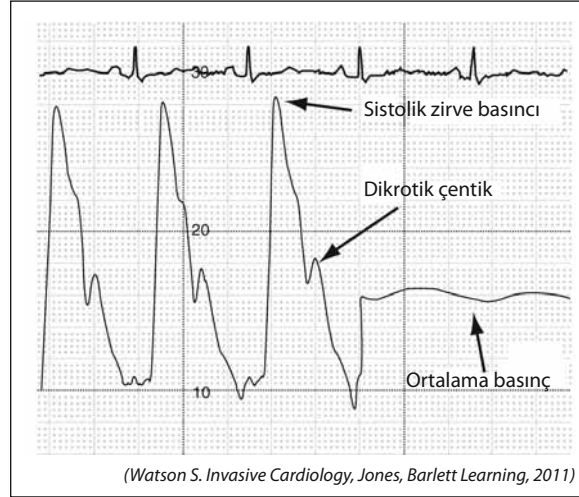
- Pulmoner kapak yetersizliği.
- Restriktif miyokardiyal hastalık (fibroz).
- Konstriktif perikardit.
- Kardiyak tamponad.

**Pulmoner arter:**

Pulmoner arter sağ kalpten akciğerlere kanı yönlendiren kanallardır. Sistolde sağV içindeki basınç PA'dakini aşınca pulmoner kapak açılır ve PA'da basınç hızla yükselir, sistolik zirveye EKG'de T dalgasında ulaşır. PA sistolik basıncı mitral kapak fonksiyonu normale sağV sistoli ile aynıdır. Sistol sonunda ventriküler gevşemenin olması ile PA basınç dalgasının inişine küçük bir hörgüç gibi ve *dikrotik çentik* olarak yansıyan pulmoner kapak kapanır (Şekil 44). Diyastolun başlaması ile basınç dalgalarında basıncın düşüşü PA'da ventriküler hızlı düşüşe karşılık daha yavaştır. Sistolde PA'ya fırlatılan kan diyastolde pulmoner ağacın dallarına dağılır; basıncın geniş bir alanda eşitlenmesi ve arterlerin elastikliğinden dolayı PA basıncı yavaşça düşer. Pulmoner arterde basınç ventriküldeki gibi diyastolde sıfıra yaklaşmaz, basınç sağV'nin altına düşünce pulmoner kapak kapanır ve kanın PA'dan sağV'ye kaçması engellenir. Bu olay aynı zamanda pulmoner arterde basıncın devam etmesini sağlayarak kanın her zaman akciğerlerin arteriollerine doğru itilmesini idame ettirir.

Zirve sistolik basıncı önemli bir değerdir, sağV'den düşük olduğunda pulmoner kapak darlığını işaret eder. Ortalama basınç basitce sistolik ve diyastolik basınçların orta noktasıdır. Ortalama PA'yı hesaplamada kullanılan Formül:

$$\frac{\text{Sistolik} + (2 \times \text{Diyastolik})}{3}$$



**ŞEKİL 44.** Pulmoner arter dalgaları: Dikrotik çentik pulmoner arterin basınç dalgasının inişinde sistol sonunda ventrikül relaksasyonuna bağlı pulmoner kapakların kapanışı sonucundaki "vuruştur".

**Pulmoner arter basıncının yükseldiği durumlar:**

- Pulmoner emboli.
- Mitral kapak darlığı.
- Kronik obstrüktif akciğer hastalığı.
- Pulmoner hipertansiyon.
- Sol kalp yetersizliği.
- Periferik pulmoner arter darlığı.

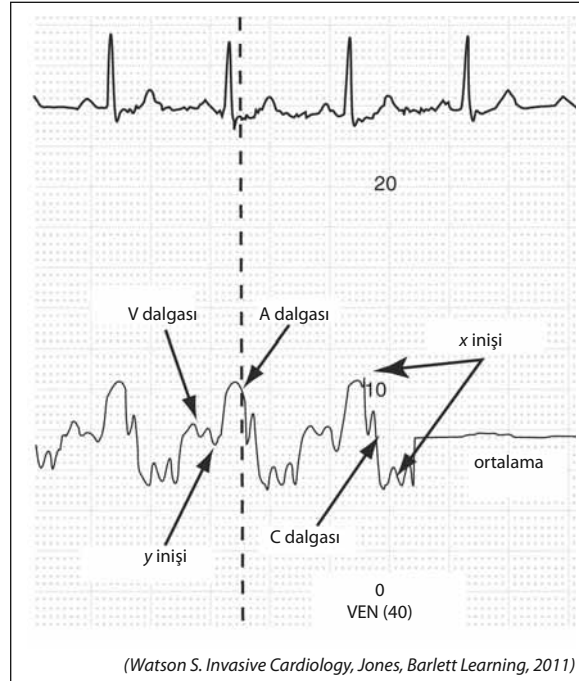
**Sol Atriyum/Pulmoner kapiller uç basınç:**

Pulmoner kapiller uç basınca (PKUB) pulmoner uç basınç da denmektedir. Pulmoner arterde Swan-Ganz kateterinin balonunun şişirilmesi ile elde edilir; balonun kan ile sürüklenerek distal dalın içinde takılması veya sıkışması ile sağlanır. Bir de ucu-delik kateterin (Cournand gibi) PA'ye girdikten sonra dikkatle pulmoner arteriole doğru ilerletilmesi ile de ölçülebilir. Böylece pulmoner arter dallarından sol kalp basıncının ölçülmesi; sağ kalpten gelen proksimal (venöz) kan akımı pulmoner dalların kateter ile geçici obstrüksiyonu sonucunda sağlanır. Pulmoner dolaşımın arterioler segmentinin distalinin basıncı aralarında (arter-arteriolenül-ven-sol A) engel (pulmoner ven stenozu, pulmoner emboli gibi) bulunmadığında sol atriyum basıncına eşittir. PKUB ile direk ölçülen solA basıncı mukayese edildiğinde; gecikme ve dalganın boğulma (damping) derecesi arasında fark bulunur. Bunun sebebi kapiller damar yatağının basıncı iletmesine bağlıdır. Bu nedenle A dalgası EKG'de P-R intervaline

yakın bulunmaz (Şekil 45). Aynı şekilde, PKUB dalgalarının diğer komponentleri de direk ölçülen solA basıncından sonra meydana gelir. Bu kısıtlama dikkate alındığında, PKUB yaklaşık solA basıncına oldukça yakındır.

Ucu delik kateter ile PKUB dalgasının alınması güç olabilir.

- PKUB dalgasından emin olmanın en iyi yolu aynı ölçekte daha yüksek hızda eşzamanlı kaydedilen SV ve sağV basınç eğrilerine bakmaktır: PKUB SV basınç dalgasının yükselişinin (A dalgası) ve inişinin üzerinde (V dalgası) yükselmeler gösterir. PA dalgası basıncı ise sadece SV dalgası yükselişinde yükselir.
- PA'da basınç dalgası şeklinin PKUB dalgası olduğu anlamının bir başka yöntemi kateterin ortalama basınçta geri çekilmesidir. Kateter uçta ise geri çekilince ortalama basınç eğrisi yükselecektir.
- PKUB dalgalarında kullanılan adlandırma sağA'nın aynıdır: *A dalgası* solA kontraksiyonuna bağlı; *x inişi* solA'nın gevşemesi ve SV kontraksiyonu sırasında mitral kapağın aşağıya doğru hareketindendir. *C dalgası* mitral kapağın kapanışı sebep olur ve Pul-



**ŞEKİL 45.** Pulmoner kapiller uç basınç dalgaları A dalgası EKG'de P-R intervaline yakın değildir, QRS kompleksine yakındır. PKUB'nin geriye kalan dalgaları direk ölçülen sol atriyum dalgalarından sonra gelir, dolayısı ile PKUB iyi-kötü yaklaşık sol atriyum basıncının yakın ölçüsünü verir.

moner kapiller damar yatağının kateterin ucu ile boğulma (*damping*) etkisine bağlı olarak PKUB dalga şeklinde her zaman bulunmaz. *V dalgası* akciğerlerden gelen oksijenli kan ile solA'nın doluşu ve basıncının yükselişi ile meydana gelmektedir. *y inişi* solA'nın SV diyastolik basıncını aşması ve mitral kapağın açılması ile kanın SV içine akması ve sol A basıncının düşmesi ile meydana gelir.

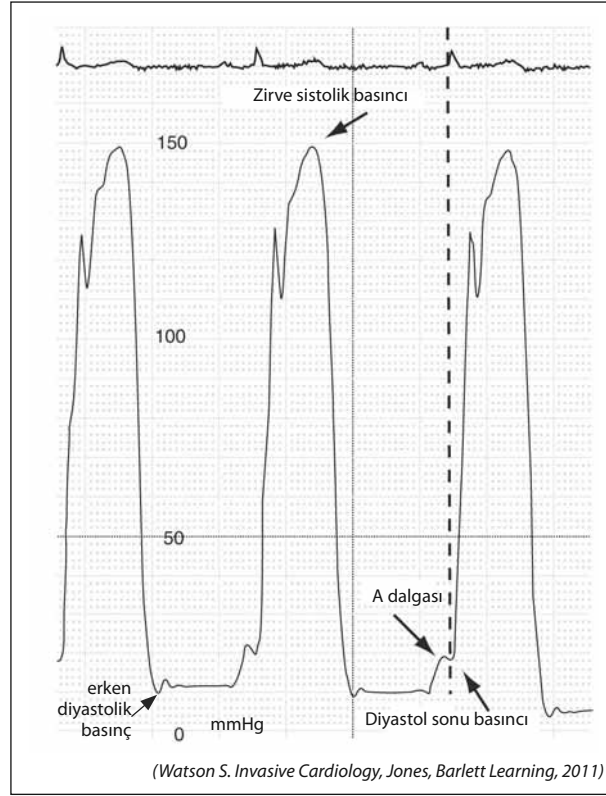
PKUB'de önemli olan değerler V dalgası ve ortalama basıncıdır. Ortalama PKUB A dalgası zirvesi ve x inişi ucu (en aşağı noktası) arasının orta noktası alınarak hesaplanır. Ortalama PKUB'nin miktarı mitral kapağın disfonksiyonunda (darlık veya yetersizlik) anormal olabilen SV doluş basıncı ile ilgilidir.

- Düşük PKUB'ye; hipovolemi, yüksek PKUB'ye; sol kalp yetersizliği, mitral darlığı/yetersizliği, tamponad, hipervolemi, iskemi sebep olur. Mitral yetersizliği PKUB yükselme ile yüksek V dalgası meydana getirebilir. Atriyal fibrilasyonda A dalgası bulunmaz. Pulmoner vende obstrüksiyon bulunuyorsa PKUB solA basıncını yansıtmaz.

### **Sol Ventrikül:**

SV kanı tüm vucuda dağıtan myokardiyal kontraktıl gücünün oluşmasından sorumludur. Duvarları sağV'den daha kalın olduğundan boşluk içinde sağa göre 4-5 kez daha yüksek basınç oluşturur. Normal kişilerde ortalama basınç 120 mmHg civarındadır, uç olgularda 300 mmHg'ye çıkabilir. Amplitüdü dışında, SV dalga şekli sağV'ninkine benzer (sayfa 69, Şekil 28). Daha az üçgen şeklinde, daha güçlü kontraktileteye bağlı olarak daha dik yükseliş ve iniş gösterir. Sistol sırasında, SV basıncı aort basıncını aşınca kadar aort kapağı açılmaz, bundan dolayı aort kapağı yaprakcıkları sistolun yükselişi sırasında kapalı kalır. SV basıncı aortaninkini aşınca kapak açılır ve kan periferik dolaşıma pompalanır. Ventrikül basıncı aortaninkinin altına düştüğünde aort kapaklar kapanır, bunu ventrikülün gevşemesi ile basıncın hızlı düşüşü takip eder. Bu hızlı düşüşün sonunda SV basınç dalgasının şeklinde gevşemiş ventrikülde solA'dan gelen kan ile dolması sonucunda hafif açılı plato bulunur. Ventrikül kan ile dolduğunda solA basıncından daha yüksek diyastol sonu basıncı meydana gelir. Sonra mitral kapak kapanır, SV basınç dalgasında sistolik yükselişten hemen önce diyastolun sonunda A dalgası olarak bilinen küçük çentiklenme oluşturur.

- SV diyastol sonu basıncı (SV-DSB), A dalgasından hemen sonra ölçülür, bu dalga yoksa basınç dalgası ile eşzamanlı kaydedilen EKG'de QRS kompleksinin R defleksiyonundan basınç dalgasına dikey çekilen çizgide bulunur (Şekil 46).
- SV-DSB'den ayrı olarak, SV basınç dalgasının diğer önemli değeri sistolik basıncın zirvesidir. SağV dalgasındaki gibi bulunabilir (Şekil 46). EKG'deki QRS kompleksinin sonunda sistol başlar.
- Düşük SV basıncına sol kalp yetersizliği, yetersiz SV doluşu (hipovolemi, mitral kapak yetersizliğine bağlı) sebep olabilir.
- Yüksek SV basıncının sebepleri: Hipertansiyon, aort kapak darlığı, periferik arteriyel damar hastalığı olabilir.
- Yüksek SV-DSB sebepleri: Aort kapak yetersizliği, SV kompliyansını bozan hastalıklar (hipertrofi, iskemi ile).

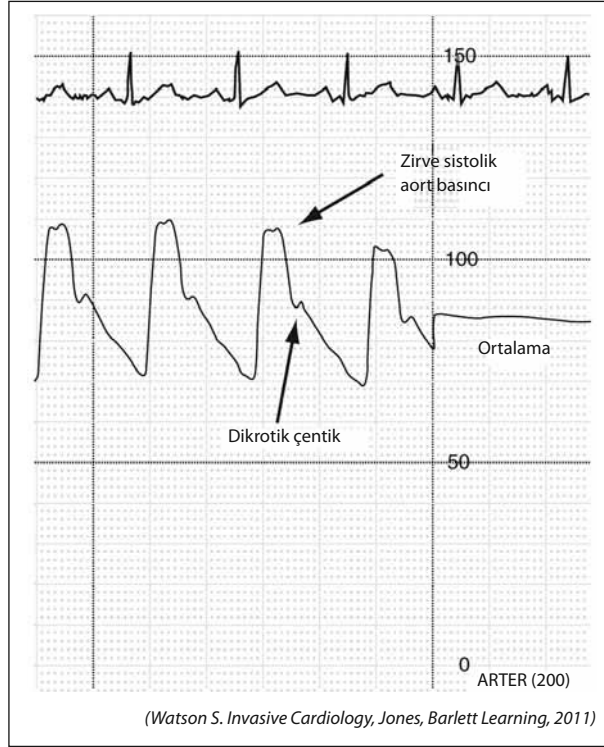


**ŞEKİL 46.** EKG ile senkronize kaydedilen sol ventrikül basınç dalgalarının tanımı.

### Aorta:

Basınç dalgasının şekli amplitüdü daha yüksek olmasına ve solunumsal değişkenlik göstermemesine (normal) rağmen PA'ninkine benzer. Kasılan ventriküldeki kan aort kapaktan aortanın içine itildiğinde basınç hızla yükselir, aort kapak açıldığında dalganın yükselişinde anakrotik çentik görülebilir. Bu sırada aort basıncının zirvesi aort kapak açık olduğundan (iki basıncın eşitlenmesi sağlar) SV'ninki ile koreledir. Bunu kanın aortanın distaline doğru dağılması ile aşamalı (derece derece) düşüş takip eder (Şekil 47). Özellikle SV ile ilgili sistolik basıncın zirvesi önemlidir. Anlamli derecede düşükse aort darlığı bulunabilir. Dikro-tik çentik, aort basıncı dalga şeklinin inişinde belirgindir, sebebi aort kapağın kapanışdır. Ventrikül gevşediğinde aort kapak kapanır ve buradaki basınç aorta basıncının altına düşer. Dikro-tik çentik mekanik diyastolunu işaret eder.

Aort basıncı okunurken önemli olan değerler; sistolik zirve, diyastolik ve ortalama basıncıdır. Ortalama aort basıncı PA basıncındaki gibi hesaplanır:

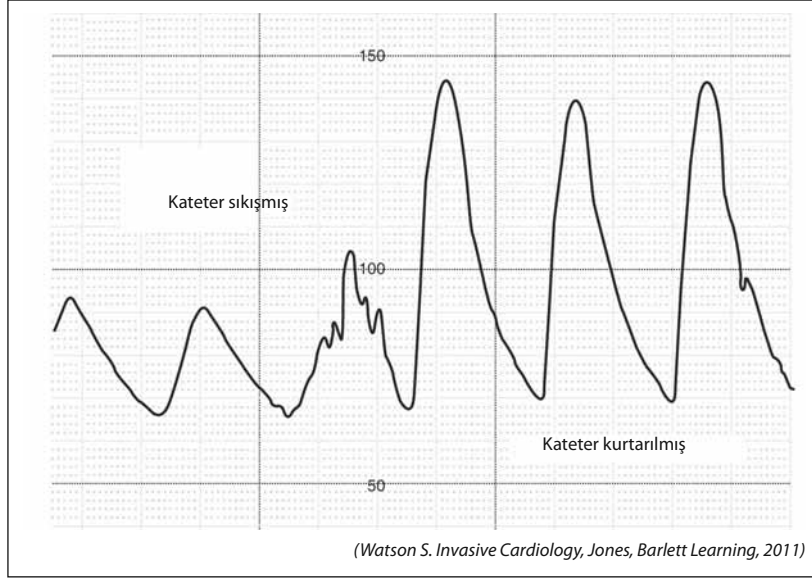


**ŞEKİL 47.** EKG ile senkronize kaydedilen aortanın basınç dalgalarının tanımı.

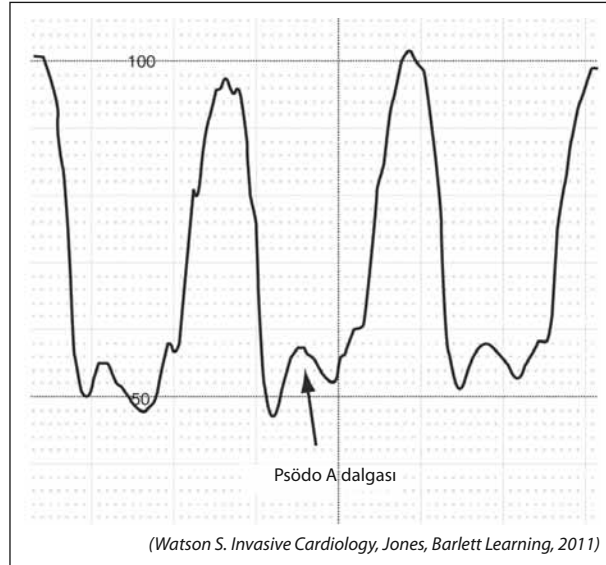
***Sistolik + (2 x Diyastolik)***

**3**

- Kateter arter içinde sıkışınca duvara karşı basıncı tıkar, spazma sebep olabilir aort basıncı değişebilir (Şekil 48). Normal basınç dalgası yapılacak kontrast boya injeksiyonun da garantisidir; ve kateterin ucunda plağın olmadığını gösterir. Ostial segmentin tıkanması ile oluşan basıncın oluştuğu ya da ventrikülize olduğu pozisyonda kontrast boya injeksiyonu kateterizasyon laboratuvarında oluşan VF'nin en sık sebebidir. Anlamlı sol ana koroner veya sağ koroner ostiyal darlıklar aort basınç dalgasının şeklinde değişiklikler meydana getirebilir (Şekil 49), %90 ostiyal darlığı bulunan sağ koroner arterden alınmıştır; basınç dalgasının yukarı doğru yükselişinin öncesinde "AA dalga şekli" dalga uzayarak ventrikül dalga şekline benzer, buna "ventrikülerize olmuş" denmektedir; ostiyal hastalıktan şüphelenilmektedir; koroner anjiyografi subselektif veya kateter ucu ile ostiyal minimum temas ile yapılmalıdır. Dalga şekli yüksek diyastolik basıncına bağlı olarak ventrikülden çok kolay ayrılabilir.



**ŞEKİL 48.** Koroner arterde kateterin ucundan alınan basınç kaydında aorta basınç dalgalarının “wedged” (sıkıştırılması) olması.



**ŞEKİL 49.** Koroner ostiyal lezyonda aorta basınç dalgası (ve psödo-ventrikülerizasyon).



- Yüksek sistolik zirve basıncı; periferik arteriyel damar hastalığı, düşük sistolik basınç ise; sepsis, aort kapak yetersizliğinde ve düşük ortalama basınç; hipovolemi, SV yetersizliğinde ve düşük periferik dirençte görülebilir.

### Gradyentler:

Gradyent Obstrüksiyonun sebep olduğu basınç farkıdır. Hemodinamik olarak kapağın fonksiyonel kapasitesini gösterir, kapak darlığının hemodinamik fizyolojik etkisini tanımlamak için kullanılabilir. Gradyent hemodinamik basınç dalgasının şekli ile kullanıldığında kapağın fonksiyonel etkinliğinin ölçümünde sayısal değer verir:

$$\text{Gradyent} = \text{kan akımı} \times \text{Direnç}$$

Aort darlığı SV yetersizliğinde aldatabilir ve düşük gradyent meydana getirebilir (bkz. sayfa 70, Şekil 29A, B).

- Gradyent ciddiyeti için sıklıkla iki ölçüm yapılır. Diğerlerinden ayrılan bir dalganın sistolik zirve değerinin (veya zirveler serisinin ortalaması) alınması ile zirve- zirve gradyent hesaplanır.

Ortalama gradyent iki basınç dalgası arasındaki farkın matematik ortalamasıdır. İki basınç dalgası şekli arasındaki alana birçok vertikal çizgi çekilir ve bunların toplamı çizgi sayısına bölünür. Ortalama gradyent, iki basınç dalgası arasındaki alanın bilgisayarda da otomatik ölçülüp sistolik zaman aralığına bölünmesi ile de ölçülebilir.

### Hemodinamik Bulguların Yorumlanması Tablo 13):

- *Düşük SV diyastol-sonu basıncı* (SV-DSB); hipovolemiyi işaret eder, hastada mitral kapak hastalığı bulunmuyorsa PKUB (genellikle PAB) da düşüktür; yükselmiş SV-DSB ise yeni başlayan SV yetersizliği (MR ve AR, postMİ SV disfonksiyonu gibi) ve/veya sıvı yüklenmesini gösterir.
- *Yükselmiş pulmoner arter basıncı (pulmoner hipertansiyon):* (a) mitral kapak hastalığı (MR, MD) veya kronik sistolik KY'de (fonksiyonel MR'nin katkısı ile); düşük atım hacmi ve dilate solA sonucu artmış sol kalp dolum basıncı ve volumunun neden olduğu pulmoner venöz hipertansiyonun yansımasıdır (sekonder PHTA); veya (b) uzun süredir devam eden soldan- sağa şanta bağlı **aktif PHTA** (başta erişkinde ASD ve VSD, PDA) ve kronik akciğer hastalığının yol açtığı (**primer PHTA**) pulmoner arterioller hastalık (vazokonstriksiyon) sonucudur.

PKUB, sekonder PHTA'da yükselmiş, primer PHTA'da ise normaldir. Bu hemodinamik bulgu PHTA'nın etyolojisinin (primer veya sekonder) ayırtedilmesini sağlar.

- Pulmoner vasküler direnç (PVD) transpulmoner gradyentten (ortalama PKUB'nin ortalama pulmoner arter basıncından çıkarılması: OPAB - OPKUB) hesaplanır; transpulmoner gradyent ve PVD kalp transplantasyonuna gidecek hastalarının değerlendirilmesinde ve şant ameliyatlarının kapatılmasında geri dönüşümü –olmayan pulmoner hipertansiyonun tanımında kritik parametrelerdir. Geri- dönüşümlü PHTA'da 'vazo-reaktivite' testinde (pulmoner artere Adenozin verilerek), PKUB ve PVD bazale göre yaklaşık %30 düşer, bunun aksi durumunda PHTA geri-dönüşümsüzdür. Bu hastalarda

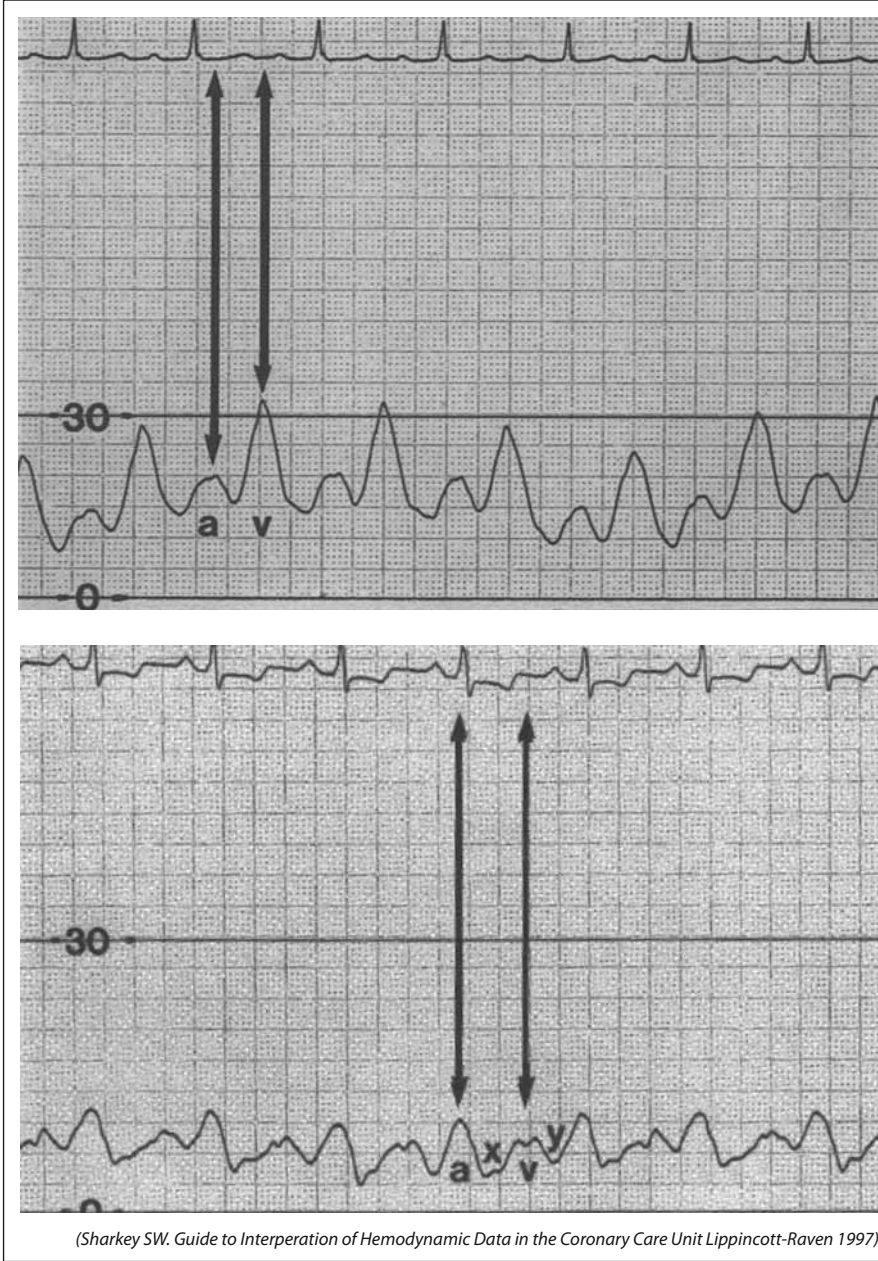
**TABLO 13.** Çeşitli kalp hastalıklarında ve hemodinamik bulgular

| Tanı                           | Karakteristik hemodinamik bulgular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Şok:                           | <p><b>(1) Hipovolemik şok:</b> Venöz dönüşte ve ventriküler preloadta aşırı azalma (Kanama, dehidratasyon ve pozitif intratorasik basınç, baskılanmış vazomotor tonus): KB, KD ve PKUB düşmüştür; SVR ise yükselmiştir.</p> <p><b>(2) Kardiyojenik şok:</b> Pompa yetersizliğine bağlı KY sonucundadır. Başlıca sebepleri: Yeterli KD sağlanamamasının sebepleri; azalmış preload (kalp tamponadı); artmış preload ile düşmüş öne-doğru atım hacmi (VSD); azalmış kontraktilete (akut iskemi veya akut MI); veya ani afterload artışı. Karakteristik hemodinamik bulguları; Düşük KD ve KB, yükselmiş PKUB ve SVD. Bu bulgular SV disfonksiyonuna bağlı KŞ'yi işaret eder. SağA basıncının yükselmesi sağV yetersizliğini gösterir. PKUB'nin tek başına yükselişi ise SV yetersizliğini işaretidir.</p> |
| SağV yetersizliği, İnfarktüsü: | <p>SağV infarktüsü, ciddi pulmoner hipertansiyon, pulmoner embolizm veya ventriküler septal rüptür sonucu soldan sağa şanta bağlı artmış preloada bağlı gelişebilir. SağV MI KD ve KB'de düşüş ile sağA basıncı ve sağV diyastol-sonu basıncında artış meydana getirir; sağV basınç eğrisinde "kare-kök" işareti görülür. SağA basınç eğrisinde dik "y inişi" görülür. Ciddi TR gelişiminde "kare kök" (deep-plateau) işareti kaybolur; körelmiş "x inişi", belirgin "v dalgası" ve sonra da dik y inişi görülür.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Akut MR:                       | Papiller adale disfonksiyonu ve rüptürüne bağlı gelişir. Sol atriyumda şiddetli basınç artışı söz konusudur. PKUB'de büyük "v dalgaları" meydana getirir. V dalgası basıncı PKUB'nin iki katıdır. KD'si kaçığın derecesi ile ters orantılı olarak azalmış, SVR ise yükselmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Triküspid regürjitasyonu:      | Atriyal sistolun dalgası sağV çizimine benzer. SağA ve SağV diyastol-sonu basıncı yükselmiştir; körelmiş x inişi, belirgin v dalgası ve dik y inişi saptanır. Sekonder TR'de PHTA vardır ve sistolik basınç 60 mmHg'dan yüksektir. Kapak hastalığına bağlı TR'de pulmoner arter basıncı normal veya düşmüştür. Ciddi TR'de KB ve KD düşmüştür.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Kardiyak tamponad              | Hemodinamik ipucu: "SağA basıncı = SağV basıncı = PKUB". SağA dalga şeklinde derin x inişi ve hızlı doluş olmamasına bağlı y inişi olmaması karakteristiktir. Ayrıca sağA, sağV basınçları ve PKUB yükselmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Konstriktif Perikardit:        | Erken diyastolde çabuk ventriküler doluş ve geç diyastolde kısıtlı ventriküler doluş ile karakterizedir. Konstriksiyon sonucunda; sağ ve sol ventriküler diyastol-sonu basınçlarının yükselmesi ve eşitlenmesi. <i>Dip-plateau</i> dalga şekli görülür. Bu dalga şekli konstriktif perikardit, restriktif kardiyomiyopati, sağV infarktüsü ve massif pulmoner embolizmde görülür.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Massif Pulmoner Embolizm:      | KB, KD düşmüş ve PA basınçları yükselmiş, PKUB ise normal kalmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Kısaltmalar: KB-Kanbasıncı, KD-Kardiyak debi, SVR-Sistemik vasküler direnç, VSD-Ventriküler septal defekt, KŞ-Kardiyojenik şok, SağA-Sağ atriyum, SağV-Sağ ventrikül, SağVMİ-Sağventrikül infarktüsü, PHTA-Pulmoner hipertansiyon, TR-Triküspid regürjitasyonu

sol-sağ şantın kapatılması durumunda sağ kalp yetersizliğinin konjestif bulguları (asit, ödem) şiddetlenir veya kötüleşir (şiddetli sistemik konjesyon gelişimi ile).

- MR'de pulmoner uç dalgasında dev 'v' dalgası oluşur ve 35 mm Hg ölçülen PKUB orta-ağır regürjitasyonu gösterir, mitral regürjitasyonu ciddiyetinin markeridir (Şekil 50). Fakat v dalga büyüklüğü bozulmuş SV kompliyansından da (SVH ve akut miyokardiyal iskemi gibi) çok etkilenir (yükselir).
- PKUB ile tayin edilen transmitral gradiyent (PKUB ve SV-DSB arasındaki fark) mitral darlığının (MD) ciddiyetinin ölçüsüdür. Diyastol sonu gradiyentinin >5 mmHg olması anlamlıdır. 12- 16 mmHg tipik olarak ağır MD'de görülür. Ancak gradiyentin büyüklüğü kalp hızı ve kalp debisine bağlıdır (taşikardide yükselir hipotansiyon, dehidratasyon ve bradikardide düşer). Ekokardiyografik kriterler günümüzde bu tekniğin yerini almıştır, kateter laboratuvarında perkutan Mitral balon valvotomi işlemi sonrası ve sonrasında valvotominin sonucunun değerlendirilmesinde önemlidir. Mitral kapak alanının hesaplanması için "**Gorlin formülü**" kullanılmaktadır (Yukarıda), daha güvenilir ve doğru bir yöntemdir; uygulanabilmesi için kalp debisinin hesaplanması da gerekir.
- SV'deki Pigtail kateterinin SV'den aortaya doğru geriye çekişte (aort kapak düzeyinde oluşan sistolik basınç gradiyenti) (Resim-AD) aort darlığının (AD) ciddiyeti için önemli bir ölçüdür; sistolik gradiyentin 50 mmHg veya daha fazla bulunması ciddi AD'yi düşündürür. (semptomlu ve SV fonksiyonu azalmış hastalarda).
- \* Ekokardiyografi ile gradiyent yatakbaşında hızla ölçülebilir, ekokardiyografi ile ölçülen gradiyent sol kalp kateterizasyonunda ölçülen geri çekiş gradiyentinden 10 mmg daha fazladır, bu AD ciddiyetinin daha fazla hesaplanmasına neden olabilir.
- SV sistolik fonksiyonu kötüleşmiş (ciddi disfonksiyon) AD hastalarında valvüler aort gradiyenti düşer, bu hastalarda aort kapak alanının ekokardiyografi veya kateterizasyonunda Gorlin formülü ile hesaplanan ciddiyetinin tayin edilmesi sistolik basınç gradiyentinin ölçülmesinden daha doğru bir yaklaşımdır.
- İntrakardiyak şant; superiyor vena kava ve inferiyor vena kava (üst orta alt), sağ atriyum, sağ ventrikül ve pulmoner arter oksijen satürasyonlarının karşılaştırılması ile değerlendirilir.  
PDA'dan şüpheleniliyorsa; oksijen satürasyonunun tayini için ana PA ve sol ve sağPA'dan kan alınmalı. Bir önceki venöz boşluktan (VKİ-sağA- sağV- PA sırasında) bir sonraki boşluğun O<sub>2</sub> satürasyonunun yükselmesi (satürasyonun %7'den fazla artması) her zaman soldan- sağa şantı gösterir. Küçük şantlar bulunamayabilir. Şantın miktarı sistemik (QS) ve pulmoner (QP) dolaşımın rölatif kan akımı ile ölçülür (QP/ QS).
- Kalp debisi; (i) yatakbaşı otomatik (örneğin Swan-Ganz kateteri ile) termofilüsyon ve "**Fick prensibi**" kullanılarak ölçülür: Monitörden izlenen PKUB'nın dalga şekli ile şişirilmiş balon kateterin ucunun uygun pozisyona yerleştiğinden emin olunduktan sonra; kateterin dışarıdaki ucu termistora bağlanır ve oda ısısında 10 mL SF ile doldurulmuş şırınga PA kateterinin proksimal sağA lumeni girişinden injekte edilir (ayrı ayrı 5 defa) ve kateterin distal ucuna yakın termistordan ısı kaydedilir; en yüksek ve düşük değerler atılarak kalan basınçların ortalaması alınır.
- (ii) Fick prensibinde kalp debisi oksijen tüketiminden hesaplanır; arterio-venöz (pulmoner arter ve aortadan alınan örneklerdeki (ölçülen O<sub>2</sub> satürasyonları ile) oksijen far-



**ŞEKİL 50. (Üstte)** Dilate kardiyomiyopatide “uç basınç dalgası” yükselmiş 20 mmHg. Büyük V dalgası (v) bulunmakta, 32 mmHg ölçülmüş. Ekokardiyografi hafif mitral regürjitasyonunu göstermekte (kağıt hızı 25 mm (sn).

**(Altta)** Karaciğer sirozuna bağlı kronik pulmoner hipertansiyondan ciddi triküspid regürjitasyonunda sağ atriyal basınç dalgası. Ortalama atriyal basınç 6 mmHg. Kayıttaki A dalgası (c) dominanttir. C (c) dalgası görünür değildir. Bu basınç kaydı ile triküspid regürjitasyonu teşhisi yapılamaz. Ölçek: 0-30 mmHg, Kağıt hızı: 25 mm/sn.

**TABLO 15.** Sağ kalp kateterizasyonunun komplikasyonları

| İntradüserin sokulması ile ilgili   | Kateterin geçişi ile ilgili      | Kateter ile ilgili             |
|-------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| • Arterin delinmesi                 | • Aritmiler (VEA, SVT, VF)       | • Trombus oluşumu              |
| • Giriş yerinde kanama              | • AV tam blok veya sağ dal bloğu | • Tromboflebit                 |
| • Pnömotoraks                       | • Kateterin dolanması            | • Pulmoner arter enfeksiyonu   |
| • Sinir yaralanması/Horner sendromu | • Kapak travması                 | • Bakteriyemi ± endokardit     |
| • Hava embolisi                     | • SağA/SağV perforasyonu         | • Balon rüptürü ± embolizasyon |

kı kullanılarak hesaplanır. Alternatif olarak, oksijen tüketimi bir formülle ( $3 \text{ ml O}_2/\text{kg}$  vucut ağırlığı) de hesaplanabilir, bu yöntem daha az doğrudur: Hastanın vucut ağırlığı (kg) ölçüldükten sonra; sistemik oksijen saturasyonu için periferik arterden ve PA'daki kateterin distal lumeninden kan gazı örnekleri alınır, Hemogloblin tayini için kan örneği alınır ve formülle hesaplanır (bkz. sayfa 88, Tablo 14).

#### **Sağ Kalp kateterizasyonunun komplikasyonları:**

İntrodüser ile, sağ kalp boşluklarından kateterin geçişi ile, kateterin kendisi ile ilgili olmak üzere komplikasyonlar 3 grupta toplanırlar (Tablo 15).

- A. Kateterin PA'ya geçişi ile ilgili olanlar:** Aritmiler (VEA, süregelen olmayan VT, VF), tam kalp bloğu veya sağDB, kapak travması, PA/sağV perforasyonu.
- B. Kateter ile ilgili komplikasyonlar:** Trombozis, tromboflebit, PA rüptürü, enfeksiyon, bakteriyemi ± endokardit, balon rüptürü ± embolizasyon.
- C. Giriş yerinde introdüser ile ilgili:** Arteriyel ponksiyon, hemostatik kılıfın vene giriş yerinde kanama. Pnömotoraks, Sinir yaralanması, Horner sendromu, hava embolizmi (özellikle subklavyan ve İJV girişlerinde).

## B. SOL KALP KATETERİZASYONU:

Sol kalp kateterizasyonu (SKK) sağ kalp kateterizasyonuna göre hayati riskleri daha yüksek olan invazif girişimdir. *Sol kalp kateterizasyonu*, sol ventrikül ve aortanın hemodinamik inceleme (buralardan basınç kaydedilerek ve oksijen saturasyonu tayini için kan örnekleri alınarak) ile kontrast boya verilerek yapılan ventrikülografi, aortografi ve koroner anjiyografi işlemlerinin tümünü ihtiva eder.

- SKK'da SV'nin global fonksiyonları (EF) ve bölgesel duvar hareketlerini değerlendiren, MR kaçagını gösteren Sol Ventrikülografi, çıkan aortun durumu ve aort kapağın kaçagını değerlendiren aortografi ilgili boşluklara (sırası ile SV ve aorta) otomatik basınçlı-pompa ile kontrast madde enjekte edilerek yapılmaktadır. En sonunda koroner arter ağzlarına selektif olarak yerleştirilen özel kateterler ile elle kontrast madde vererek koroner arterlerin çeşitli projeksiyonlarda iki boyutlu görüntülenmesi sağlanır.
- İşlem, sıklıkla sağ femoral artere yerleştirilmiş kılıftan geçilerek aortaya sokulan kateterin en sonunda aort kapaktan retrograd geçilerek SV'ye sokulması ile yapılır.

### Sol Kalp Kateterizasyonunun Teknik Prensipleri

#### Genel Bilgiler:

SKK işlemi anjiyografide (aortografi, sol ventrikülografi) kullanılan iyonik kontrast boyaya bağlı olarak hasta birkaç saniye süren sıcaklık hissedebilir. Bazı hastalarda bulantı da olabilir. Non-iyonik kontrast maddeler ile bu şikayetler genellikle meydana gelmemektedir.

- Hastalar kateterizasyon odasında -kendilerine birileri “öksür” dediğinde- öksürmeleri gerektiği konusunda işlem öncesinde ön-bilgilendirilmelidir; bu manevra ayrıca boyanın neden olduğu bradikardinin geçmesini de hızlandırır.
- SKK sırasında kateterizasyon ekibi ile tam teşekküllü kateterizasyon laboratuvarında sağlanması gereken “olmazsa olmaz” koşul ve malzemeler: (a) hastanın EKG ile kalp hızı, ritmi ve ST-segmenti sürekli takip edilmeli. (b) Kan basıncının otomatik ölçümü ve oksijen saturasyonunun devamlı *pulse oksimetri* ile takip edilmesi zorunludur. (c) Ressüsitasyon cihazları özellikle defibrilatör ve entübasyon malzemeleri ve kardiyak arrestte kullanılan gerekli ilaçlar hemen kullanıma hazır bulundurulmalı ve kateterizasyon laboratuvarı açıldıktan sonra işlemlere başlamadan önce bu cihazlar ve malzemeler kontrol edilip her gün test edilmelidir.
- Gerçek işleme başlamadan önce ‘Sine cihazı’ test edilmeli ve hastanın ismi yazılı plaka kaydedilip resmi alınmalıdır.
- ® *Sine filminin genel kesit hızı 30 kesit/saniyedir. Taşikardik hastalarda 60 kesit/saniye kullanılabilir. Bradikardik zayıf hastalarda kesit sayısı 15 kesit/saniyeden az olabilir.*
- Kontrast boya olarak çoğunlukla biraz daha pahalı olan düşük ozmolar noniyonik boya tercih edilmektedir. Noniyonik boyalar daha az SV disfonksiyonu, bradikardi, bulantı ve kusma meydana getirir. Dolayısı ile sol ana koroner arter darlığı şüphesi, ağır SV disfonksiyonu ve ciddi aort darlığında hipoozmolar noniyonik kontrast maddeler özellikle tercih edilmeli ve kullanılmalıdır. Noniyonik boyaların bir diğer indikasyonu; ciddi böbrek disfonksiyonu ve kontrast boya alerjisi bildirilen hastalardır.

® Bununla birlikte, bu hastalarda non-iyonik kontrast kullanıldığında akut böbrek yetersizliği veya anafilaktoid reaksiyon azalmamıştır, aksine noniyonik boyaların iyoniklere göre daha fazla trombojenik olduğu bildirilmiştir, dolayısı ile bunlar akut koroner sendromlarda daha dikkatli kullanılmalıdırlar; bu nedenle noniyonik kontrast kullanıldığı sürece kontrastın her  $\text{cm}^3$ 'ne 5 IU heparin eklenmelidir.

### İndikasyonları:

1. Bilinen veya şüphelenilen koroner arter ve aort kapak hastalıklarında genellikle sol kalp kateterizasyonu ve birlikte koroner anjiyografiye gidilir.
  - Sol kalp kateterizasyonu veya sol ventrikülografi; (a) SV fonksiyonu, büyüklüğü ve MR'nin görsel değerlendirilmesini, (b) SV diyastol-sonu basıncını ve (c) aort kapaktan geçen sistolik basınç gradiyentinin ölçülmesini sağlar. Sonrasında yapılan koroner anjiyografi ise koroner anatomi hakkında hayati bilgiler verir. Aort regürjitasyonu ve aort dilatasyonu bulunması durumunda sol kalp kateterizasyonuna ek olarak aortografi de yapılmalıdır.
2. Mitral kapak hastalığı, kalp yetersizliği, perikardiyal konstriksiyon ve hipodiyastolik veya intrakardiyak şant şüphesi bulunan hastalarda ve kalp transplantasyonuna karar verilenlerde, genellikle sağ ve sol kalbin her ikisinin de kateterizasyonuna gidilir.
3. Sağ kalp kateterizasyonu genellikle sağV fonksiyonu, pulmoner arter basıncı, sağ ve sol kalbin dolum- basınçları (sırası ile sağA basıncı ve PKUB), kalp debisi ve soldan- sağa şant hakkında hemodinamik bilgiler sağlar.
  - Sağ kalp kateterizasyonu ile birlikte yapılan sol kalp kateterizasyonu ile SV ve mitral kapagın fonksiyonu değerlendirilebilir; mitral darlığının ciddiyeti teşhisi, darlığın derecesi saptanır ve (özellikle göğüs ağrısı bulunan >50 yaş kadınlarda) SKK'ye eklenen koroner anjiyografi ile birlikteki koroner arter hastalığının ayırıcı tanısı ve teşhis edilmesini sağlar.

### Kontrindikasyonları:

Sol kalp kateterizasyonu kontrindikasyonlarında bu işlem sırasında arteriyel girişe bağlı komplikasyonlar ve anjiyografi girişimlerinde (aortografi ve koroner anjiyografi) kontrast madde verilerek uygulanması da dikkate alınmalıdır.

### Rölatif kontrindikasyonlar:

Aşağıda sıralanan durumlar bulunduğunda (Tablo 16) çoğunlukla elektif kateterizasyon ertelenebilir. Ancak zorunlu ve mutlak kateterizasyon indikasyonunda (akut STEMI'de primer PKG gibi) girişimin fayda ve risk profili gözden geçirilmelidir (bireysel fayda - zarar risk tartılarak); faydanın ağırlıkta olduğu durumda işlem mevcut riskleri kabullenilerek yapılmalıdır (az kontrast madde kullanılarak veya destek tedavileri ile birlikte).

1. Koagülopati SKK'de işlem öncesinde öncelikle düzeltilmelidir; (a) warfarin (Coumadin) girişimden 72 saat önce kesilmelidir, sınır INR değeri sıklıkla 1.8 (<2) alınmalı; zorunlu olmadıkça hasta INR'nin güvenli düzeye ulaşması için bekletilebilir. (b) Hasta heparinize edilmişse; işlemden 2-4 saat önce heparin (FOH) durdurulmalıdır (düşük molekül

**TABLO 16.** Kalp Kateterizasyonunun kontraindikasyonları**Rölatif kontraindikasyonlar:**

- Akut akciğer ödemi.
- Kontrol edilemeyen sistemik HTA, konjestif kalp yetersizliği, aritmi.
- Akut ve ciddi böbrek yetersizliği.
- Elektrolit dengesizliği; Hipo veya hiperpotasemi.
- Aktif infeksiyon ve ateşli durumlar.
- Kontrol edilemeyen kanama diyatezi, derin anemi.
- Aktif iç organ kanaması.
- Kontrast madde allerjisi.
- Şuurun tam olarak açık olmaması.
- 1 ay içinde geçirilmiş yeni serebrovasküler olay.
- İlaç toksisitesi (digoksin gibi).
- Gebelik.

**Mutlak kontraindikasyon:**

- Şuuru açık olan kişinin işlemin yapılmasını onaylamaması, izin vermemesi.
- Önerilen optimal koşulları yetersiz olan kateter laboratuvarı ve kateterizasyon ekibi.

ağırlıklı heparinler için 8 saat önce durdurulmalı). (c) <50,000 trombosit sayısında olası kanama riski artmıştır. FLT'den sonra da kanama riski yükselmiştir, bu hastalarda elektif kateterizasyon yapılacaksa, en iyi strateji işlemin geciktirilmesidir.

2. Hipo-, hiperkalemi işlemten önce düzeltilmeli. Dijital intoksikasyonunda ise işlem en az 1 hafta ertelenmelidir.
3. Ağır kalp yetersizliğinde elektif kateterizasyondan önce hasta tedavi edilmeli ve solunum yetersizliği olmadan sırtüstü yatabilmesi sağlanmalıdır; kalp hızı kontrol altına alınıp, işlem sırasında optimal değerlerde seyretmesi sağlanmalıdır.
4. Diyalizdeki renal yetersizlikli hastalarda; kateterizasyon zamanı diyalizden hemen sonra olmalıdır. Orta-ağır böbrek yetersizliğinde ise yüksek kanama ve diyaliz riskleri bilinmelidir. Dehidrate hastalarda optimal hidrasyon sağlanmalı ve diüretik tedavi işlemten 24 saat önce mümkünse kesilmelidir. Bu hastalarda kontrast nefropatisini önlemek için düşük-yoğunluklu non-iyonik kontrast ajan tercih edilmeli ve az miktarda kullanılmalıdır.
5. Hipertansif hastalarda hipertansiyon; kateterizasyondan önce kontrol altına alınmalıdır.
6. İnfeksiyon: Aktif infeksiyon, elektif kateterizasyonun erteleme sebebidir. Kateterizasyonda damara giriş için ponksiyon yerinde de lokal infeksiyonun bulunmaması arzu edilmektedir.
7. Boya allerjisi: Geçmişte hastanın varolan kontrasta karşı allerji hikayesi işleme başlamadan önce sorulmalıdır. Kabuklu deniz ürünlerine karşı alerji kontrast reaksiyonları ile ilişkili bulunabilir. Astma veya atopi hikayesi kontrast allerjisi riskini artırabilir.



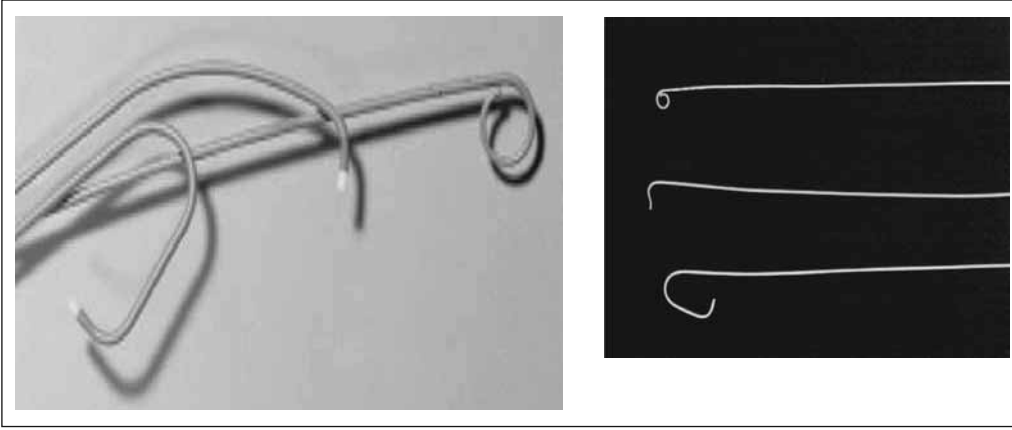
**İŞLEM:****Pratik Algoritm:****A. Arteriyel giriş yerinin hazırlanması:**

Sol kalp kateterizasyonuna başlarken arteriyel giriş için femoral artere hemostatik başlı plastik- kılıf yerleştirilmesi en sık tercih edilen şeklidir.

1. Femoral nabız inguinal ligamentin yaklaşık 2 cm altında parmak uçları ile palpe edilir. Artere inguinal ligamentin üzerinden girmemeye dikkat edilmelidir, çünkü bu noktada arterin kompresyonu güç olduğundan kanama komplikasyonu olasılığı yüksektir, kanamanın elle bastırarak kontrolü güçtür. Çok aşağıdan arteriyel giriş de önlenmelidir, psödoanevrizma veya arterio-venöz fistül oluşmasına neden olabilir.
  - Giriş yeri bir kere belirlenip işaretlendikten sonra bölge dezenfektan veya antiseptik solusyonlar (povidon iodin; Betadin gibi) ile temizlenir ve hasta cerrahi olarak ayakucuna kadar örtülür.
2. Lokal anestetik (verilerek, cilt-cilt altı ve arterin çevre dokuları infiltre edilir) (%1 prokain, %2 lidokain) verilir (yavaşça injekte edildiğinde ve dağıtıldığında hastayı daha az acıtır); bu sırada monitörde kalp hızına dikkat edilmeli, anestezi maddenin hızlı injekte edilmesine bağlı lokal ağrı ile vagal reaksiyonun bulguları görülebilir (bradikardi ile hipotansiyon ve bulantı, göz kararması, esneme gibi).
3. Giriş yeri iyice anestetize edildikten sonra femoral artere (25 no'lu iğne) ile girilir, ve pulsatil arteriyel kan gelince kısa J-uçlu kılavuz tel (0.035 inç, boyu 45 cm) iğneden geçirilerek artere sokulur ve tel lumende bırakılarak iğne çıkarılır; telin cilde girdiği yer telin üzerinden sokulacak plastik kılıf setinin (plastik kılıf ve içine sokulan ucu sivri daha sert dilatör) takılmasını önlemek için cilt-ciltaltı bistüri ucu ile kesilir, sonra da içinde dilatör sokulan arteriyel plastik kılıf ('*sheath*') distal ucu arteriyel lumende bulunan kılavuz telin dışarıdaki proksimal ucunun üstüne geçirilerek telin üzerinde sabit basınçla öne doğru kaydırılarak artere yerleştirilir (Sayfa 37, 40, Şekil 1, Şekil 3).
4. Kılıf artere girince içindeki KT ve dilatör ikisi birlikte çıkarılır ve kılıfın yan-koldan lumenindeki kan aspire edilip atıldıktan sonra lumeni SF ile yıkanır ve sonrada 5000 İÜ heparin yapılır.

**B. Kateter seçimi:**

Sol kalp kateterizasyonunda olguların çoğunda başlangıçta kullanılan kateter ucu kıvrık, uç ve yan-delikli Pigtail kateteridir (Şekil 51). Ucu kıvrık olduğundan kılıfın içine direk olarak sokularak iliyak arterden aortaya geçilebilir; yaşlı hastalarda ve tortuöz aortada önce sokulan uzun 0.035 KT üzerinden ilerletilerek kateter abdominal aortada (lumenindeki KT çıkarıldıktan sonra) lumeni yıkandıktan (flush) sonra zorlanmadan yukarıya asendan aortaya



**ŞEKİL 51.** Solda ve sağda-tanışal kalp kateterizasyonunda sıklıkla kullanılan (yukarıdan aşağıya) pigtail, judkins (sol ve sağ) koroner kateterler distal ucu kıvrık, çok-delikli Pigtail ve Judkins eğri koroner kateterler.

ilerletilebilir; SV ve femoral arteriyel (kılıfın yan-kolundan) basınçlar izleniyorsa, bu sırada kabaca santral aort ve femoral arter basınçlarının eşitliği değerlendirilmelidir (aort darlığının tayin edilmesi için).

- Asendan aortanın basınç dalgasına göre femoral basınç dalgasının sistolik zirvesi biraz gecikmiş ve daha şiddetlenmiştir. Diyastolik ve ortalama basınçlar ise hemen hemen benzerdir.

Kateter ve giriş-kılıfı arasında daha büyük basınç farkı iliyak arterin kısa olması ve yaygın hastalığında görülür; (a) bu durumda daha uzun damar kılıfı kullanılmalı. (b) Daha iyisi kılıfın büyüklüğü planlanan kateter büyüklüğünden 1 numara (1 F) daha büyük olmalı (5F Pigtail kateter için 6F kılıf gibi). Buna alternatif manevraları ise; (c) SV ve asendan aort basıncını ölçmek için kateterin başka bir arter girişinden gönderilmesidir (basınç kaydı için özellikle uç ve yan-delikli Pigtail tercih edilmelidir) ve (d) aort kapakta sistolik gradiyent sadece SV'den aortaya geri çekişte sürekli basınç kaydedilmesi ile araştırılmalı.

### C. Aort kapağın geçilmesi:

Aort kapağı geçip SV'ye ulaşmak için sıklıkla ucu kıvrılmış ve çok-delikli *Pigtail kateteri* kullanılmaktadır.

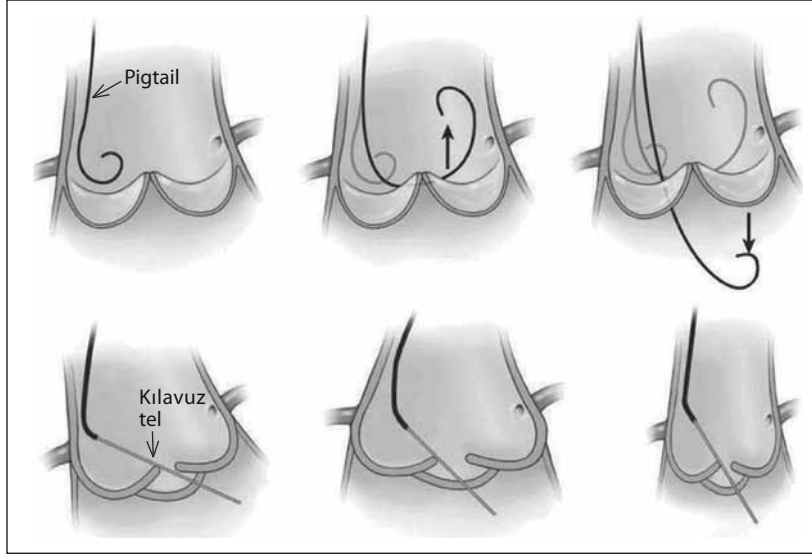
- Aort kapağın geçilmesi için bazen elastik J-uçlu uzun kılavuz-tel kullanılabilir; floroskopi altında arteriyel giriş kılıfından sokulan tel sırası ile torakal, çıkan aorta, aort kemeri ve en sonunda aort kapaklardan geçirilerek SV'ye sokulur; sonra da üzerinden kateter ilerletilerek SV'ye yerleştirilir (Sayfa 43, Şekil 9).

- ® *Pigtail kateter J-uçlu elastiki kılavuz- telin üzerinde (aortadaki kıvrımlar ve lumen içine doğru çıkıntılara takılmaması için önce ucu elastiki kılavuz-tel sonra da üzerindeki kateter kaydırılır) aort köküne kadar ilerletilir ve aort kapaktan SV içine geçilir. Aort darlığında kapağı geçmek için zorlandığında bazen ucu düz kılavuz tel kullanılabilir, fakat ciddi darlıklı kapağı geçmek nadiren imkansız olabilir. Şayet hastadan iyi ekokardiyografik veriler sağlanabiliyorsa daralmış kapağı geçmek sıklıkla gerekmez.*
- Kateter SV'ye yerleştirildikten sonra içindeki KT geri çıkarılır ve kateterin dışarıdaki proksimal ucu üç-musluklu Manifolda bağlanarak SV'deki ucundan SV basınçları (SV sistolik ve diyastol-sonu basınçları) ölçülür ve kaydedilir; sonra da mekanik basınçlı-injektör kullanılarak sol ventrikülografi yapılır.

### **Aort Kapaktan Geçişin Teknik İpuçları:**

Asendan aortada basınç ölçüldükten sonra Pigtail kateterini aort kapaktan geçirip SV'ye sokmak için ilerletilir. Aort kapak normal ve Pigtail de doğru yönlendirilmişse sıklıkla birçok olguda kapağı direk geçebilir. Bununla birlikte;

- Pigtail kateterde ikinci bir kulp oluşturmak için kapağın Valsalva sinüslerinden birinin içerisine doğru aşağı ilerletmek gerekebilir (Şekil 52); bu pozisyonda kateter sonra yavaşça geri çekilince önceden oluşturulmuş kulp aortanın çapı kadar açılabilir (içinde bulunduğu sinüsün aort duvarından karşı sinüsün aort duvarına kadar); bu noktada çok az daha geri çekilirse Pigtail kateterin distal ucu sıklıkla aşağı düşerek kapaktan geçer.
- Anlamlı Aort Darlığı bulunuyorsa; Pigtail düz 0.038 inç KT yardımı ile kapaktan geçmek için ilerletilmelidir; Düz KT Pigtail kateterin ucundan yaklaşık 6 cm ötesine kadar ilerletilmelidir; valsalva sinüslerin (tercihen sağ) hemen üzerinde tulutan kateter KT'nin ucu önde olana kadar yavaşça geri çekilmelidir. Aort kemerinin içindeki KT'nin ucunun pozisyonu Pigtail kateterin döndürülmesi ile kontrol edilebilir ve telin kateterin ucundan dışarı çıkarılmış distal ucunun boyu ayarlanabilir; daha az tel çıktısı telin ucunu sol koroner ostiyumuna daha fazla yöneltir, buna karşılık telin uç çıkıntısının daha uzun olması telin ucunu sağ koroner ostiyumuna doğru daha fazla yöneltir. Telin ucunun pozisyonuna bağlı olarak tel aort kapağın deliğine doğrultulabilir, telin ucu sistolik jetin içinde sıklıkla titreşir; sonra, tel ve kateter bir bütün olarak tel ventriküle geçinceye kadar ilerletilir. Kılavuz tel kapaktan geçeceği yerde Valsalva sinüsü içinde bükülmüşse; (a) kateter- KT kompleksi hafifce geri çekilir ve telin uç çıktısı boyunda veya Pigtail kateterin yönlendirmesinde önemli, farkedilebilir bir değişiklik yapmadan tekrar ilerletilir. (b) Bu manevraya alternatif; kateteri sabit tutarak, kapaktan geçmek için KT'nin bağımsız olarak hareket ettirilmesidir (öne geriye; itip-çekmek). Heriki durumda sistemik heparinizasyona rağmen her 3 dakikada bir tel çekilmeli, temizlenmeli ve kateterin lumeni iki defa heparinli SF ile yıkanmalıdır (*flushing*).
- Telin istenilen pozisyonu sağlanamamışsa, farklı bir kateter kullanılarak süreç tekrarlanmalıdır. Aort kökü dilate ise; açılı Pigtail ve sol Amplatz kateterler (AL) ve aort kökü dar ise; sağ koroner Judkins kateteri (JR) kullanılabilir.
- Kılavuz telin ucu aort kapaktan geçtiğinde kateteri ilerletmeden önce tel fazladan biraz daha ilerletip SV'ye sokulmalıdır. Aksi taktirde, kateter sinüs Valsalva içinde başka yöne

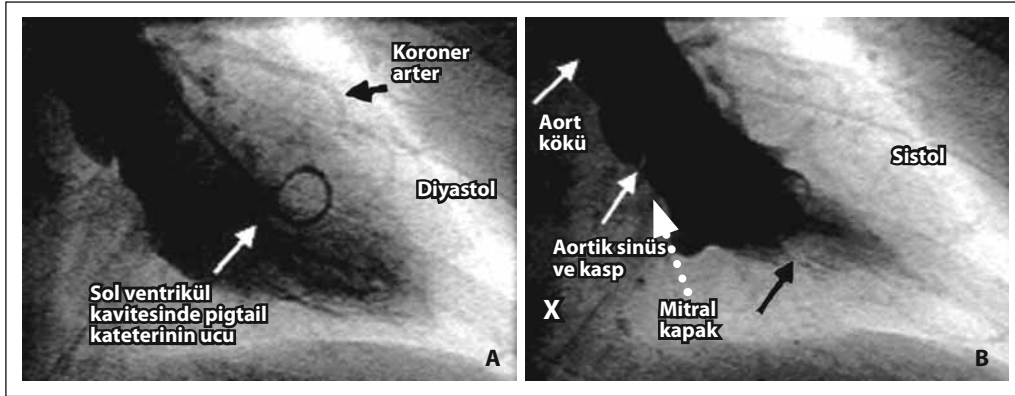


**ŞEKİL 52.** Pigtail ile aort kapağının geçiş tekniği. Üst sıra: Pigtail kateter ile normal aort kapağını geçiş tekniği.

Alt sıra: Düz KT ve Pigtail kombinasyonu; Uzunluğu artmış dışa çıkık KT kateterin eğriliğini düzleştirir ve telin sağ koroner ostiyuma daha fazla yönelmesine sebep olur. Telin dışa çıkıntısı azaltmak kateterin doğal şeklini geri getirir ve KT ucunun sol koroner ostiyuma yönlendirir. Doğru KT uzunluğu ve kateterin dönüş yönlendirmesi bulunduğu anda; kateter ve KT birlikte tekrar ilerletilerek ve geri çekilerek aort kapaktan geçmesi sağlanır. Dilate Aort kökünde (alt sıra sağda); sağ koroner Judkin kateter avantaj sağlayabilir. Biküspit aort kapakta; KT'yi daha iyi yönlendirdiğinden sol Amplatz kateteri kullanılabilir.

çevrilebilir ve telin SV'den dışarı fırlamasına sebep olabilir. Aort darlığında SV, duvarının konsantrik hipertrofisine bağlı kavitesi küçük olduğundan düz KT dikkatli ilerletilmelidir; tel subendokardiyal yüzeyde yakalandığında daha ileriye itilirse SV'yi delebilir.

- Aort kapaktan geçen KT'nin dışarıdaki ucu sağ elle sabit tutulurken, kateter sol elle sabit basınç uygulayarak SV'ye doğru yavaşça KT üzerinde ilerletilerek SV'ye girince; tel hemen çıkarılmalı ve kateterin lumeni aspire edilip (lümeninden çekilen kan atılmamalı), heparinli SF ile yıkanmalı ve Manifoldtan basınç izlemine alınmalı ve kaydedilmeli.
- Dar Aort kapağını geçmek için 260 cm uzunluğunda KT ile sol Amplatz kateteri kullanıldığında; telin ucu SV'ye girince Amplatz kateterini hareket ettirilmeden mevcut pozisyonunda sabit tutulmalı; SV basıncını ölçmeden önce Amplatz kateteri değiştirilerek yerine Pigtail kateteri ile girilerek SV boşluğuna geçirilmelidir.



**ŞEKİL 53.** Fig-Sol ventrikülogram pigtail kateter ile kontrast injekte edildikten sonra diyastol sırasında (A) ve sistol sırasında (B) iyi sol ventrikül fonksiyonunu göstermekte. Sol ventrikül sistolü ile kontrast boya sol atriya kaçıp, sol atriya kavitesini esmerleştirmekte (X).

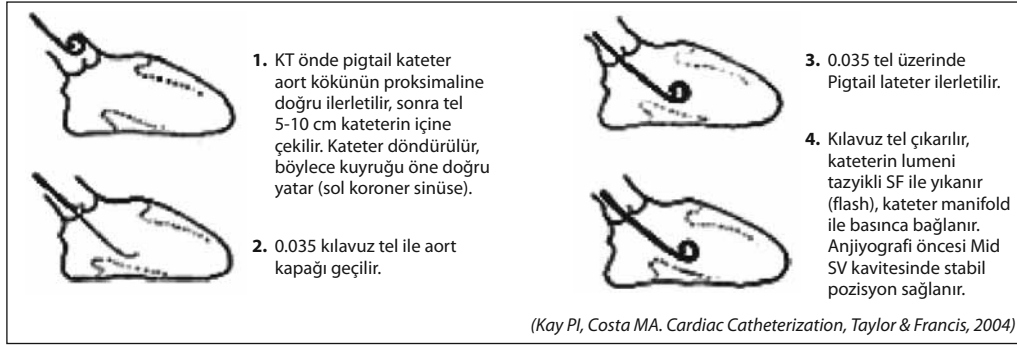
#### D. Sol ventrikülografi:

Kalp kasılmaları devam ederken SV içine basınçlı kontrast boya verilerek sol ventrikülografi yapılır, SV fonksiyonu, duvar hareket bozukluğu ve MR varlığı ve derecesi değerlendirilir (Bakınız Albüm).

Sol ventrikülogram için kontrast madde RAO pozisyonunda; otomatik mekanik pompa ile (akım-injektörü) 4 ml/sn hızında toplam yaklaşık 35-50 mL boya SV içine basınçla verilir. SV disfonksiyonunda kontrastın toplam miktarı daha az, verilme hızı daha yavaş olabilir.

- SV'ye sokulan Pigtail kateter SV'nin orta bölümüne yerleştirilmeli, Pigtail kateterin RAO pozisyonunda şekli soluna sırtüstü yatan "6"ya benzemelidir (Şekil 53). Kateterin her vuruda sallanmaması mitral kapak yapıları tarafından yaklandığını gösterir, bu durumda yeni bir yere yerleştirilmesi gerekir, işlem sırasında ventriküler ektopik vurular için tek derivasyonlu EKG ile kalp ritmi sürekli izlenmelidir. Ventrikülografi için stabil ritm bulununca basınçlı kontrast boya verilmeli; bu durumda duvar hareket bozukluğunun değerlendirmesi daha uygundur; her vuruda SV kasılması ve gevşemesi daha homojendir (Şekil 54).
- Daha sonra kayıtlardan sistolde ve diyastolde kalp boşluğunun sınırları elle çizilip belirlenerek bilgisayar yardımı ile otomatik olarak SV EF'si hesaplanabilir.
- Ventrikülografi tamamlandıktan sonra kateterin pompadan ayrılan proksimal ucu üçlü manifolda bağlanarak SV basıncı izlenir ve sonra da basınç kaydı ile kateter yavaşça tek hareketle aortaya geri çekilerek aort basıncı görülür ve kaydedilir.
- Geri-çekiş sırasında sürekli basınç kaydı yapılarak aort kapak düzeyinde SV ile aorta arasındaki sistolik basınç gradiyenti hesaplanabilir (AD teşhisi için önemli).

Sol ventrikülografi veya direk koroner anjiyografi öncesinde SV diyastol-sonu basıncı (SVEDP) alınmalı, SVEDP 25 mmHg'dan büyükse sol ventrikülogram genellikle kontraindikedir.



**ŞEKİL 54.** 30 derece SağAO projeksiyonda Pigtail anjiyografi kateterinin aort kapaktan geçerek SV kavitesi içine yerleşmesi.

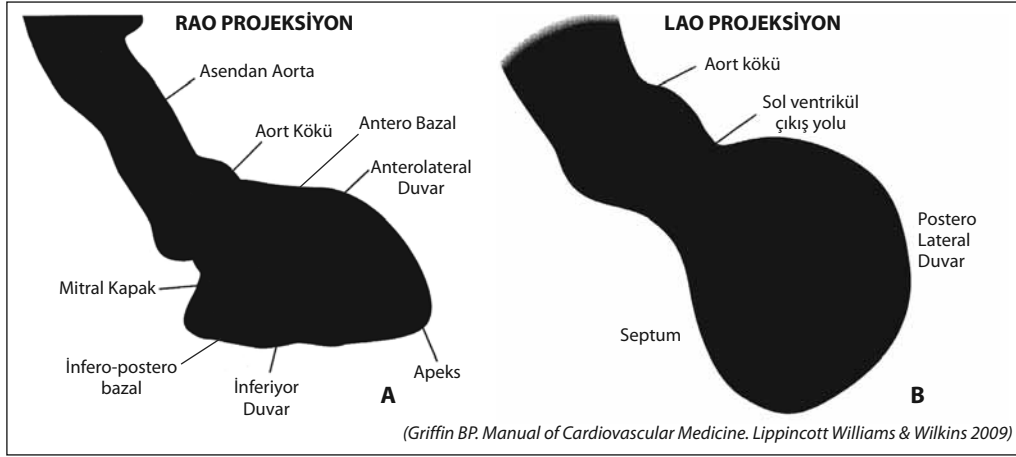
- Şayet sol ventrikülogram gerekli ve yapılmasına karar verilmişse, SVEDP önce sublingual (yanıt alınmazsa iv) NTG (nitrogliserin) ile düşürülmelidir. Orta dereceden fazla SV disfonksiyonunda ( $EF \leq 35\%$ ) daha az miyokardiyal depresan olan noniyonik boya kullanılabilir.

Mekanik protez aort kapaklar geçilirken kateter kapakta yakalanabilir; genel olarak bu hastalarda SKK yapılması tavsiye edilmemektedir; aort kapaktan uzamış geçiş işlemine bağlı koroner ostiyal disseksiyon gibi komplikasyonlar ve tortuöz aort duvarında oturan trombusların distal embolizasyonu ve ucu sert ve kıvrık olmayan kateterlerin kullanılması durumunda aort disseksiyonu gelişebilir.

- Protez aort kapaklar ve ciddi SV disfonksiyonu ve sıkı aort darlığında (aort kapak alanı  $<0.7 \text{ cm}^2$ ) olduğu gibi çoğunlukla ventriküle girilmemesi, kontrast boya kullanılmaması ve bunun yerine hastanın ekokardiyografi ile değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Sol ventrikülogramının yapılması; kritik aort darlığı, anlamlı sol ana koroner arter hastalığı veya ağır SV disfonksiyonunda engellenmelidir (özellikle ekokardiyografi imkanı bulunuyorsa).

#### **Sol ventrikülografinin pozisyonları:**

- Sağ-anteriyor oblik (RAO) bakış-açısı (projeksiyon) ayrıntılı olarak SV fonksiyonunu değerlendirmek için kullanılır; bu projeksiyondan özellikle SV'nin anteriyor, apikal ve inferiyor duvarları incelenir. Bu pozisyonda MR ve mitral prolapsusu değerlendirilir.
- Sol-anteriyor oblik pozisyon (LAO) kraniyal bakış-açısında ise MR'nin şiddeti interventriküler septum (VSD için) değerlendirir (Şekil 55). LAO projeksiyon septum, posteriyor ve lateral duvarların incelenmesini sağlar, VSD en iyi bu pozisyonda teşhis edilir (VSD'nin yeri ve şantın miktarı).



**ŞEKİL 55. (A)** 30° Sağ anterior oblik (RAO) projeksiyonda Sol ventrikül. **(B)** 60° sol anterior oblik (LAO) projeksiyonda sol ventrikül.

#### **Mitral Regürjitasyonunun derecelendirilmesi:**

MR, sol ventrikülografide; basınçlı pompa ile SV içine verilen boyanın mitral kapak yaprakcıklarının yetersiz kapanışı sonucunda geriye solA'ya kaçış miktarına bağlı olarak solA'yı opaklaştırma derecesi ve bu opaklaşmanın sonraki kalp sikluslarında mitral kapağın pasif ve aktif açılışı ile sol A boşalımı ile kayboluş hızına bağlı olarak şiddeti 1'den 4'e kadar değerlendirilir;

- (1+): Eser mitral regürjitasyonu ile oluşan solA hafif opaklaşması bir vurdada temizlenir,
- (2+): MR, solA'da Hafif-orta opaklaşma gösterse de bu SV opaklaşmasından daha azdır,
- (3+): MR ile solA'da SV'ye eşit orta-şiddetli opaklaşma bulunur,
- (4+): SolA'da SV'den daha fazla tam opaklaşma gösterir.

#### **E. Aortografi:**

Aort yaprakcıklarının (valsalva sinüslerinin hemen üzerine) 2 cm üzerinde çıkan aortaya yerleştirilen Pigtail kateter ile LAO pozisyonunda önceden ayarlanmış miktar ve basınçta otomatik mekanik pompa ile kontrast boya verilerek yapılır. Ventrikülograma kıyasla aortanın opaklaşması için daha büyük volumlu kontrast gerekir (yaklaşık 60 mL, 25 mL/saniye).

Aort kapak yetersizliği sonucunda SV'ye geri kaçan kontrast boyanın miktarına bağlı olarak SV opaklaşmasının derecesi ve kayboluş hızına göre AR'nin şiddeti ve ciddiyeti derecelendirilir (Bakınız Albüm).

**Aort regürjitasyonunun derecelendirilmesi:**

- (1+): AR sonucu oluşan ve bir vuruda temizlenen hafif SV opaklaşması; eser aort yeter-sizliği (Hafif AR),
- (2+): AR sonucu oluşan hafif SV opaklaşmasının temizlenmesi için birden fazla vuru gerekir (Orta derecede AR),
- (3+): AR ile Aort köküne eşit orta derecede ventriküler opaklaşma (Orta- ciddi AR),
- (4+): Aort kökünden daha fazla (ciddi AR) SV opaklaşması gösterir.

Anevrizma ve disseksiyon gibi aort hastalıkları da aortografi ile tanımlanabilir; bu durumlarda Transözefajyal Ekokardiyografi ve Magnetik Rezonans Görüntüleme daha üstün görüntüleme yöntemlerdir, bunların tercih edilmesi daha doğrudur. Aortogram girilmesi güç koroner arter anomalileri ve yeri bulunamayan bypass greftlerin selektif-olmayan görüntülenmesine yardımcı olabilir; aortogramda bypass greftin dolmaması, greftin bulunmadığını göstermez, bu durumlarda CT anjiyogram daha doğru sonuç verir.

Sağ ve sol kalp kateterizasyonu tamamlandıktan sonra Pigtail pompanın injektöründen ayrılmadan floroskopi altında torakal- abdominal aortadan geri çekilirken desendan aortada renal arter çıkış düzeylerinin yukarısına veya diyaframın hizasına yerleştirilerek Abdominal aortogram yapılabilir. Bu yöntemle Abdominal aorta, renal arter darlıkları ve iliak arterlerin hastalığı nonselektif görüntülenip değerlendirilebilir.

**F. Sol KK'yi Tamamlayıcı Koroner Anjiyografi:**

Primer koroner anjiyografi indikasyonları dışında (akut koroner sendromlarda primer PKG öncesi, veya miyokardiyal iskemi bulmak ve ciddiyetini araştırmak gibi), erişkinlerde ( $\geq 45$  yaş) koroner arter hastalığından başka indikasyonlarla yapılan SKK sonrasında, spesifik kontrindikasyonu bulunmuyorsa her hastaya SKK'dan sonra koroner anjiyografi yapılması tavsiye edilmektedir.

**İşlem ve Teknik ipuçları:**

1. Hemostatik başlı kılıf tercihen sağ Femoral artere yerleştirilir ve yan-kolundan içindeki kan aspire edilip atıldıktan sonra 5000 İÜ Heparin injekte edilir.
2. Kılıfın içinden femoral arter ve abdominal aortaya geçirilen uzun (140-260 cm) j-uçlu (0.033-0.038 inç) kılavuz telin yönlendirmesi ile üzerinden kaydırılarak sokulan Pigtail kateter sırası ile abdominal, torasik aorta, aort kemeri ve en sonunda aort kapakları da geçilerek SV'ye sokulur. Pigtail aortada ilerletilirken J uçlu KT kateterin ucundan yaklaşık 5-10 cm öne çıkartılmalı böylece kateterin tortuöz aortaya takılması önlenir. Bazen doktorun tercihinine göre KT kateterin içine geriye çekilir, aort kapağın geçilemediği durumlarda kateterin ucundan öne doğru çıkarılarak kapak önce KT ile geçilmeye çalışılır.
  - Kateter SV'ye yerleşince J-uçlu KT içinden çıkarıldıktan sonra kateterin dışardaki proksimal ucundan içindeki kan aspire edilip SF ile yıkandıktan sonra pulsatil arteriyel kan dışarı akarken iki-yönlü üçlü musluklu *Manifold*'a bağlanır ve basınç izlemesine alınır.



3. SV'den sistolik ve diyastolik basınçlar kaydedildikten ve oksijen saturasyonu için kan örneği alındıktan sonra, kateter üç-musluklu Manifold'tan ayrılır ve SV fonksiyonları ve MR'yi değerlendirmek için önceden ayarlanabilen otomatik, basınçlı pompaya bağlanır ve yukarıdaki gibi **Sol Ventrikülografi** yapılır, sonra kateter pompadan ayrılır ve üç-musluklu Manifolda tekrar bağlanıp basınç monitörizasyonuna alınır ve devamlı basınç kaydı ile kateter aortaya geri çekilerek aort kapakta SV- aort arasındaki aort darlığını işaret eden sistolik basınç gradiyenti araştırılır.
4. En sonunda, AR ve çıkan aort çapı ve sol koroner ostiyumlarını değerlendirmek için; üçlü-Manifoldtan ayrılan kateterin proksimal ucu pompaya tekrar bağlanır ve kateter çıkan aortaya kapak düzeyinin hemen üzerine yerleştirilerek pompa ile aortaya kontrast madde verilerek **Aortografi** yapılır.
  - Kateterizasyon işlemini bitirmeden önce özel durumlarda (SV disfonksiyonu ve bölgesel duvar hareket bozukluğu bulunması), primer indikasyonlar (miyokardiyal iskemi ve primer PKG öncesi) ve bunların dışında özellikle açık kalp ameliyatına gidecek erişkinlerde ( $\geq 45$  yaş) **Koroner anjiyografi** yapılır.
5. Pompanın injektöründen ayrılan Pigtail kateterin içine J uçlu uzun KT tekrar sokulur ve KT'nin distal ucu aort lumeninde (tercihen çıkan aortada) bırakılmak sureti ile kateter KT üzerinde geriye doğru kaydırılarak kılıftan, KT ve vucuttan çıkarılır; sonra da distal lumende bulunan KT'nin dışarıdaki proksimal ucundan özel sol koroner kateter (Judkins ve Amplatz gibi) telin üzerine geçirilir ve kaydırılarak kılıfın içinden lumene sokulur; ucu sivri ve delik özel koroner kateter floroskopi altında, KT'nin ucu kateterin ucundan en az 5 cm önde olmak üzere ilerletilir (koroner kateterlerin ucu sivri olduğundan tel kullanılmadan itildiğinde aort duvarına saplanabilir, plak kaldırabilir veya diseksiyona sebep olabilir) ve aort kapak düzeyi üzerine kadar getirilir; kateterin distal ucu aort kapak düzeyi üzerinde bırakılarak KT içinden çıkarılarak dışarıdaki proksimal ucu üçlü Manifolda bağlanır (pulsatil arter kanı dışarı akarken), aortadan basınç alındıktan sonra kateter kontrollü ve floroskopi altında elle kısa kısa ve az miktarda kontrast madde injekte ederek (koroner ostiyumu görmek ve ostiyal darlığı ekarte etmek için) koroner arterlere girilir; basıncın düşmemesi ve dalga şeklinin değişmemesi kateterin ucunun lumende olduğunu gösterir ve çeşitli projeksiyon açılarında elle kontrast boya injekte edilerek sine anjiyografi ile koroner arterler görüntülenip kaydedilerek, anjiyografi yapılır.
6. Yeterli görüntü alındığından emin olunduktan sonra kateter koroner arterden aortaya çekilerek orada tutulur, sonra da uzun KT tekrar içine sokularak kateterin distal ucundan dışarı çıkarılır, ve telin distal lumende bırakılarak kateter geri geri telin üzerinde kaydırılarak arteriyel kılıftan vucuttan çıkarılır; distal ucu aortada olan KT'nin dışarıdaki ucuna SF ile silindikten sonra önceki gibi diğer koroner kateter geçirilerek lumene sokulur ve önceki koroner arterin anjiyografisindeki gibi benzer işlemler tekrarlanır.

**Protokol:**

® Özellikle akut ve kronik miyokardiyal iskemiye bağlı koroner arter hastalığından şüphelenildiğinde, sol kalp kateterizasyonunun primer indikasyonu koroner anjiyografidir. Burada hedef koroner arterlerin bir an önce görüntülenmesidir (koroner anjiyografi), SV'nin değerlendirilmesi buna birleşik tanısal incelemedir (özellikle SV fonksiyonu).

## 1) Arteriyel/Aort basıncı:

- Bazal ölçümler anjiyografiye başlamadan önce kaydedilip alınmalı (Fazik ve ortalama kağıt hızı 200 mm/saniye ile).

## 2) Koroner anjiyografi:

- Genellikle sol ventrikülogramdan önce yapılır. Hastanın önceden kontrast madde alerjisi bulunduğu biliniyorsa veya önce ventrikülografi yapılmışsa daha düşük doz ve non-iyonik kontrast boya kullanılabilir.
- Sol ana koroner arter başlangıçta kraniyal açılı RAO ve LAO projeksiyonlarda kısa görüntülenir.

## 3) SV basıncı:

- Fazik, sıklıkla 200 mm/saniye kağıt hızı ile SV basıncı kaydedilip ölçülmeli (sistolik, diyastolik ve diyastol sonu). SV diyastol sonu basıncı ve diyastolik dolum periyodunu ölçmek için bazen 40, 200 mm/saniye kağıt hızında kaydedilebilir. Anjiyogramdan sonra basınç ölçümünden önce hastanın basıncının toparlaması için kısa süre beklenmeli.

## 4) Sol ventrikülogram.

- Ventrikülografi sonrası SV-DSB'nin ölçümü önemlidir. Çünkü bazı hastalarda önemli yükseliş gösterir, hasta kalp yetersizliği ve pulmoner ödem bulguları için yakından izlenmeli; bazalde sistolik SV fonksiyonu kötü olan ve üç damar hastalarında işleme devam etmeden önce gecikmeden İV. NTG yaparak diyastolik basınç düşürülmelidir (hastanın sırtüstü yatış süresi, kontrast boya miktarı ve volum yüklenmesi de dikkate alınarak).

## 5) SV'den- Aortaya geri çekiş:

- Fazik SV-Aorta geri çekişi Aort kapak düzeyinde gradiyenti gösterir (Bakınız Albüm).

## 6) Aort basıncı:

## 7) Fazik, ortalama sistolik ve diyastolik aort basıncı kaydedilmelidir.

Ek olarak kateterden vücuttan çıkarılmadan koroner bypass greftler, aort kökü, renal ve iliyak arterler non selektif görüntülenebilir.

### Kılıfın çıkarılması ve Arteriyel giriş yerinin kontrol edilmesi:

Standart kasık bakımı için kural; heparinin etkisinin geçmesi veya gerekiyorsa Protamin ile geriye döndürülmesini beklemeyi gerektirir. Arteriyel kılıf veya kateter geri çekilip ponksiyon yeri elle bastırılmadan önce ACT <160 saniye olmalıdır.

- Elle bastırma metodu; cilt ponksiyonundan başlayarak femoral arterin yukarısına bastırmak için sol elin ardışık orta üç parmağı kullanılır. Parmakların bu pozisyonunda cilt deliğinden veya cilt altı yumuşak dokuların içine kanama olmaz, femoral artere kuvvetle bastırıldığında ayak nabızları kaybolabilir ve femoral artere uygulanan basınç ayak nabızlarının geri gelmesini sağlayacak kadar ara ara azaltılmalıdır (Bakınız Albüm). Daha sonraki 10-15 dakikada basınç yavaş yavaş azaltılarak en sonunda tamamen kaldırılır.
- Arteriyel deliğe bastırmaya başladıktan 5 dakika sonra genellikle venöz kılıf da çıkarılır, venöz deliğe sağ elle hafifce basınç uygulanır. Bu sırada kateter laboratuvarında hastanın damar ponksiyon yerinin kapatılıp bağlanması engellenmelidir. Hastanın kılıfı kateter laboratuvarı dışında veya servisteki yatağında çekilmelidir.

### G. Hastanın bakımı:

Perkutan işlem tamamlanınca kateter ve kılavuz tel birlikte çekilip vucuttan çıkarıldıktan sonra damarın giriş yerindeki kılıf bir defada çekilir; lokal anestezinin etkisi kaybolacağından, yeterli lokal anestezi sağlamak için giriş yerinin etrafına başlangıçtaki dozda lokal anestezi tekrar injekte edilebilir.

- *Kılıf çıkarıldıktan sonra giriş yerine el parmakları ile direk basmakla hemostazis sağlanabilir (femoral nabız alındığı yerin üzeri (giriş noktası açıkta kalacak şekilde bir parmak kadar yukarı) parmak uçları ile sıkıştırılır; kanamayı kontrol etmek için giriş yerinin görünmesini kapatacağından arter bastırılırken gazlı bez kullanılmamalı.*
- *Arterin bastırılarak sıkıştırılması kanama olmayıncaya kadar yaklaşık 20 dk uygulanmalı.*
- *Kanamayı kontrol etmek için arteriotomi bölgesine uygulanan cihazlar ile hemostazis sağlanabilir (ChiyoSeal, anjiyoseal gibi).*

*Koagülopati, kötü kontrol edilen hipertansiyon veya nabız basıncı artmış ciddi AR gibi durumlarda giriş yerinin daha uzun süre bastırılması gerekebilir.*

*Basınç uygulaması sırasında arteri sıkıştıran parmaklar ile baskı intermitan olarak azaltılarak distal ekstremitelere yeterli kan akımı gittiğinden emin olunmalı.*

- *Sağ ve sol kalp kateterizasyon nedeni ile hastanın hem arteriyel ve hem de venöz giriş kılıfları aynı kasıkta bulunuyorsa önce venöz olanı çıkarılmalı, arteriyel kılıf çıkarılmadan önce venöz hemostazis sağlanmalıdır.*

**Pratik not:** Kullanılan arteriyel ve venöz kılıflar çoğunlukla farklıdır; arteriyel kılıfın içinden kateter çıkarıldığında lumenden dışarıya pulsatil kanamayı önleyen hemostatik başı bulunur, venöz kılıfların başı hemostatik değildir, kılıfın giriş deliği açıktır, dolayısı ile içerisindeki kateter çıkarıldığında dışarıya lumenden pelte pelte koyu venöz kan gelir, kılıfı çıkartmadan önce venöz kılıfın ağzını parmakla kapatmalı veya boş bir şırınga takılmalı.

Vagal reaksiyon oluşmasını önlemek için özellikle uzamış kateterizasyon işlemlerinde arteriyel kılıf çıkarılmadan önce yeterli lokal anestezi sağlanmalıdır.

- Femoral kılıf çıkarıldıktan sonra hastanın 6 saat yatak istirahati gerekir. Girişimden sonra gözlem periyodunda hastanın kalp hızı, vücut ısısı, kan basıncı, saatlik idrar çıkışı ile sıvı dengesi (özellikle, kontrast boya verilen hastalarda ilk saatlerde alınan sıvı miktarı), distal nabızları ve giriş yeri (ağrı, kanama veya hematoma teşükkülü için) izlenmeli ve kontrol edilmelidir.
- Özellikle diyabetik, yaşlı hastalar ve öncesinde diüretik, kombine veya güçlü antihipertansif ilaç kullanan hidrasyonu bozuk, kontrast kullanımı fazla olanlarda kateterizasyon sonrası ilk saatler “Kontrast Nefropatisi”nin erken teşhis ve tedavisi için hayati önem taşımaktadır; saatlik idrar çıkımı, sıvı alımı ve dengesi, hipotansiyon riski yakından takip edilmeli.

® *Kontrast Nefropatisi oligürük akut böbrek yetersizliği tablosu dışında günler- haftalar sonra non-oligürük böbrek hasarı ile de ortaya çıkabilir (Serum kreatininde bazale göre %30 artış ve GFR düşüşü ile).*

Hasta sırtüstü (özellikle ilk saatlerde) yatarken giriş yerine kum- torbası konması tavsiye edilmeli. Hastaneden çıkmadan önce, hasta tercihen önce kateter servisinde gözlem altında hareketlendirilmeli.

- Kardiyak kateterizasyondan sonra hastaya oral ve intravenöz sıvı verilmeli (yaklaşık 6 saatte 2 litre). Kontrastın osmotik yükü büyük miktarda diürece sebep olur. Bu hastalarda intravenöz ve oral sıvı desteği aşırı volem kaybını önleyebilir; (birkaç saat SF, 100 mL/saat, veya ilk saatlerde (ilk 6 saatte) oral toplam 2 Litre sıvı alımı). Konjestif KY hikayesi bulunan hastalarda sıvı yüklemesine dikkat edilmelidir.

## Komplikasyonlar:

### A. Major komplikasyonlar:

- **Major kanama** (hemodinamiği bozan ve transfüzyon gereken), miyokard infarktüsü, inme, major aritmi ve ölüm hastaların %2.5’de meydana gelir. Bu komplikasyonlar durumu kritik (ağır pompa yetersizliği kalp yetersizliği ve vital organ disfonksiyonu ile) kalp hastalarında daha siktir.
- **Ölüm:** Ölüm riski SKK’de % 0.1’dir. Acil kateterizasyona giden akut koroner sendrom hastalarında daha yüksektir. Ayrıca sol ana koroner arter hastalığı, ciddi aort darlığı veya ciddi SV disfonksiyonu (EF <%25) ölüm riskinin yükseldiği bilinen diğer hastalardır. İleri yaş da ölüm riskini artırır.
- **Ölümün Sebepleri:** Kalp perforasyonu, aritmiler, AMİ, veya kontrast anafilaksisidir. Akut koroner sendrom hastalarında acil sol kalp kateterizasyonu ölüm riskini artırır.
- **Mİ:** SKK’de Mİ riski %0.05’dir. Başlıca sebepleri: Koroner disseksiyon, mevcut aterosklerotik plağın kırılması, büyük hava embolisi veya trombus.

- **İnme:** Kateterizasyon sırasında %0.05 sıklıkta meydana gelir. Trombus veya hava embolisine bağlıdır. Çıkan aortada ateroma bulunması inme riskini artırır.
- **Koroner arter disseksiyonu:** Koroner artere giriş nadiren disseksiyona sebep olur. Koroner arter ostiyumuna sokulan kateterin arter ile eş eksenli olmaması veya derin yerleşmesi sonucunda kateterden kontrast injekte edilmesi ile mevcut aterom plağı kırılarak disseksiyona sebep olabilir.
- **Acil ACBG:** Sol ana koroner arterin (SAK) disseksiyonuna bağlı acil ACBG gerekebilir. Ciddi SAK hastalığı da acil ACBG indikasyonudur.
- **Koroner arter spazmı:** koroner kateterin arter ostiyumuna derin yerleşmesi ve ucunun arter duvarına çarpması özellikle RCA'da spazma sebep olabilir. Kateterin çekilmesi en iyi tedavidir, sonraki koroner girişlerde öncesinde intrakoroner nitrogliserin verilmesi (100- 200 mcg) spazmın daha hızlı çözülmesini sağlar (seyrek olarak intrakoroner verapamil veya diltiazem verilmesi de gerekebilir).
- **Aritmiler:** Ventrikül fibrilasyonu (VF) riski %0.5 olup, kateterin koroner arterden çıkarılması ve hastanın hızla defibrilasyonu ile tedavi edilir. Özellikle RCA'ya fazla miktarda kontrast injeksiyonu VF'ye sebep olabilir. Kontrast boya (non-iyonik boya ile daha az) geçici bradikardiye sebep olabilir, hastanın öksürmesi ile dağılır.
- **Kalp yetersizliği:** Kontrast boyanın ozmotik yükü kalp ve böbrek fonksiyonu azalmış hastayı akut pulmoner ödeme sokabilir, bu hastalarda kullanılan kontrast miktarı kısıtlanmalıdır, non-iyonik, ozmolaritesi düşük kontrast boya kullanılması düşünülmeli.
- **Böbrek yetersizliği:** Kontrast boya her hastada böbrek yetersizliğini presipite edebilir. Bununla birlikte işlem öncesi hastada yüksek kreatinin düzeyi, diyabet, proteinüri ve dehidratasyon bulunması böbrek yetersizliği riskini artırır. İşlem öncesi normal SF ile yeterli hidrasyon sağlanması ve diüretik kullanmakta olan hastalarda tedavinin işlemden 1-2 gün önce kesilmesi bu riski azaltabilir.

### Kontrast nefropatisi:

Fazla miktarda kontrast madde verilmesi, renal disfonksiyonu olan hastalar ve diyabetiklerde böbrek yetersizliğine sebep olabilir. Aşağıdaki önlemler dikkate alındığında, (vücut ağırlığına göre hesaplan, miktarı kısıtlı hipoozmolar, noniyonik kontrast madde, iodixanol-kullanımı) nefropati riskini azaltır. SKK'den birkaç saat önce hastanın hidrasyonu, işlem öncesi ve sonrasında oral (veya iv) homosistein ile iv. %0,45 SF infüzyonu böbrek fonksiyonundaki kötüleşmeyi önleyebilir.

### Kontrast nefropatisinden korunma önlemleri:

1. İşlem sırasında kullanılacak kontrastın miktarı, hastanın vücut ağırlığı ve serum kreatinin düzeyine göre hesaplanmalı (Tablo 17).
2. Noniyonik hipoozmolar kontrast madde kullanılmalı.
3. Kateterizasyon öncesi oral Homosistein ve bikarbonat infüzyonu verilebilir.
4. Kateterizasyondan önce diüretik kullananlarda, diüretik dozu atlanmalı ve özellikle diabetiklerde girişim öncesinde hidrasyon kontrol edilmeli.
5. İşlem sırası ve sonrasında hasta İV sıvı ile desteklenmeli.

**TABLO 17.** Kontrast madde Nefropatisinden Korunma

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>İşlem sırasında kullanılacak kontrastın miktarı hastanın vucut yüzeyi ve serum kreatinin düzeyine göre hesaplanmalı (kontrast kullanımı &lt;30 mL ile sınırlandırılmalı.)</li> </ul>                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Noniyonik kontrast madde kullanılmalı.</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Kateterizasyon öncesi oral Homosistein verilmesi (600 mg günde iki defa) ve bikarbonat infüzyonu yapılması (3 amp bikarbonat, saatte 3 mL/kg işlemde bir saat önce ve saatte 1 mL/kg işlemde ve sonrasında 6 saat infüze edilir).</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Kateterizasyondan önce diüretik kullananlarda, diüretik dozu atlanmalı ve özellikle diabetiklerde hidrasyon kontrol edilmeli.</li> </ul>                                                                                                     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Gerekirse işlem sırasında hasta IV sıvı ile desteklenmeli.</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Kateterizasyondan sonra ilk 6-12 saatte yeterli olarak sıvı alımı (1.5-2 litre) sağlanmalı.</li> </ul>                                                                                                                                       |

**B. Minör komplikasyonlar:**

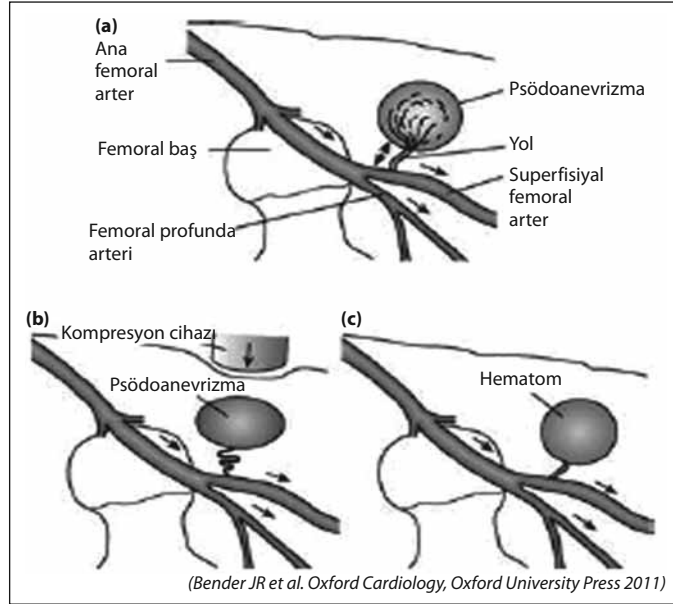
**Vagal reaksiyon:** Hastada hipotansiyon ve/veya bradikardi geliştiğinde vagal reaksiyon düşünülmesi (sıklıkla lokal anestezi hızlı verildiğinde veya arteriyel kılıf lokal anesteziğin etkisi kaybolunca çıkarılırken görülür). Bu durumda iv. Atropin 1 mg verilmelidir. Aort darlığı ve SAK hastalığında vagal reaksiyonlar hastayı ölüme götürebilir. Vazovagal reaksiyonlar ve ürtiker hastaların %5’de meydana gelir; hipotansiyon ve/veya bradikardi ile seyreder.

**Vasküler komplikasyonlar:** Anevrizmalar, arteriyo-venöz fistüller, arteriyel trombozis ve periferik emboli başlıca lokal vasküler komplikasyonlardır (Şekil 55).

**Lokal kanama:** Giriş yerinin kanaması önemli olabilir. Damara giriş kılıfının kenarından sızmaya çok dikkat edilmeli. Heparin tedavisindeki hastalarda aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) kontrol edilmeli; plastik-kılıf çıkarılmadan önce ≤160 saniye olmalı.

- Giriş yerinde vasküler komplikasyonlar (psödoanevrizma, fistül, arteriyel trombus ve periferik emboli, hematoma) klasik femoral giriş yolunda radyal yaklaşıma göre daha sık görülür. Femoral arter yaklaşımında olguların yaklaşık %1-2’de meydana gelir.

® Arteriyel giriş için ponksiyon başarısız olmuştaysa; iğne geri çıkarılmalı ve elle buraya yeterli süre bastırılmalıdır (yaklaşık 5 dakika). Şayet istenmeden venöz ponksiyon yapılmışsa; iğne geri çıkarılmalı ve buraya bastırılmalıdır (3 dakika). İğneyi geri çıkarmadan arteriyel ponksiyon yerine bastırmak arteriyovenöz fistül oluşumunu artırır. Şayet venöz ponksiyon planlanmışsa; arteriyel ponksiyon yerinin daha aşağısından yapılmalıdır.



**ŞEKİL 55.** Psödoanevrizmanın anatomisi (a) Küçük yol boyunca kanama kanının ekstrasvasküler dokularda birikmesini sağlar. Elle kompresyon yolu oblitere edemez (b) ve hematoma devam etmesini sağlar. Hematomun trombusunun yetersiz olması ile ekstrasvasküler birikme ile ana arterden sürekli bağlantı ve akım meydana getirir (c).

Ponksiyon öncesi ve sonrasında bu bölge oskulte edilip üfürüm aranmalıdır. Yeni üfürüm duyulması vasküler kompliyasyonu işaret eder.

Ultrason kasık sorunlarının yaklaşımında gerekli bir tanı yöntemidir. İşlemin giriş yeri ile ilgili komplikasyonlar Radyal yaklaşımla en aza indirilmiştir.

#### **Kalp kateterizasyonunda ölüm riski yüksek hastalar:**

1. >70 yaş.
2. NYHA'ya göre fonksiyonel kapasitesi sınıf- IV KY veya angina'lı hastalar. Ağır SV disfonksiyonu (EF<%25).
3. Ciddi ve yaygın KAH (Sol ana koroner arter hastalığı, 3-damar hst).
4. Ciddi kapak hastalığı (özellikle ciddi aort darlığı ile birlikte ağır SV disfonksiyonu).
5. Ağır vital komorbid durumlar (ağır böbrek, karaciğer, akciğer hastalıkları ve bu organların yetersizliği).
6. Bilinen kontrast allerjisi.

## BRAKİYAL ARTER GİRİŞİ

### “Cutdown” Tekniği (Şekil 56):

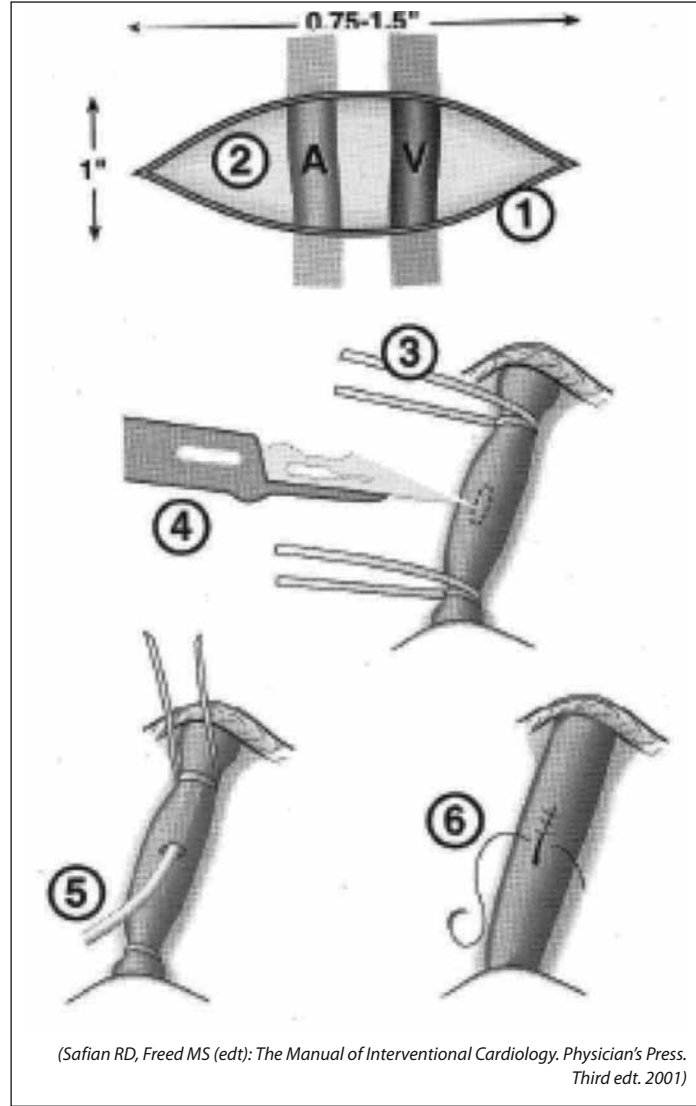
*“Bugün Terkedilen ancak unutulmaması gereken bir yöntem”*

Operatör işleme başlamadan antekubital fossa içindeki damarların (ven, arter) anatomisini bilmelidir (Şekil 60). Brakiyal arter girişi için değişik teknikler kullanılmaktadır. Yaklaşım ne olursa olsun, temel olarak enfeksiyonu sınırlamak için, tam steril teknik uygulanmalıdır (kep, maske, eldiven). Aşağıdaki teknik basit ve güvenilirdir:

Brakiyal cutdown tekniğinde kullanılan bazı cerrahi aletler (Şekil 57) gösterilmiştir.

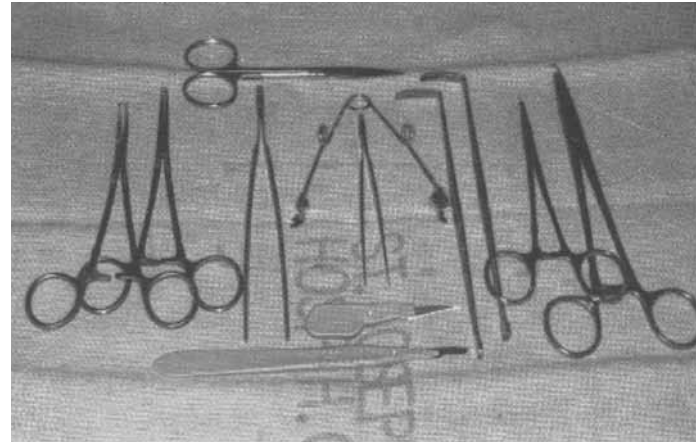
- 1) Antekübital fossa *Povidone- iodine* solusyonu ile sterilize edilir.
  - Dirsek kıvrımında brakiyal nabızın üzeri subdermal %2 lidokayin enjeksiyonu ile anestetize edilir.
- 2) Brakiyal arterin üzerinde (0.75-1.5 inç uzunluğunda) horizontal insizyon yapılır.
  - Brakiyal arteri izole etmek ve künt disseksiyon yapmak için “*Wheatlander*” retraktör ve kavisli hemostat kullanılır (Şekil 59).
  - Bisipital aponörozisin tam altında arter belirlenir ve diğer yumuşak doku arterden ayrılır. Mediyen sinirin yaralanmasını önlemek için çok dikkat edilmeli (Şekil 58).
- 3) Sağ- kavisli hemostat kullanılarak brakiyal arterin 1 inçlik segmenti cilt yüzeyinden çekilir.
  - Hemostatik kontrol için “Pamuk göbek kurdelesı” arterin altına distale ve proksimale yerleştirilir (Şekil 56.3,4).
  - Proksimal kurdelenin çekilmesi ile distal brakiyal artere 3000-5000 ünite enjekte edilir.
  - No. 11 bıçak ağzı ile vertikal arteriotomi (3-4 mm) yapılır. 6-8F arteriyel kılıf ve 0.035 inç kılavuz tel kullanılarak PTKA, stent implantasyonu ve diğer girişimsel donanımlar için kılavuz kateterin değiştirilmesini kolaylaştırır.
- 4) **Brakiyal arterin Tamiri:** Kılıf çıkarılırken, proksimal ve distal göbek kurdelelerinin çekilmesi devam ettirilir; öne ve arkaya doğru akımın olduğundan emin olunduktan sonra, kurdelenin çekilmesi hafifce salınabilir.
  - 6-0 veya 7-0 prolene kullanılarak 1 mm aralarla kesintisiz dikiş yerleştirilerek brakiyal arter arteriotomisi tamir edilir. Tam hemostazın sağlanması için titiz dikiş tekniği gereklidir; transdermal sızma hafifce bastırarak önlenir.
  - Cilt kesintisiz ipek dikiş veya absorbe edilebilen subkutikular tamir ile kapatılır. Yeterli arteriyel tamire rağmen sızma devam ediyorsa arteriotomi üzerine hafifce bastırılması gerekebilir.
  - Yeterli Radyal arter nabız elde edilemiyorsa, arteriotominin revizyonu ve embolektomi gözden geçirilmeli; antekübital fossadan sıvı hematoma oluşabilir, bu sırada brakiyal arter veya mediyen sinir kompresyon riski azalır.





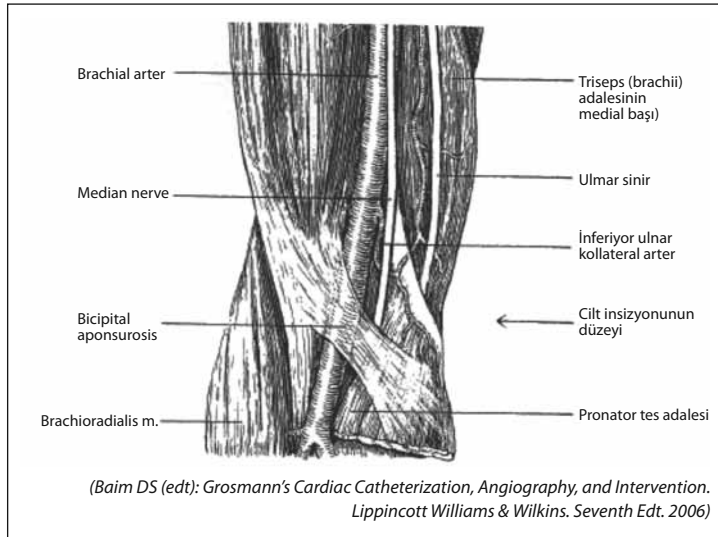
**ŞEKİL 56.** Brakiyal arter girişi. "Cutdown tekniği".

1. Antekubital kıvrımın 1 cm üzerinden horizontal cilt insizyonu.
2. Brakiyal arteri (A) ve veni (V) ortaya çıkarmak için cilt-cilt altının künt dis-seksiyon
3. Brakiyal arteri göbek kurdelesi ile veni (3-0 ipek ile) işaretlemek
4. Ateriotomi yapmak için proksimal kurdele çekilir ve arter sıkıştırılır
5. Damara giriş kılıfı ve kateteri sokulur
6. 6-0 prolene ile (kesintisiz dikişler) brakiyal arterin tamiri.



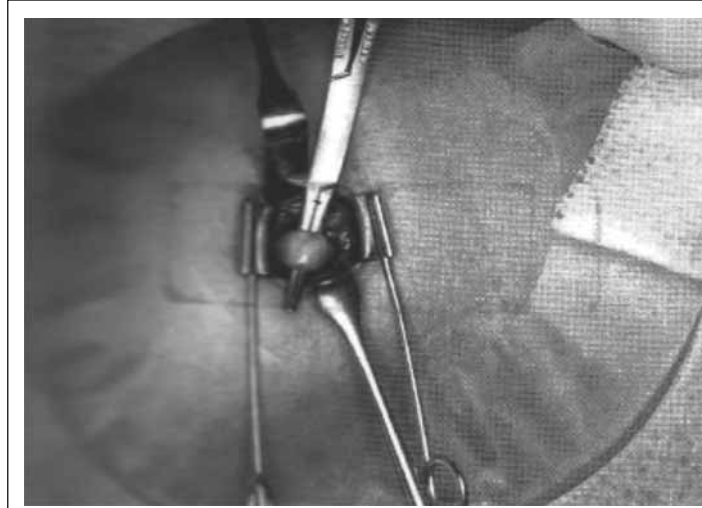
(Baim DS (edt): *Grosmann's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention*. Lippincott Williams & Wilkins. Seventh Edt. 2006)

**ŞEKİL 57.** Brakiyal Cutdown'da kullanılan bazı aletler. İki *Halstead* kavisli 5 inç Moskito (*mosquito*) hemostat, bir *Halsted* düz Moskito 5 inç hemostat, bir başparmak giyilen dişsiz 6-inç forsepsi soymuşken, bir düz dişsiz iris forseps, bir kısa-elli skalpel (*scalpel*) (No.11 bıçak), uzun-elli Scalpel (No.15 bıçak), *Grieshaber* tel kendi kendini –tutar retractor, iki *Davis* çift uçlu yumuşak doku retractorü, bir düz 4-inç iris makas, ve bir Halsey 5-inç iğne tutacağı.



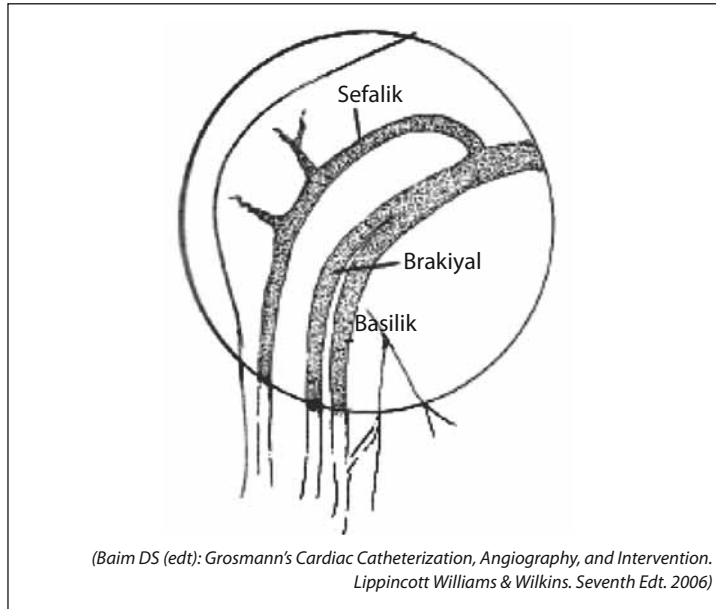
(Baim DS (edt): *Grosmann's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention*. Lippincott Williams & Wilkins. Seventh Edt. 2006)

**ŞEKİL 58.** Antekübital fossa anatomisi, Brakiyal arterin çizimi. Arter en iyi antekübital cilt kıvrımında veya hafif üzerinde, bisipital aponözisin mediyalinde görülür. Mediyal sinir genellikle Brakiyal arterin mediyalinde bulunur.



(Baim DS (edt): Grosmann's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention.  
Lippincott Williams & Wilkins. Seventh Edt. 2006)

**ŞEKİL 59.** Brakiyal arterin izolasyonu. Kavisli hemostat ile arterin altında işlem yapılırken, insizyon self- retraktör ile superior-inferiora, manuel- retraktör ile laterale doğru açık tutulur.



(Baim DS (edt): Grosmann's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention.  
Lippincott Williams & Wilkins. Seventh Edt. 2006)

**ŞEKİL 60.** Antekübital fossa içinde Kolun venöz anatomisi. Brakiyal ve Bazilik. Brakiyal ve bazilik venler subklavyan sistemi içinde direk olarak devam eder, oysa sefalik sistem sağ dirsekte sıklıkla subklavyan vene katılır. Kateterin sefalik sistemden sağ atriyumuna geçişi oldukça güçtür; mediyal ven daha düz yol sağlar.

## SAĞ VE SOL (BİLATERAL) KALP KATETERİZASYONU:

Bilateral kalp kateterizasyonu (BKK), birlikte arteriyel ve venöz sistem girişleri ile başılır; sol kalp kateterizasyonu ile SV ve kapakları ile ilgili anatomik bilgiler ve sağ kalp kateterizasyonu ile sağ kalp boşluklarının basınçların kaydedilmesi ile kalp debisi ve oksijen saturasyonlarının tayin edilmesi ile hemodinami ile ilgili fizyolojik bilgiler elde edilir. Bu bilgiler ile valvuler patoloji, kardiyomiyopatiler ve konjenital anomaliler gibi hemodinamik anormallikler teşhis edilebilir.

Tanısal BKK ile sağA, sağV, PA, PKU, aorta ve SV'den hemodinamik veriler (basınç ve oksijen saturasyon ölçümü) kaydedilerek fizyolojik bilgiler ve SV, aorta ve koroner arterlerin sineanjiyografisi ile anatomik patoloji, tüm kapakların açıklığı ve kalp debisi hakkında önemli hemodinamik bilgiler sağlanabilir.

### Protokol:

1. *Oksijen saturasyonu ölçümü:*
  - Femoral ven yolu ile girişte vena kava inferiyor, superiyor, sağA'dan kan örneği alınmalı.
2. *SağA basıncı:*
  - Fazık 40 mm/sn ile sağA basınçları (A,V dalgaları) kaydedilir.
3. *SağV basıncı:*
  - Sadece 40 mm/sn ile, fazık sağV basıncı (sistolik, diyastolik ve diyastol-sonu) kaydedilir.
4. *Eş zamanlı kaydedilen Pulmoner kapiller uç ve SV basınçları:*
  - Fazık sadece 40 mm/sn ile PKU ve SV basınçları (diyastolik ve diyastol-sonu) kaydedilir (Bakınız, Albüm).
5. *PKUB:*
  - Fazık, 40 mm/sn ile ortalama ve PKU (pulmoner kapiller uç) basınçlar (A,V dalgaları ve ortalama) kaydedilir.
6. *PKU'dan- PA'ya geri çekiş:*
  - PKUB ortalamada- PA'ya geri çekiş kaydedilip fazık kaydedilir.  
PA (sistolik, diyastolik, ortalama) kaydedilir.
7. *SV ve PA:*
  - O<sub>2</sub> saturasyonları ölçülür. Bu ön O<sub>2</sub> saturasyonu ölçümleri ile şant bulunmuşsa sağ kalp kateterizasyonu şanta doğru yayılmalıdır:
  - Vena kava superiyor, inferiyor (yüksek, alçak); sağA (yüksek, alçak ve orta); sağV (yüksek, apikal); sağV çıkış yolu; PA (ana, sol, sağ); aort kemeri; interatriyal septumdan geçilip girilebilirse sola.

## 8. SV:

- Fazık sadece 200 mm/sn ile SV basınçları (sistolik, diyastolik ve diyastol sonu) kaydedilir.

## 9. Ventrikülogram:

SV'den-Aorta geri çekiş:

Aort basıncı:

- SV'den Aortaya geri çekişi SV-Aorta basınç gradiyentini gösterir.
- Aort basıncı (sistolik ve diyastolik) kaydedilir.

## 10. Koroner anjiyogram:

- Ek olarak, Hastanın durumu gerektiriyorsa, sağV, PA ve SV ve solA görüntülenebilir.
- SağA ve PA'dan ölçülen oksijen saturasyonları arasında  $\geq 7\%$  atlama olması ile şanttan şüphelenilir.

**Konstriktif Perikardit:**

Konstriktif perikardit esnekliğini kaybetmiş kalsifik, kalınlaşmış Perikardiyumun sınırlaması ile kalbin dolumu kısıtlanır. Sağ ventrikül doluşu sırasında (inspiryum) septumu SV içine itmesi pahasına dolar. Tipik hemodinamik bulguları *Kusmaul bulgusu* (sağ atriyum basıncının inspiratuar doluşu), M veya W şeklinde sağ atriyum basıncı ve kare-kök işareti şeklinde (*dip- plateau*) erken hızlı diyastolik doluş ve perikardiyal sıkıştırmanın sebep olduğu daha fazla doluşun birdenbire kesilmesi (Şekil 61). M/W sağ atriyum basınç dalgaları gösteren Tamponad fizyolojisi ile mukayese edildiğinde; bu dalgalar körleşmiştir ve arteriyel basınç Pulsus paradoksus gösterir (inspiryumda arteriyel basınçta  $>10-20$  mmHg artmış düşüş). Bu iki bulgu hemodinamik fizyolojinin erken evrelerinde iki durumda benzerdir.

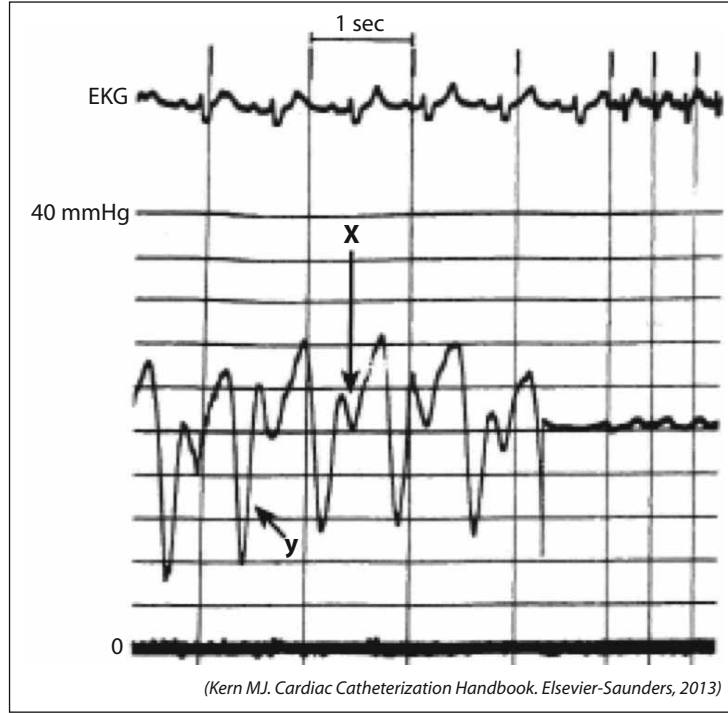
(Şekil 62)'de eşit yükselmiş diyastolik basınç ile diyastol sırasında (ilk vuruda) erken çukuru takip eden plato (erken hızlı ve aniden kesilen diyastolik doluş) ile karakteristik diyastolik doluş şekli (*dip-plateau*). Bu doluş şekli sadece yavaş kalp hızında görülür. Taşikardi ve respiratuar efor bu diyastolik doluşun dalga şeklini köreltir. Diyastolsırasında sol ventrikül ve sağ ventrikül basınçlarının eşitlenmesi (*matching*) kalıcı ve sürekli dir.

Konstriktif ve restriktif fizyolojiyi ayıran en duyarlı bulgu sağ ventrikül (SĞV) ve sol ventrikül (SV) sistolik basınçlarının dinamik solunumsal değişkenlikleridir. SĞV/SV sistolik basınçları restriktif kardiyomiyopatide konkordan durumda yükselir ve düşer, konstriktif fizyolojide ise SĞV/SV sistolik basınçlarında diskordan solunum cevabı alınır (Şekil 63).

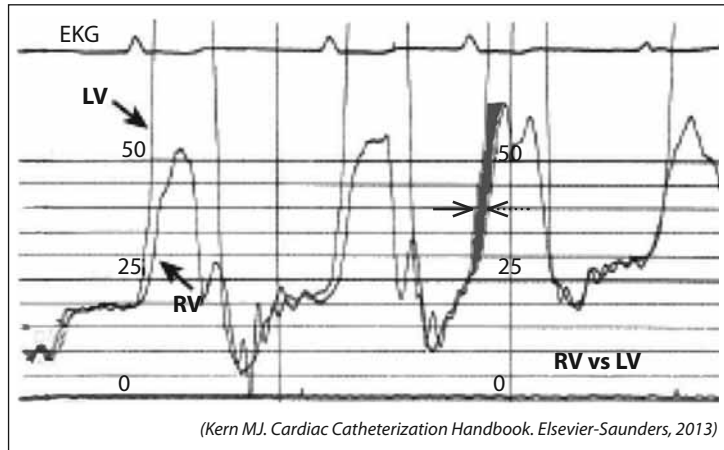
(Şekil 64)'da, sağ atriyum basınç dalgasında konstriktif fizyolojinin karakteristik belirgin Y inişi ile klasik M ve W konfigürasyonu göstermekte.

Restriktif ve Konstriktif fizyolojinin en önemli hemodinamik ayırıcı bulguları: (a) Konstriktif siyonda "dip ve plateau bulunur; Ventriküler bağıllık (interdependence), inspiryumla SĞV sistolik basıncı yükselirken SV sistolik basıncı düşer; pulmoner arter sistolik basıncı  $>50$  mmHg.

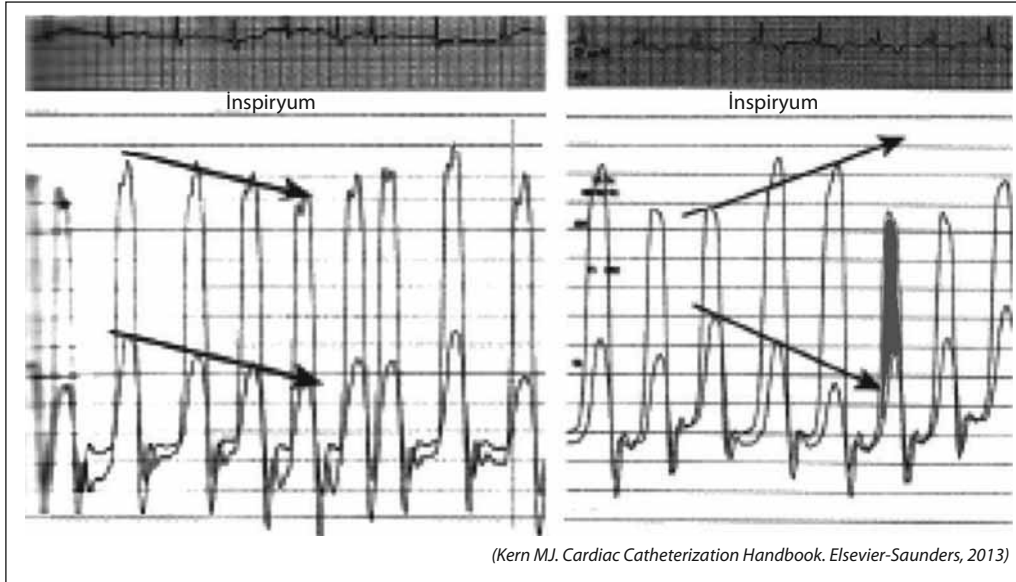
(b) Restriktif siyonda ise "Dip ve Plateau" bulunamayabilir ( $\pm$ ); inspiryumda SV sistolik basıncı ve SĞV sistolik basıncı arasında  $>6$  mmHg fark; pulmoner arter sistolik basıncı  $<50$  mmHg.



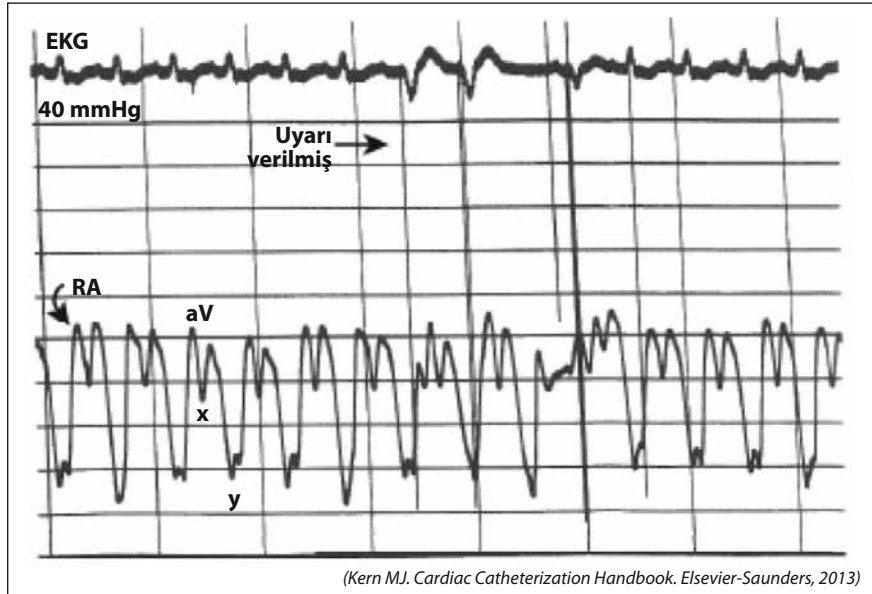
**ŞEKİL 61.** Konstriktif fizyoloji gösteren sağ atriyum basınç dalgası. Büyük Y ve küçük X inişleri.



**ŞEKİL 62.** Konstriktif perikarditte eşzamanlı sol ve sağ ventrikül (LV, RV) basınç kaydı: İki diyastolik basıncın eşitlenmesi ayırtıcı bir özelliktir. Sistolik basınçta solunumsal dinamik değişiklikler en tanışal bulgudur (noktalı ok; RV basıncı ve kesintisiz kalın ok; LV basıncı).



**ŞEKİL 63.** Konstriktif ve restriktif fizyolojide dinamik solunumsal değişimler: Normal solunumsal aktivite sonucunda RV (sağ ventrikül) ve LV (sol ventrikül) sistolik basınçları paralel düşer. (**Solda**)-RV/LV sistolik basınçlarının “konkordan davranışı”: Solunumsal olarak birlikte hareket eder. (**Sağda**)-RV/LV sistolik basınçlarının solunumsal “Diskordan davranışı”: Bu durum konstriktif fizyoloji ve konstriktif perikardit için oldukça spesifik bir bulgudur.



**ŞEKİL 64.** Konstriktif Perikarditte yükselmiş sağ atriyum basınç dalgası: Klasik “M konfigürasyonu”: Yükselmiş basınç ile büyük Y inişi, kardiomyopatiye de görülür.

### C. KORONER ANJİYOGRAFI:

Koroner anjiyografi, koroner arter lumeninin kontrast boya ile doldurulması sonucunda arterin anatomik yapısı ve kan akımı hakkında iki-boyutlu fikir verir (*Luminogram*). Koroner anjiyografi çoğunlukla sol kalp kateterizasyonuna (önce veya sonra) eşlik eder.

Koroner anjiyografinin hedefi Koroner arterler, dalları ve cerrahi olarak takılan bypass greftlerin anatomisini muayene etmek ve koroner anatominin detaylarını (arteriyel dağılımın şekli; ateroskleroz, trombozis, konjenital anomaliler veya fokal spazm gibi anatomik ve fonksiyonel patoloji), intrakoroner ve interkoroner kollateral bağlantıları kaydetmektir.

İşlem ayaktan gelen hastalara lokal anestezi ile 30 dakikadan daha kısa bir sürede yapılabilmektedir. İşlem ile ilgili komplikasyon oranı  $<0.1$ 'dir (ölüm, inme, miyokard infarktüsü gibi). İşlem elle intrakoroner kontrast boya enjekte edilerek yüksek-çözünürlü röntgen ışını kullanılarak dikkatlice seçilmiş farklı birçok projeksiyon açılarında koroner arterlerin görüntülenmesidir.

#### Koroner anatomi:

Sol ana koroner arter (SAK) sol koroner sinüsten çıkar; LAD (*left anterior descending artery*; sol ön inen arter) ve sirkümfleks (CX) olarak ikiye ayrılır, bazan intermediyer dalı da ihtiva eder (Şekil 65).

1. LAD *intermediyer groove*; (interventriküler oluk) boyunca seyreder, interventriküler septuma birçok septal perforatör dal (S1, S2 gibi), SV'nin anterolateral duvarına da değişik sayıda diyagonal dalları (D1, D2 diye) verir ve genellikle apekse doğru devam eder.
2. LCX (*left circumflex*; sol-dolaşan) ise *atriyoventriküler (AV) groove* (AV oluk) boyunca seyreder, SV lateral duvarına değişik sayıda marginal dallar (OM1, OM2 gibi) verir. Birinci marginal dala sirkümfleksin *yüksek lateral* dalı da denir, sonraki lateral dallara gittikleri bölgeye göre *lateral* veya *postorelateral* dallar denir.
3. RCA (*right coronary artery*; sağ koroner arter) sağ koroner sinüsten çıkar ve sağ AV *groove* (oluk) boyunca seyreder, atriyal dallar (sağ atriya) ve *marjinal dalları* (sağ ventriküle) verir. *Konus dalı* proksimal RCA'nın birinci dalı olarak çıkar ve sağ ventrikül çıkış yolunu besler. Olguların yarısında konus dalının ayrı ostiyumu vardır ve RCA ostiyumundan ayrıdır. %60 olguda RCA sinüs düğümüne de dal verir (aksi taktirde bu fonksiyonu CX'in sol atriyal dalı sunar). Distal RCA'dan birinci major dalı PDA (posteriyor inen arter) çıkar.
  - Sağ dominant sistemde **dominant**lık kalbin posteriyor bölümünü besleyen PDA'yı veren artere göre adlandırılır. %7 olguda RCA ve CX birlikte dominanttır (*'kodominant'*), diğer %8'de ise CX dominant olabilir. PDA inferiyor *interventriküler groove* boyunca seyreder ve inferiyor septumu besleyen septal perforatörleri verir, sonunda RCA posterolateral segment olarak devam eder ve değişik sayıda posteriyor ventriküler dal verir. Bu posterolateral segmentden RCA genellikle AV düğümü besleyen dalı verir (%90'da).



### Koroner kateterler:

Koroner anjiyografi için sıkça kullanılan kateterler Judkins ve Amplatz sistemleridir. Bunların şekli sağ ve sol koronerler için farklıdır; Judkins kateterleri Judkins-sağ (JR), Judkins-sol (JL); Amplatz kateterleri ise Amplatz-sağ (AR), Amplatz-sol (AL) diye adlandırılır. Bu kateterlerin büyüklüğü ve uçlarının açıları kişinin büyüklüğü ve aortanın çapına göre değişebilir, örneğin; JR3.5-6 ve ALI-ALIII gibi numaralandırılırlar (Şekil 66).

Tanısal koroner anjiyografi çalışmalarının %90'da Judkins kateterleri kullanılmaktadır. Bunlar koroner ostiyuma girecek şekilde tasarlanmış ucu delik kateterlerdir. %10 olguda ise çıkan aortanın şekline, yönüne, çapına ve koroner ostiyumlarının pozisyonuna bağlı olarak farklı şekilli kateterler (genellikle ilk tercih Amplatz) kullanılabilir. (Şekil 66).

Sol ve sağ koroner arterlerin elle kontrast madde enjeksiyonu ile tanısal değeri yüksek yeterli görüntüsünün alınabilmesi için; birden çok farklı projeksiyon açısında, her defasında koroner arter lumenine 5-10'ar ml kontrast madde enjekte ederek, koroner arterlerin görüntüleri alınıp kaydedilir.

- Tipik olarak sol koroner için 6, sağ koroner içinse 3 farklı projeksiyonda görüntü alınmalıdır (Şekil 67, Şekil 68).

### Koroner Anjiyografinin Temel Prensipleri:

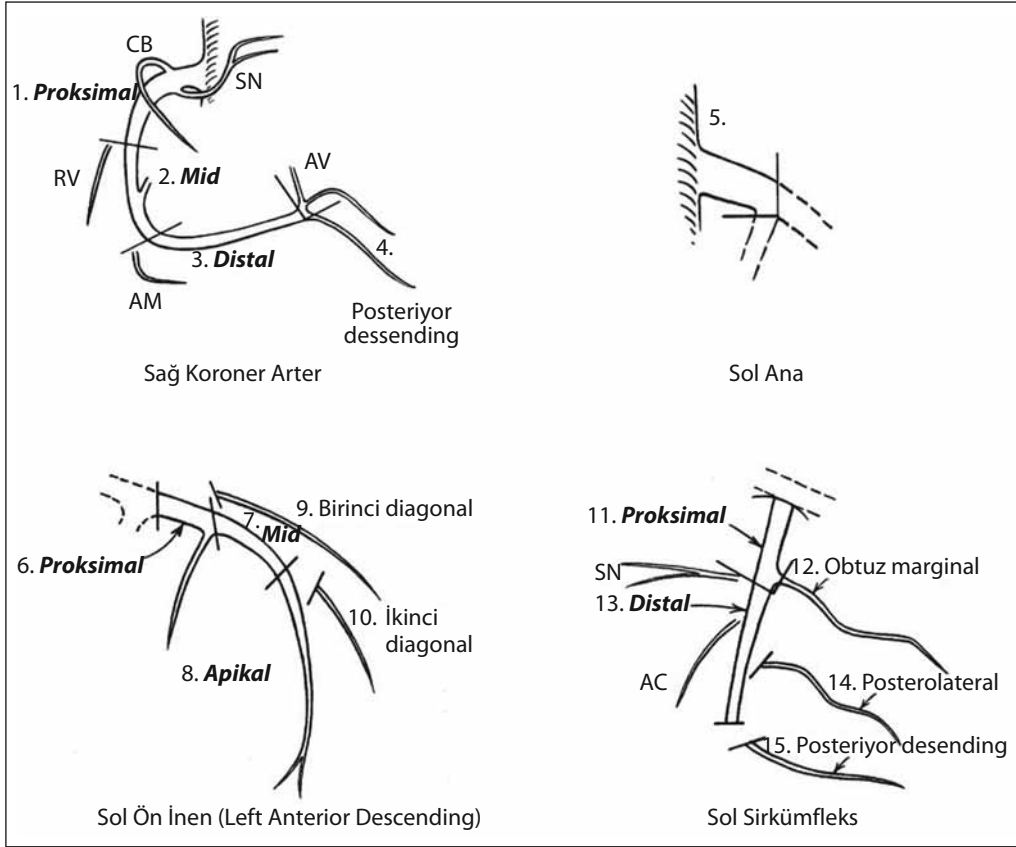
Tanısal koroner anjiyografinin esas koroner arter hastalığının varlığı, ciddiyeti ve yaygınlığını değerlendirmek için her iki koroner arter sistemi içine (sol ve sağ koroner arterler) ayrı ayrı girilerek direk olarak kontrast madde enjekte edilerek sol ve sağ koroner arter sistemlerinin ayrı ayrı görüntülenmesidir.

Damar segmentlerinin üstüste gelmesinin önlenmesi ve lezyonların ciddiyetini doğru tasvir edilebilmesi için; koroner arterlerin farklı bakış-açılarından (projeksiyon) birçok görüntüsü alınmalıdır; sağ anteriyör oblik (RAO), sol anteriyör oblik (LAO); ve sol kaudal, sol kraniyal, anteroposteriyör gibi (Şekil 69, Şekil 70).

- RAO ekranın sağına, LAO soluna yataydır. Kraniyal bakış-açısı diyaframın silüetini görüş-açısı içine alır. Koroner darlığın miktarının ölçülmesi için, her koroner lezyon için projeksiyon açıları birbirine dik iki görüntünün alınması önemlidir; eksantrik lezyonu bazen çok yönlü projeksiyon açısı dahi isabet ettiremeyebilir (sayfa 166, Şekil 71).
- Lezyonun ciddiyeti (darlığın derecesi) anjiyografi görüntüsünde normal referans segmentin çapı ile mukayese edilen lezyon çapının (referans: lezyon; referans çapın lezyonun çapına bölünmesi) hesaplanan % darlığına dayanır.
- Genel olarak, LAD, CX ve RCA'da  $\geq 70\%$ , sol ana koroner arterde ise  $\geq 50\%$  darlık ise **ciddi (kritik) darlık** olarak sınıflandırılır.

® Damar ve darlığın çapının ölçümü ve hesaplanmasında; hedef damar ile mukayese edilen 6F kateterin eksternal çapının 2 mm olduğu bilinmelidir.

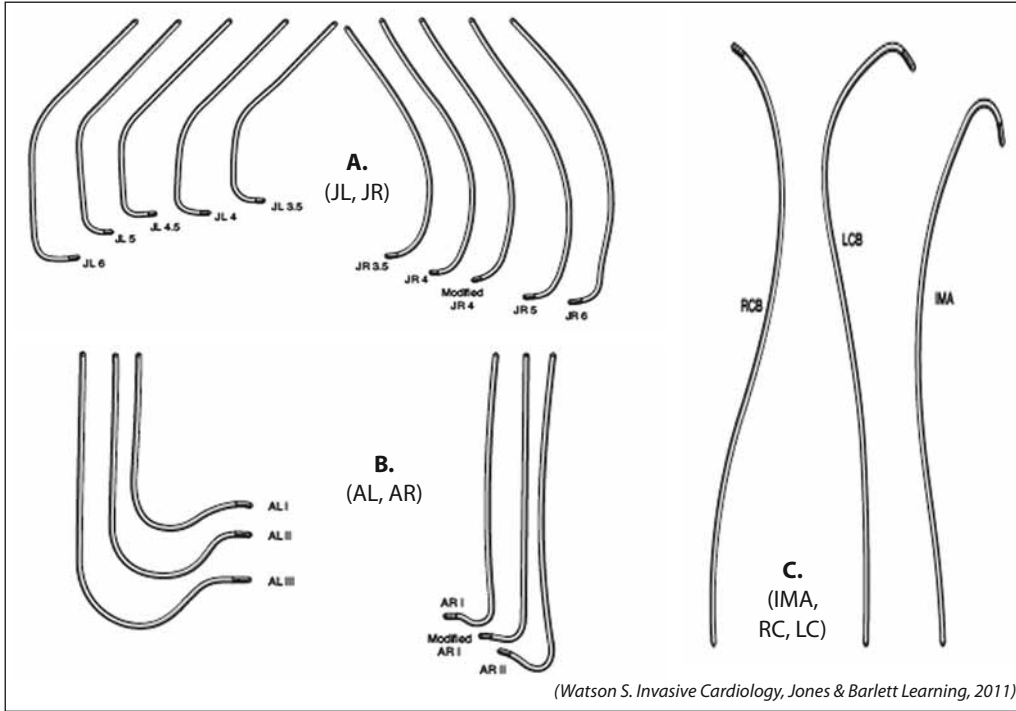
Sol kalp kateterizasyonunda femoral arter yolu ile yaklaşımda; femoral artere yerleştirilen hemostatik başlı arteriyel- kılıftan sistemik antikoagülasyon sağlandıktan sonra (iv. 5,000 U heparin ile) seçilmiş özel kateterin giriş arterinin lumenine direk olarak veya ön-



**ŞEKİL 65.** Koroner arterlerin çizilmiş anatomisi ve major koroner segment ve dalları. Sol ana, Sol ön inen, sol sirkümfleks ve sağ koroner arterler ve önemli dalları (CAAS registry).

Kısaltmalar: SN- sinüs düğümü, CB- konus dalı, AV- atriyoventriküler AC- ön oluk (anterior crux).  
Proksimal sol ana koroner arter ve LAD ve LCX arterlerinin proksimal segmentlerini gösterir.

cesinde aort kemerine kadar ilerletilip buraya yerleştirilen KT üzerinde sokulması ve inen aortaya SKK yapılacaksa SV'ye ulaşmasını kapsamaktadır. Kullanılan kateterler; başlangıçta SKK yapılacaksa sol ventrikülografi için önce Pigtail kateter ve takiben sol ve sağ koroner arterlere girmek için Judkins veya Amplatz şekilli delik olan ucuna doğru gittikçe incelen polietilen veya poliüretan sol ve sağ koroner kateterlerdir. Kateterlerin arteriyel diseksiyon riskini en aza indiren yumuşak ucu olabilir. Günümüzde 7F kateterlerin lumen çapı (F) koroner arterinkine yakın olduğundan boyanın hızla verilmesini ve kateterin rotasyonu döndürülmesi iyi kontrol edilmesi sağlar. Günümüzde daha küçük 5F, 6F büyüklüğünde tanı kateterleri bulunmaktadır, PKG'de kullanılan kılavuz kateterlerin ise aynı büyüklükteki tanı kateterine göre duvarı ince, lumeni ise daha geniştir.



**ŞEKİL 66.** Kateterler. **A.** Judkins sol ve sağ kateterlerin (JR, JL) dizisi. **B.** Amplatz sol ve sağ kateterlerin (AL, AR) dizisi. **C.** Bypass ve Internal Mammary kateterleri (IMA, RC, LC).

Kisalt: IMA-internalmammary; RC-sağ koroner; LC-Sol koroner, Bypass.

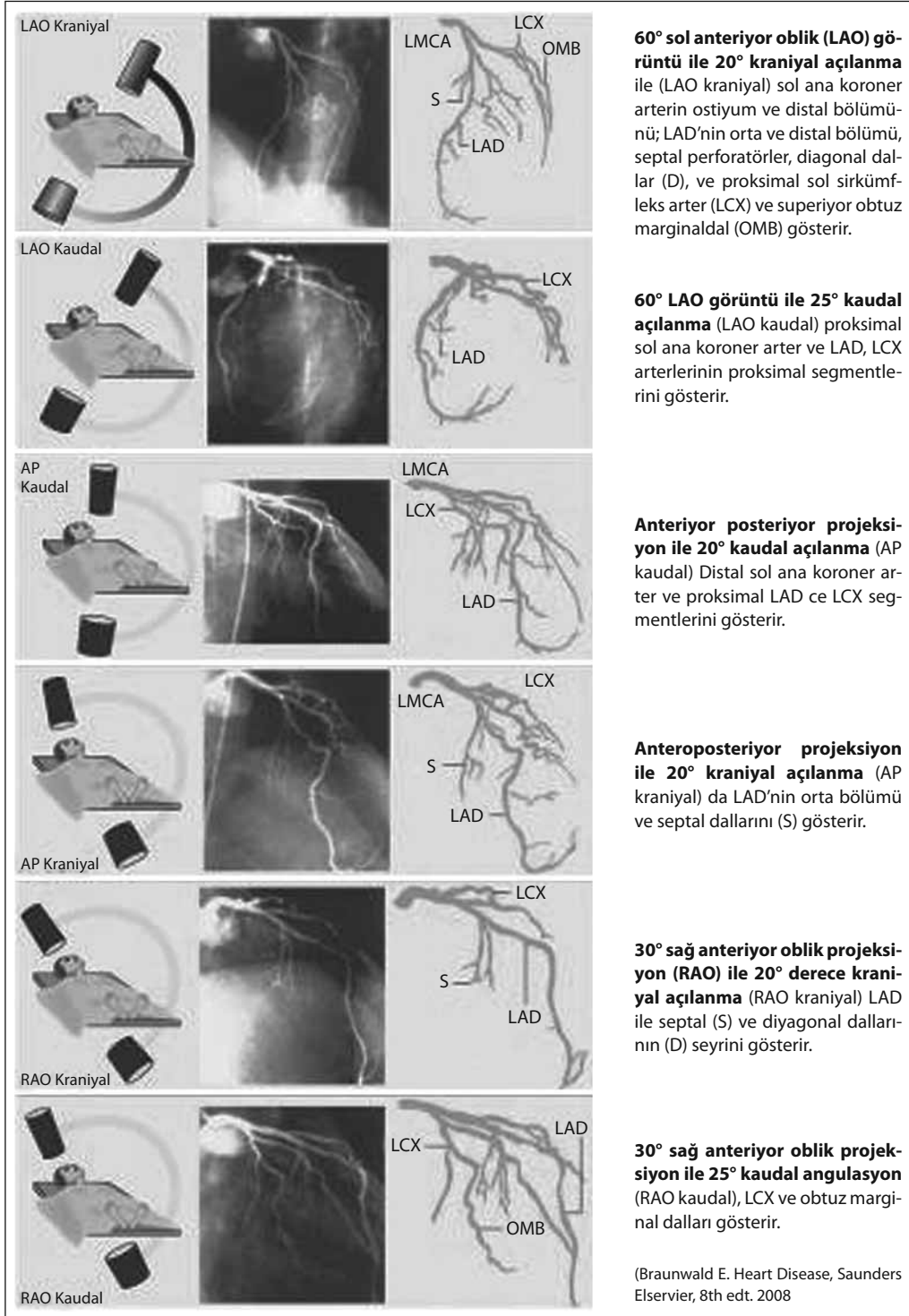
## İŞLEM

### Teknik İpuçları:

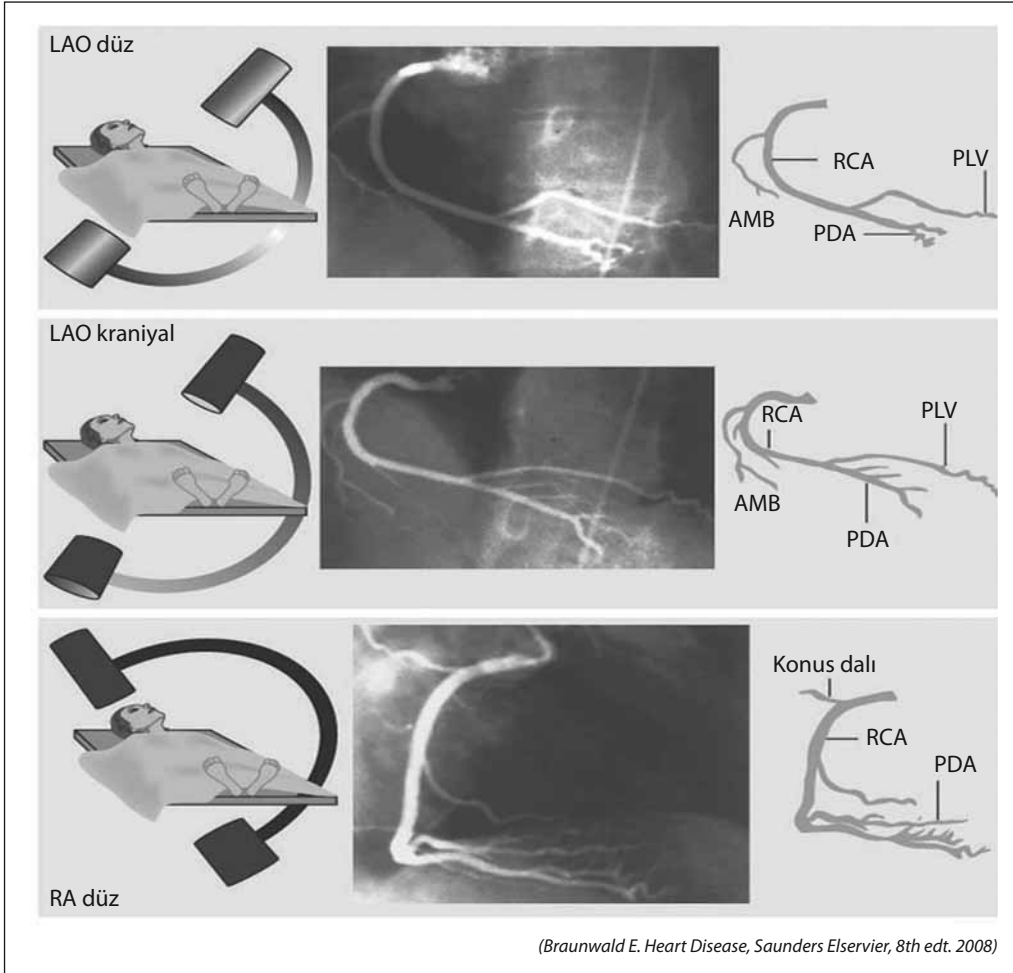
*"Femoral arterden koroner arterlere":*

**1. Koroner kateterin sokulması ve yıkanması:** Arzu edilen kateter tipi femoral kılıftan sokulduktan sonra Floroskopi altında KT'nin üzerinde sol ana bronş düzeyine kadar ilerletilir.

- Alternatif olarak; ucundan yaklaşık 5-10 cm öteye doğru çıkarılan KT üzerinde koroner anjiyografi kateteri birlikte tek parça halinde aort köküne veya inen aortaya kadar ilerletilebilir (veya önce KT inen aortaya yerleştirilir, sonrada kateter telin üzerinden ilerletilerek buraya getirilir); bu yöntemlerle kateter ucunun intima disseksiyonuna neden olabilen aort duvarındaki aterosklerotik plak ve çıkıntıların kırılma veya yerinden oynatılma riski azaltılabilir.
- Başlangıçta kateter lumeninin doğru yıkanmasının (*flushing*) üzerinde durulmalıdır. Aortada istenen yere kateter-tel kompleksi yerleştirilip KT çıkarıldıktan sonra; kateter özel olarak tasarlanmış (ucu katetere bağlanan basınç, kontrast-boya, heparinli-SF



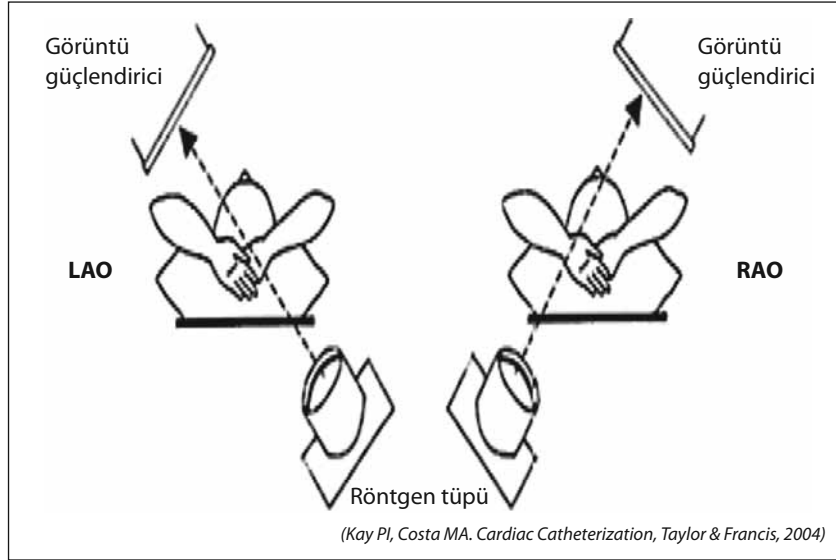
**ŞEKİL 67.** Sol koroner arterin anjiyografik görüntüleri. Röntgen ışını ve görüntü güçlendiricinin yaklaşık pozisyonları sık kullanılan anjiyografik görüntüler gösterilmiştir.



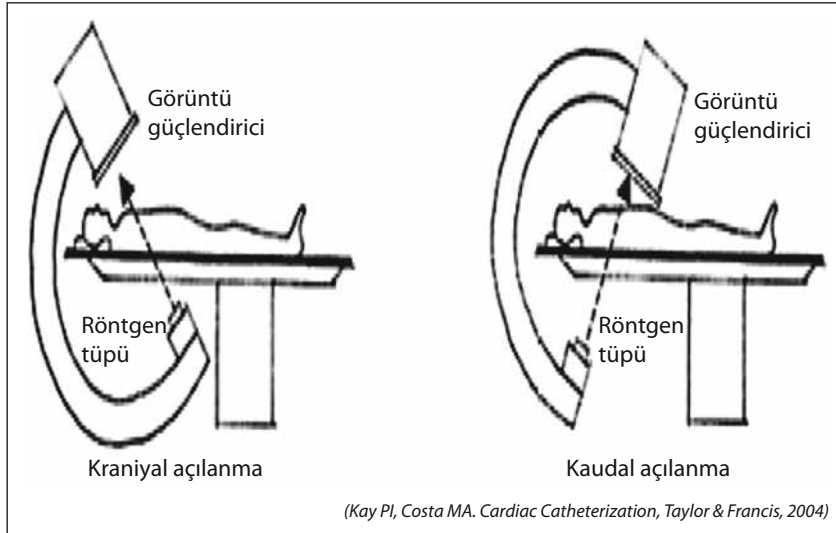
**ŞEKİL 68.** Sağ koroner arterin (RCA) görüntüleri. Sıklıkla kullanılan görüntülerin röntgen tüpü ve görüntü güçlendiricinin yaklaşık pozisyonu.

**60° Sol anterior oblik görüntü** (LAO düz) RCA'nın proksimal ve orta bölümlerini, marginal dalları (AMB) ve RCA'nın posterior sol lateral dalları ile (PLV) sonlanışını gösterir.

**60° LAO ile 25° kraniyal açılma** (LAO kraniyal), orta RCA ve posterior desendin arterin (PDA) kökenini ve seyrini gösterir. 30° sağ anterior oblik projeksiyon (RAO) RCA'nın orta bölümünü, konus dalını ve PDA seyrini gösterir.



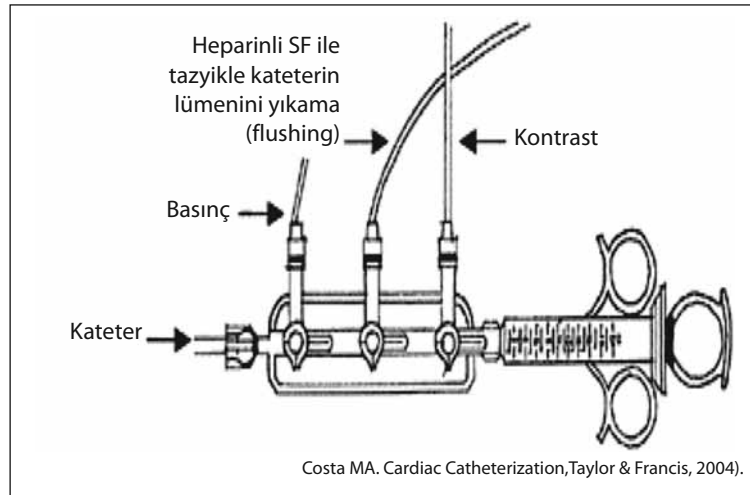
**ŞEKİL 69.** Sol ve sağ oblik pozisyonlar. Röntgen ışını masanın altından hastanın içinden geçip görüntü güçlendiriciye doğru gider.



**ŞEKİL 70.** Kraniyal ve kaudal açılanmalar. Görüntü güçlendirici başa doğru açıldığında, bu projeksiyona "kraniyal açılanma" denir. Ayaklara doğru açıldığında bu projeksiyona "kaudal açılanma" denir.

girişli üç-musluklu) Manifold sistemine bağlanır (Bakınız, Albüm). Bu sistem basınç ölçümü, kateterin lümeninin yıkanması ve kateterin yıkanması ve kontrast boya injeksiyonu sırasında sistemin (kateter- üç musluklu Manifold) kapalı kalmasını sağlar (Şekil 72). Manifolda bağlandıktan sonra hızla kateterin lumenindeki kalmış kan çekilip, atılır ve lumen acilen heparinli SF injekte edilerek iki defa yıkanır.

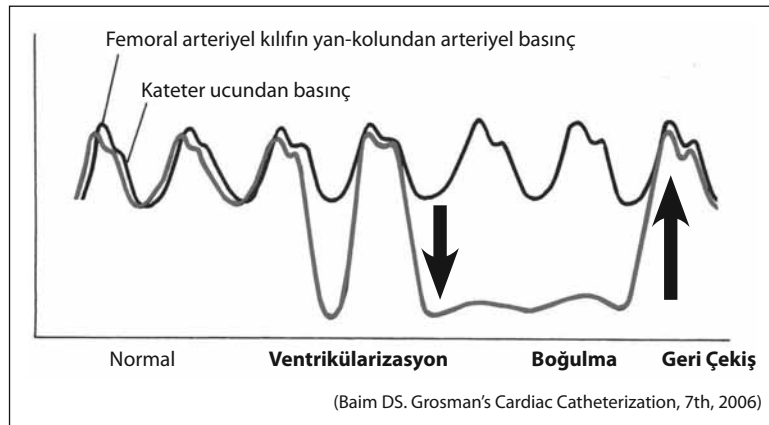
- Kateterin lumeninden kanın geri çekilmesinin zorlanması kateterin ucunun aort duvarına yaklaştığını (yanyana) ima eder; kan rahatca aspire edilene kadar kateter hafifçe geri çekilir veya döndürülür.
- Giriş kılıfının lumeni de giriş kılıfı içindeki kanın organize olmasını önlemek için her kateter sokuluşundan sonra ve her 5 dakikada bir yan-kolundan kılıf heparinli SF ile yıkanmalıdır.
- Kateterin lumeni heparinli SF ile yıkandıktan sonra kateterin ucundan alınan arteriyel basınç her zaman fizyolojik izlemeye alınmalıdır (kontrast boya injekte edilirken hariç). Kontrast boya verilmeden önce bazal kan basıncının kaydedilmesi önemlidir (bazal referans noktası).
- Sonra kateter lumeni floroskopi altında görülerek kontrast boya ile yavaşça doldurulur. Kateterin boya ile dolumu çıkan aortada yapıyorsa, kontrastın doluşu sonucunda aortun basınç dalgasının yüksek frekanslı bölümü (sistolik zirve) azalır, basınç dalgasının yeni şekillenmesi kaydedilmelidir. Koroner anjiyografide sonradan oluşan her basınç dalgası değişikliği (*damping*, ventrikülerizasyon) koroner ostiyal darlık veya kateterin koroner arterde uygunsuz yerleşmesi anlamına gelir. Bu durumda kateter aort kemeriine çekilerek istenen koroner artere selektif girişi sağlanır.



**ŞEKİL 72.** Manifold sisteminin bağlantıları: kontrast boya şişesine, kateter lümeninin yıkanması için heparinli SF şişesine ve basınç transdüserine giden yollar. Sistemin bağlantılarını kullanmayı sağlayan iki yönlü musluklar ve setin proksimaline takılmış pistonlu enjektör. Manifoldun ucu ara kablo ile kateterin proksimal deliğine bağlanır.

*Basınç dalgasının damping (boğulması) ve Ventrikülerizasyonu:* Kateterin ucunun koroner ostiyumuna angajmanı sırasında kateterin uç basıncının tümü ile düşmesi (damping) veya sadece diyastolik basıncın düşmesi (ventrikülerizasyon); koroner girişin engellendiğini veya kateter ucunun obstrüksiyonunu gösterir (Şekil 73). Kateterin ucu proksimal koroner darlığı geçmek için sokulmuş olabilir; bu durumlar ile karşılaşıldığında kateter acilen aort köküne doğru hemen geri çekilmelidir.

- Sonra da kateter az miktarda boya injekte edilerek daha selektif ve görerek ostiyuma yerleştirilebilir. Bu teknikle sine ile kayıt da alınarak kateterin ucunun serbestliğine karşı damarın okluzyonu açığa çıkarabilir (kateterin ucu sabit, hareketsiz).
- Kateterin ucu koroner ostiyuma yerleşmeden önce yapılan test injeksiyonunda aort köküne kontrast boyanın geri-kaçışının olmaması veya boyanın damarın 1/3 proksimalinde veya ortasında retansiyonu ostiyal darlığı işaret edebilir. Geri-kaçışın olmaması koronerin ostiyal girişinin kateterin ucu ile ciddi şekilde daralması veya tıkanmasındandır; sadece, az miktarda kontrast boyanın yavaşca injeksiyonunu takiben kateter acilen geri çekilmeli ve bu sırada öne doğru akımın yeniden başladığı sine ile kaydedilmelidir (sinedeki akım ile birkaç kesitte ostiyal darlık görülebilir).
- Ostiyal lezyonun değerlendirilmesinde bir diğer yaklaşım; sinüs Valsalva içerisine uygun projeksiyon açısında (damarın ostiyumunu açığa çıkaran distale ve sinüs valsalva ile üst üste gelmeyen) nonselektif kontrast boya injekte edilmesidir.



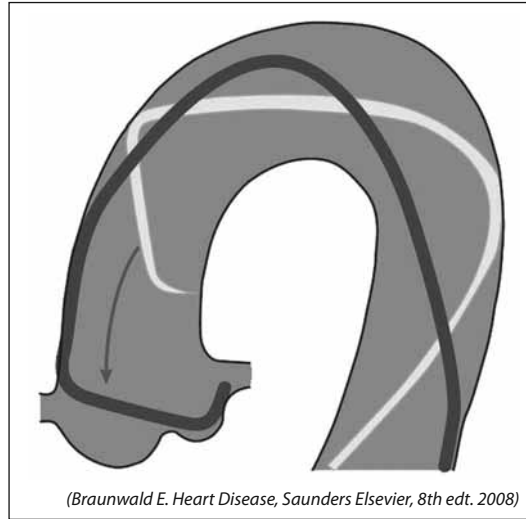
**ŞEKİL 73.** Koroner anjiyografi sırasında kaydedilen basınç dalgaları kaydın başında koroner arterdeki kateterin ucundan alınan basınç femoral arterdeki giriş-kılıfının yan kolundan alınan arteriyel basınca benzemekte, ostiyal darlık bulunması veya kateterin pozisyonunun uygunsuz olması (ucu damar duvarına dayanması) ile sistolik basınç korunurken diyastolik basınç düşer; kateter normal basınç dalgaları görülene kadar geri çekilmeli.



- Uç delikli tanı kateteri uç ve yan delikli anjiyoplasti kılavuz kateteri ile değiştirilebilir; kateterin lumeninden yan deliklere yönelen akım öne doğru kan akımını sağlar böylece boğulmanın üstesinde gelinebilir.
- Basınç dalgasının boğulmasına ve ventrikülerizasyona rağmen elle güçlü enjeksiyon engellenmelidir. Ventrikül fibrilasyonu veya proksimal arter disseksiyonuna sebep olabilir.

**2. Sol Koroner ostiyumuna girilmesi:** Judkins tekniği ile sol koroner ostiyumuna kolayca girilir. Bu teknikle koroner kateterizasyonu öğrenmenin bir özelliği yoktur: - “Doktor tarafından engellenmezse kateter nereye gideceğini bilir” (Judkins).

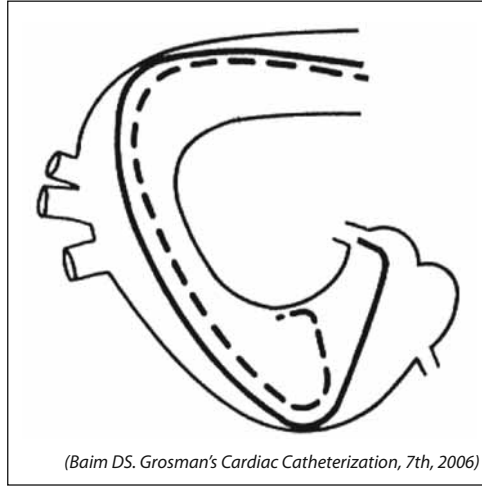
- Sol Judkins kateteri eğriliği 4 cm (JL4), aort köküne doğru aşağıya ilerletilirken yüzü sol koroner ostiyumla karşı karşıya kaldığından, olguların tamamına yakınında başka bir manevra gerekmeden sol koroner ostiyuma yerleşir (Şekil 74). Angajman asendan aortanın içinden geçen (uzun eksenine) yaklaşık 45 derece açı ile iletilen kateterin distal kolu ile yapılır. Kateterin ucu daha az veya fazla horizontal yönlenmiş, uçtan kaydedilen basınç dalgası da değişmemiştir.
- Genişlemiş aort kökünde; distal eğriliğinin boyu 4 cm sol Judkins kateter (JL4) sol ana koroner arterin (SAK) ostiyumuna kısa kaldığından başarılı angajman sağlayamaz. Aort kökünden geçerken ucu SAK’ın tavanına dikey olan kateterin distal kolu



**ŞEKİL 74.** Judkins kateteri ile sol koroner arterin “itip-çekme tekniği” ile kateterizasyonu. LAO görüntüde kateter ucundan 5 cm öne çıkmış ve aort yaprakcıklarının kaspları yukarısına yerleştirilen kılavuz tel üzerinde asendan aortaya konumlandırılır ve sonra kılavuz tel çıkarılıp, kateter ilerletilince kateter sol sinüs valsavaya girer.

horizontal durur veya JL4 aort köküne ilerletilirken paketlenmiş şekline tekrar kıvrılır (Şekil 75). Bu olgularda daha geniş eğriliği bulunan sol Judkins kateteri (JL5, JL6 gibi) seçilmelidir (JL5,6 gibi).

- Kısa ve dar aort kökü bulunan hastalarda; JL4 bile çok uzun olabilir. Kateter Aort köküne doğru aşağıya giderken; ucu SAK'ın ostiyumunun aşağısına yönelmiş kateterin distal kolu dikeye yakın durur. Bu pozisyonda sol ostiyuma hala girilebilir; uç açısını daraltmak için kateter sol Valsalva sinüsünün içine doğru itilir. 10 saniye bastırılır sonrada yavaşça geriye çekilir, bu sırada hastanın derin nefes alması sol ostiyuma girişi kolaylaştıran kalbin daha dikey duruma çekilmesine yardımcı olur. En başarılı yaklaşım ise kateterin JL3.5 daha kısa distal eğriliği bulunan kateter ile değiştirilmesidir.
- Nadiren sol koroner ostiyum beklenen düzlemin dışındadır (daha yukarda ve arkada). RAO projeksiyonda kateterin ucunun arkasındadır. Sol Judkins kateterinin “saatin aksi yönünde” sınırlı döndürülmesi kateterin ucunun arkaya doğru yönelmesini ve SAK ostiyumuna girmesini sağlayabilir (Bakınız, Albüm). Bununla birlikte bu manevra sonucunda kateter yeniden katlanabilir; düzleştirilmesi için KT'nin yeniden kateter lümenine sokulması gerekebilir; tel kateterin ucundan 5-10 cm öteye doğru



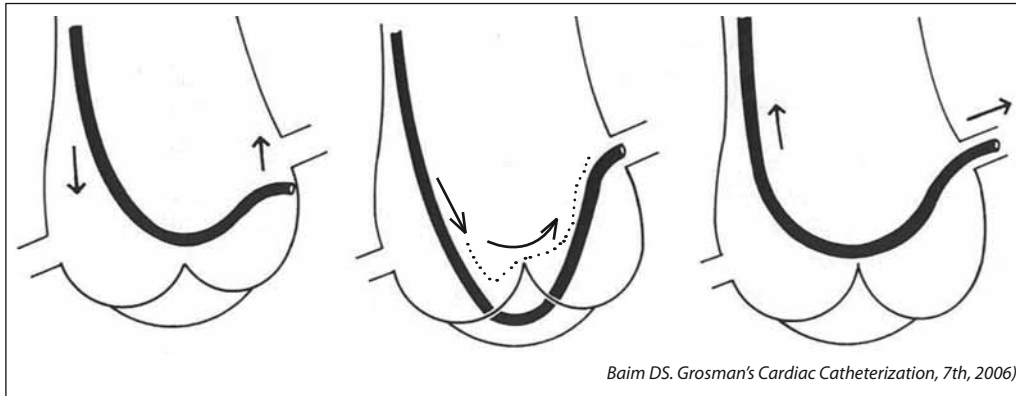
(Baim DS. Grosman's Cardiac Catheterization, 7th, 2006)

**ŞEKİL 75.** Sol koroner arterin sol Judkins ile kateterizasyonu. Geniş aort kökünde JL4 kateterin distal kolu (distal eğriliği) çok kısa olabilir; kateterin ucunun yukarıyı göstermesine sebep olur (noktalı gösterim) veya hatta kateter paketlenmiş (orjinal) şekline geri döner (noktalı çizilmiş kateter). Bu durumda daha uzun distal kollu kateter (JL5, JL6) gerekli veya distal kolun açısının açılması için ucu çıkan aorta kökünde aşağıda iken kateter lümenine kılavuz tel sokarak açılmaya çalışılabilir.

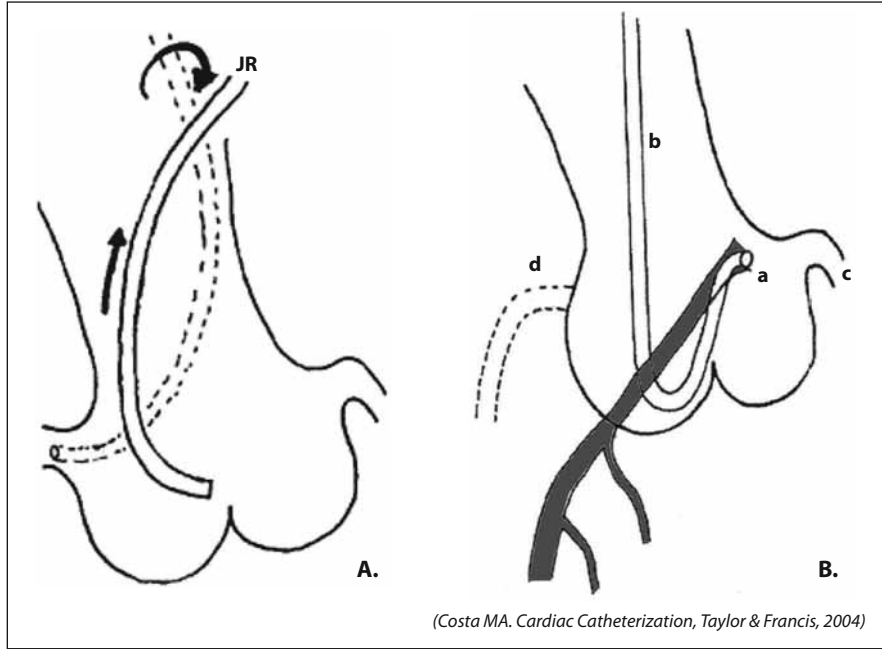
çıkınca tel-kateter kompleksi birlikte kateter (sol elle kılıf girişi ve kateter sabitleştirilerek, sağ elle tutularak) yavaşça geri çekilir, böylece aort kemerinde distal kolun açısı yeniden sağlanır. Bundan sonraki adım ise daha geniş eğriliği bulunan sol Judkins kateterinin (JL5, JL6) seçilmesidir. Alternatif olarak; sol Amplatz kateteri (AL) ile değiştirilebilir (Şekil 76). Bu kateterlerin döndürülme manevralarına karşı toleransı fazladır; dolayısı ile standart Judkins düzleminin dışında bulunan SAK ostiyumuna, ve subselektif angajman gereken kısa SAK ve LAD ile sol sirkümfleks arterlerinin ayrı ayrı ostiyumlar ile çıktığı koroner anomalilerde ostiyuma daha kolay girer. Sol Amplatz SAK ostiyumuna yönlendirilmiş olarak aort kemerinde yukardan aşağıya doğru ilerletilir (Şekil 76). Kateterin ucu koroner ostiyumun altında kalan sinus valsalvaya gelir. Daha fazla ilerletilince Amplatzin ucu ostiyuma girinceye kadar sinusun duvarına biner. Oysa, kateterin hafifce biraz daha ilerletilmesi kateterin ucunun paradoksik retraksiyona sebep olur. Bu noktada kateterin biraz geri çekilmesi SAK ostiyumuna derin yerleşmesine sebep olur.

**3) Sağ koroner ostiyumuna girilmesi:** Judkins tekniğinde sağ koroner artere giriş için kateterin sol koroner ostiyumuna girişten biraz daha fazla manipüle edilmesi gerekmektedir (Şekil 77).

- Sağ koroner kateterin lumeni inen aortada yıkanıp kontrast boya ile doldurulduktan sonra (interkostal arterlere kontrast injeksiyonunun önlenmesi için kateterin ucu öne doğru yönlendirilmeli “saat-yönünde veya tersi-yönünde” döndürerek); distal eğriliği 4 cm sağ Judkins (JR4), ucu içe bakacak şekilde aort kemerinin sağ tarafının (sol koroner ostiyumun bulunduğu) karşısına (sağ koroner ostiyumun bulundu-



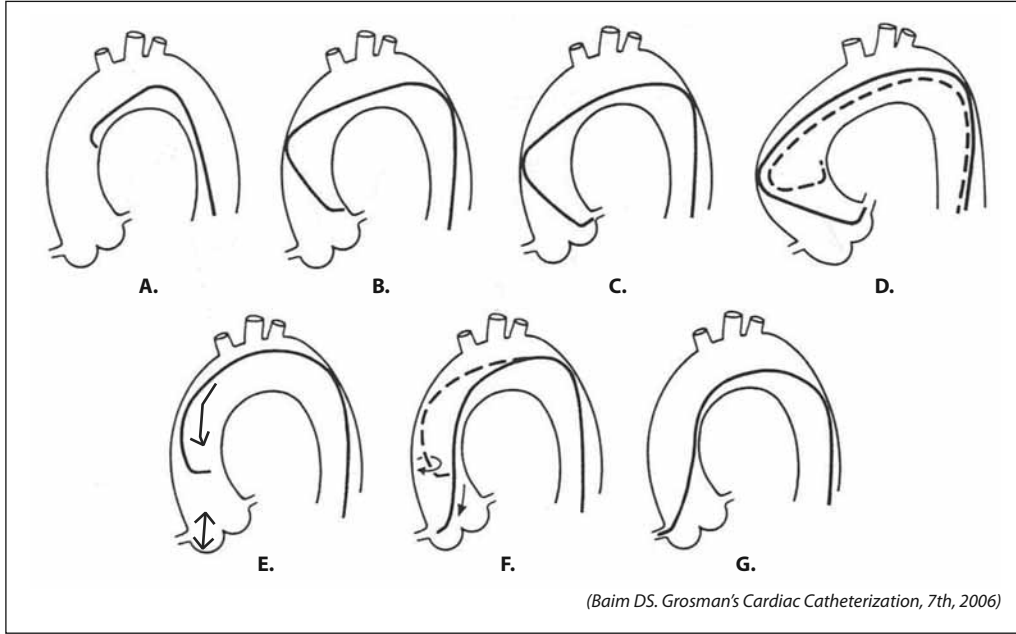
**ŞEKİL 76.** Amplatz kateteri ile sol koroner arterin kateterizasyonu. Ucu aşağıyı işaret eden ve konfigürasyonu “dalgalı ördeğe” benzeyen Amplatz kateteri assendan aorta içine ilerletilmeli. Kateter sol sinüs valsalva içine ilerletilince, ucu başlangıçta sol koroner ostiyumun altında kalır (solda). Daha fazla ilerletilmesi ucunun aort duvarına binmesine (distal eğriliğin sırtı koroner sinüse yaslanarak ucu yükselir) ve ostiyuma girmesine (renkli ok ve noktalı görünüm) sebep olur (ortada). Kateterin geri çekilmesi kateterin ucunun ostiyuma daha derin oturmasına sebep olur (sağda).



**ŞEKİL 77.** RCA'nın 50° LAO projeksiyonda olağan çıkışına göre (A); anormal çıkışı; daha fazla sola doğru ve daha yukarı doğru çıkışı. (B): **a.** sol koroner sinüsten çıkan sağ koroner arter; **b.** AL1 (Amplatz sol 1) anjiyografi kateteri; **c.** Sol koroner arter; **d.** Sağ koroner arterin olağan çıkış yeri. JR-sağ judkins.

ğu aort duvarı) gelenene kadar ilerletilir, ucu sol koroner ostiyuma yönlendirilmeli (Şekil 78).

- LAO pozisyonunda sol elle kılıfın başına girdiği yer sabitlenen kateter sağ elle tutularak floroskopi altında ucunu görerek gerer gibi yavaşça hafifce geri çekilirken yaklaşık 180 derece döndürerek ucunun sağ koroner ostiyumuna girmesi sağlanır. Sağ judkins kateter döndürülünce daha derine aort köküne düşebilir (sağ Judkins kateterinin üçüncü eğriliği aort kemerinin tepesi ile aynı hizaya gelmişse); bunun olmaması için kateterin ucu koroner ostiyumun 2-3 cm üzerinde iken döndürülmeye başlanmalı veya döndürülürken kateter yavaşça geri çekilmeli. Kateter fazla döndürülmemeli; kateter ucu sağ koroner arterin içine daha derine girebilir, kateter ostiyuma girdiğinde kateter acilen “saatin aksi yönünde” biraz döndürülür.
- Aort kökünün şekli ve koroner anatomisinin proksimali kateterin yerleşmesine güçlük oluşturuyorsa; daha küçük (3.5 cm) veya büyük (5,6 cm) distal eğriliği bulunan Judkins (JR3.5 veya JR5) veya sağ Amplatz kateterleri (AR1 veya AR2) gerekebilir.

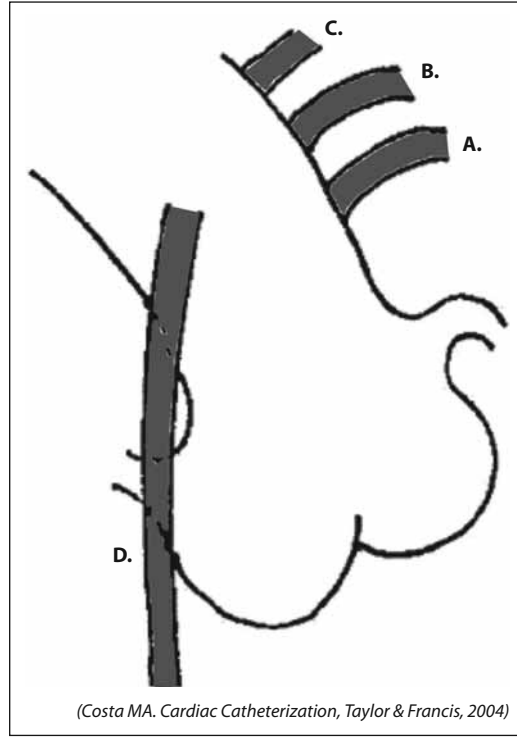


**ŞEKİL 78.** LAO projeksiyonda görüntülenen sol ve sağ koroner arterin Judkins tekniği ile kateterizasyonu. Aort kemeri normal büyüklükte olan hastada; JL4 (Sol Judkins 4) kateterin basitçe aort köküne doğru ilerletilmesi sol koroner ostiyumuna entübasyona neden olur-(A-C). Geniş aort kemerinde (D)-JL4'ün kolu (distal eğrilmiş bölümü) çok kısa olabilir ve kateterin paketlenmiş şekline geri dönmesine sebep olur (noktalanmış kateter), uygun olarak daha uzun kollu kateter gerekebilir (JL5,6 gibi).

Sağ koroner ostiyumunun kateterizasyonu; sağ Judkins ucu sola doğru yönelmiş olarak aort kemerinin çevresinde ilerletilir, LAO projeksiyonda görüldüğü gibi sol koroner ostiyum düzeyinin (noktalı çizgi) 2-3 cm üzerine ulaşana kadar-(E). Bu noktada "saat-yönünde rotasyon kateterin ucunun aort köküne düşmesine ve öne doğru yönelmesine sebep olur-(F). Biraz daha rotasyon kateterin ucunun sağ koroner arter ostiyumuna girmesine sebep olur-(G).

- Bazen sağ koroner ostiyumu sağ Valsalva sinüsün ortasından ziyade sol ve sağ aort kapak yaprakcıklarının komisurunda yüksekte ve önde bulunabilir (Şekil 77); sağ koroner artere giriş standart yaklaşım ile başırlamamışsa sağ Valsalva sinüsüne selektif olmayan injeksiyon yapılmalıdır; bu şekilde yüksek ve önden çıkan sağ koroner arter görülebilir; bu ostiyum lokalizasyonunda standart sağ kateter sol Amplatz ile değıştirilebilir (AL0.75, AL1 gibi).

Sağ koroner arterde boğulma (damping) ve ventrikülerizasyon sola göre daha sıktır. Sebepleri: (a) damarın daha küçük çapta olması (özellikle nondominant arterde), (b) kateterin ucunun etrafında spazm gelişmesi, (c) konus dalının selektif angajmanı, (d) gerçek ostiyal darlık. Sağ koroner angajmanın bu sorunları sağ Valsalva sinüsüne selektif olmayan kontrast injeksiyon ile aydınlatılabilir veya (ostiyuma yerleşen kateterin injeksiyondan sonra hemen geri çekilmesi koşulu ile) boğulmuş kateterden dikkatle kontrast injekte edilmesi gerekir. Bundan başka, yan-delikli 6 veya 7F anji-



**ŞEKİL 80.** Asendan aortadan çıkan greftlerin tarafı 40 derece RAO projeksiyonda gösterilir. **A**-Sol anterior desendan grefti, **B**-Diagonal dal grefti, **C**-Obtuz marginal grefti, **D**-Sağ koroner grefti.

yoplasti kılavuz kateteri kontrast boya injeksiyonları arasında uca yakın yan deliklerinden koroner perfüzyonun devam etmesini sağladığından, ostiyal veya proksimal sağ koroner arter hastalığında tercih edilebilir.

#### **Safen ven ve arteriyel greftlere girmek:**

Ven greft ve serbest arteriyel greftin proksimal anastomozu Aortun sağ ve sol anterior yüzeyine Valsalva sinüslerinin birkaç cm yukarısına yapılır (Şekil 80), cerrahlar proksimal grefte yerini gösteren radyopak işaret yerleştirebilir.

- Sol koroner artere greft genellikle aortanın sol anterior yüzeyinden çıkar. Sirkümfleks sistem için greft LAD ve diyagonal dallarına gidenlerden aortadan biraz daha yüksekten çıkar.

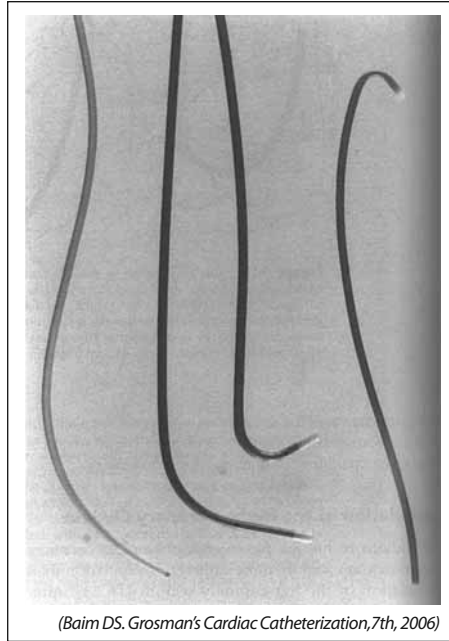
Sağ koroner artere greft (veya dominant sirkümfleksin distal bölümüne), sıklıkla Aortanın sağ anterior yüzeyinde, doğal sağ koroner arter ostiyumunun yukarısından ve biraz arka planından çıkar.

Anteriyor greftlere (sol) girmek için sıklıkla sağ Judkins (JR4) veya Amplatz (AL1) koroner kateterleri kullanılmaktadır. Daha yukarıya doğru yükselen greftlerde ise özel sol koroner bypass, internal mammary veya hokey sopası (*hockey stick*) kateterleri gerekebilir (Şekil 79).

Aşağı inen (nokta gibi) sağ koroner greftler için greftin proksimali ile daha iyi hizaya giren opaklığı daha net, primer eğriliği olmayan yumuşak kateterlerin (Multipurpose, JR3. 5 kısa- uç, Vexler kateteri) kullanılması önerilir. Vexler kateteri aortanın sol arkasından çıkan greftlerde de kullanılabilir.

- Greftin yerini belirten işaret bulunmuyorsa, kateterin ucu uygun aort duvarına karşı yönlendirilmeli ve ucu greftin ostiyumunu yakalayana kadar yavaşça ilerletilip, sonrada geri çekilir. Çıktığı yeri, gövdesini ve distal anastomozlarını göstermek için grefte birçok projeksiyonda kontrast boya injekte edilir, bu işlem tüm greft yerleri tanımlanana kadar tekrarlanmalıdır.

® *Greft güdüğü net olarak gösterilene kadar tıkanmış gibi “gitmiş” yazılmamalı. Miyokard bölgesini besleyen greftin tıkanmış varsayıldığında, bu bölge halen kasılıyor ve buraya yönelmiş kollateral dolaşımda bulunmuyorsa greft atlanmış olabilir. Atlanan greftin yakalanması için aortagram yapılabilir.*



(Baim DS. Grosman's Cardiac Catheterization, 7th, 2006)

**ŞEKİL 79.** Bypass greftlerinin anjiyografisinde kullanılan kateterler. Sağ Judkins kateter ve Amplatz kateterleri anteriyor aortadan önden çıkan birçok ven greftinde kullanılmaktadır. (**soldan-sağa**)- Vexler, Multipurpose, Hockey sopası şeklinde ve internal mammary greft kateterleri.

**İnternal Mammary artere (İMA) giriş:** Bu greftin proksimal ucu subklavyan arterine bağlıdır. Arter sternal bağlantılarından serbestleştirip hedef koroner artere (sıklıkla sol anterior descending, LAD) anastomoz edilir.

İnternal *mammary* artere (İMA) girebilmek için sol subklavya ve (sağ) trunkus brakiyosefalikus ve sağ subklavyan arter iyi bilinmelidir (Şekil 81). İMA'nın subklavyanın daha proksimal vertikal bölümünden veya tiyroservikal trunkus ana damar gibi çıkan anatomik varyantlarını anlamak önemlidir.

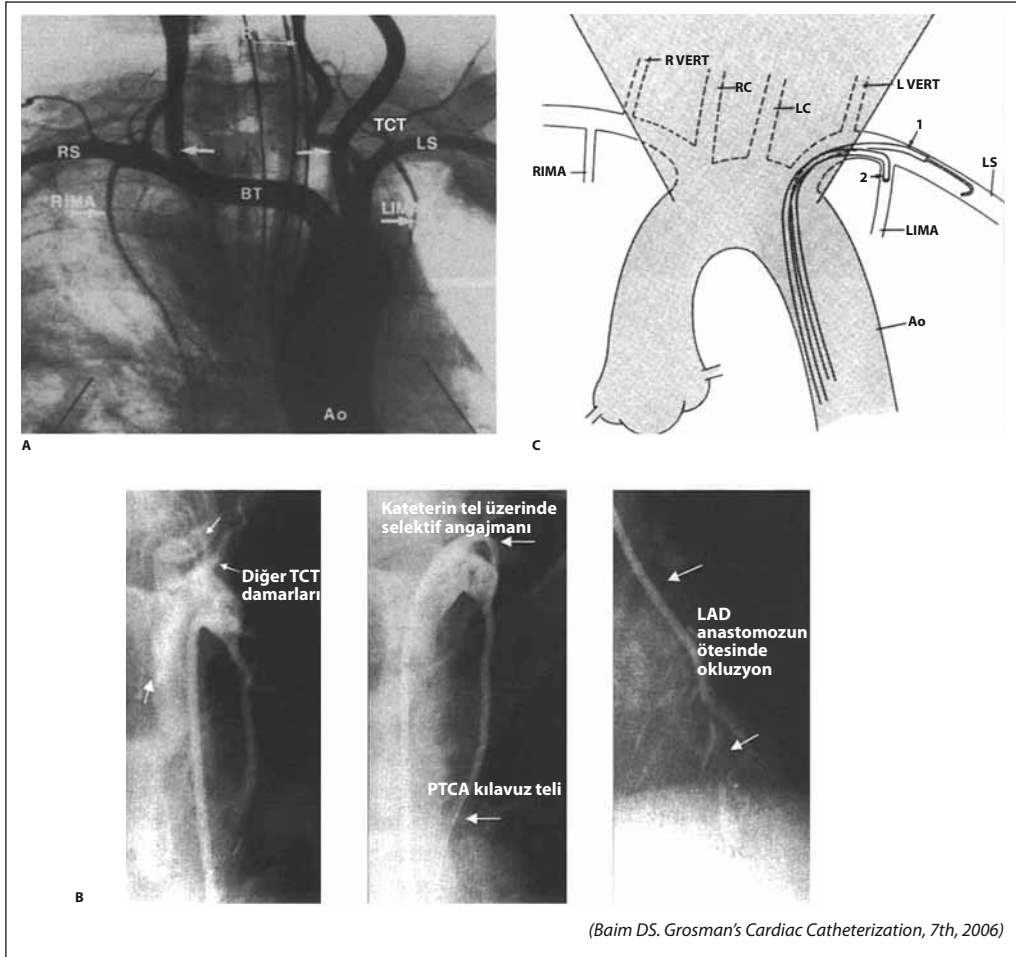
İMA'nın incelenmesi ipsilateral brakiyal yaklaşımla kolaydır, fakat çoğunlukla yumuşak uçlu İMA kateteri kullanılarak femoral yol tercih edilir (Sayfa 138, Şekil 66).

- (1) LAO projeksiyonda, kateter aortada akciğer alanlarına karşı üst mediastinimün gölgesi ile oluşan kamaya benzer yoğunluğun sol kenarının içine girene kadar ilerletilir. (2) J uçlu uzun kılavuz tel kateterin ucundan 1-2 cm dışarı çıkarılır (kateter aortadan ilerletilirken KT'nin ucu 5-7 cm önünde olmalı); İMA kateteri subklavyan artere girene kadar "saatin aksi yönünde" döndürülür; (3) subklavyana girilince KT aksillar arterin içine ilerletilir; sonra da İMA kateteri KT üzerinde subklavya arterinin ortasına kadar ilerletilir, (4) daha sonra KT çıkarılır ve kateterin lumeni heparinli SF ile yıkandıktan sonra kontrast boya ile doldurulur, kontrast maddenin santral sinir sistemine vertebral arter ile kaçışı ile oluşan toksisiteyi önlemek için hiperozmolar iyonik kontrast yerine ozmolaritesi düşük kontrast madde kullanılmalı. (5) Floroskopinin projeksiyon açısı Düz Ön-Arka pozisyona geçirilir. İMA kateteri, İMA'ya girene kadar, yavaşça geri çekilirken hafifçe "saatin aksi yönünde" döndürülür, ucu hafifçe öne göstermeli. Bu çekiş sırasında intermitan az miktarda kontrast "püflenmesi" İMA çıkışının belirlenmesine yardımcı olabilir. Rölatif olarak daha narin damar olan İMA'nın travmatize ve disseke edilmesini önlemek için dikkat edilmelidir. Tortuöz veya anatomik değişimlerde İMA'ya selektif giriş güç olabilir; superselektif veya non-selektif teknikler uygulanabilir.
- Subklavya arterine selektif injeksiyon İMA açıklığını değerlendirmede yeterli olabilir, ancak natif damarın distali detaylı görüntülenemez. Tansiyon aleti manşetinin aynı tarafının kolunda şişirilmesi; selektif girişin güç olduğu olgularda aksiler arterden akımı azaltarak İMA'da opaklaşmayı artırır.
- İMA'ya selektif olarak giriş sağlanamadığında; İMA kateterine (kateter lumeninin dışardaki proksimal girişine) Y konektörü bağlanır ve 0.014 inç yumuşak uçlu anjiyoplasti kılavuz teli destek sağlaması için konektör- kateterin lumeninden İMA'nın içine ilerletilir.

Subklavyaya girmeden önce sağ karotise girilmenin engellenmesi gerektiğinden Sağ İMA'nın angajmanı daha zor olabilir: LAO projeksiyon açısında üst mediastinal kama tanımlanır, KT'nin J ucu önünden dışarı çıkmış İMA kateteri bu gölgenin sağ kenarına getirilir ve trunkus brakiyosefalikusa düşene kadar "saatin aksi yönünde" döndürülür.

- KT sağ subklavya arterine doğru ilerletilir, tel sürekli sağ karotis arterine giriyorsa çıkarılması gerekebilir ve subklavyan dalının çıkışını belirlemek için trunkus brakiyosefalikusa nonselektif kontrast injekte edilmelidir. RAO projeksiyonda sağ karotis ve sağ subklavya çıkışının görüntü çözünürlüğü en iyidir. KT Subklavya arterinin dışına sabit yerleşince, İMA kateteri yukarıda tarif edildiği gibi (KT'nin dışarıdaki ucu sağ elle gergin tutularak, floroskopide AP projeksiyonda, trunkusa girince kateter RAO projeksiyonda) üzerinden ilerletilir. Sağ İMA'ya giriş için subklavyan artere tel üzerinde sokulan kateter; içinden KT çıkarılıp lumeni yıkanıp kontrast ile doldurulduktan sonra; yavaşça geri çekilirken kateterin ucu öne gösterecek şekilde "saat yönünde" hafifçe döndürülür.





(Baim DS. Grosman's Cardiac Catheterization, 7th, 2006)

**ŞEKİL 81. Internal mammary anjiyografisi.** (A) Aort kemerine kontrast boya enjeksiyonu (çıkan aortaya otomatik pompa ile) LİMA'nın (Left internal mammary) thyrocervikal gövdenin (TCT- thyrocervical trunk) tam karşısından ve sol vertebral arterin distalinde (VERT) sol subklavyandan (LS) çıkışını göstermekte. RİMA (Right Internal Mammmary) Brakiosefalik gövdeden (BT- brachiocephalic trunk) çıkan sağ karotisin bifürkasyonunun tam distalinden sağ subklavyandan (RS) çıkar. (B) İlgili aort kemeri dallarının çıkışlarının şematik diyagramı.

LAO projeksiyonda sol subklavyan, üst mediastinal yapıların kama şeklindeki gölgesinin en sol kenarından çıkmakta. Bu pozisyonda kateterin manipüle edilmesi kılavuz kateterin LS içerisine ilerletilmesine yardımcı olur (1. Adım). Kateterin geri çekilmesi sırasında LİMA'nın kanülasyonunu kolaylaştırmak için kateter "saatin tersi yönünde" döndürülür (2. Adım). (C) Internal mammary çıkışından varyant; TCT'den birlikte çıkması kötü opaklaşmaya sebep olur. 6F tanı kateterinden selektif olarak tanı kateterinin internal mammary içine aşağıya doğru ilerletmede kullanmak için anjiyoplasti kılavuz teli internal mammary içine yerleştirilir.

## KORONER ANJİYOGRAFINİN “PÜF NOKTALARI”:

### I. İnjektasyon Tekniği:

Koroner anjiyografide elle kontrast boya injeksiyonu standart tekniktir. Kalitesi yüksek anjiyogram alabilmek için; aort köküne az miktarda ve devamlı geri kaçarken, damardaki kanın da geçici olarak yerine geçebilecek miktarda ve hızda kontrast boyanın selektif injekte edilmesi gerekir. İnjektasyonun çekinerek yapılması (kontrast injeksiyon basıncı ve verilme hızı sabit ve süregelen olmayan) ile bu sırada koroner artere opak olmayan kanın girmesine izin verilebilir, sonuçta kontrast boya dilüe olacağından veya akıp gideceğinden koroner lezyonların yorumlanması güçleşebilir, özellikle koroner ostiyum ve proksimal koroner arter ve dalları iyi görüntülenemez. Buna karşılık, kuvvetli injeksiyon kateterinin ucunda ostiyal ve proksimal disseksiyona veya aşırı miyokardiyal parlaklığa (*blushing*) sebep olabilir; çok uzun injeksiyon ise miyokardiyal depresyona ve bradikardinin artmasına katkı sağlayabilir.

- Elle kontrast injeksiyonunda; injekte edilen kontrast boyanın hızı ve süresi incelenen damarın doluşuna dikkat edilerek ayarlanmalıdır (-bu sırada damar ve dallarının kontrast ile başından-sonuna kadar tam dolduğu gözleninceye kadar, şırınga elin işaret ve orta parmağı arasına sıkıştırılıp, başparmağı ile de lastik topu sıkarak bastırılarak, damarın dolduğu da hissedilerek sabit hız ve güçle yavaşça injekte edilir).

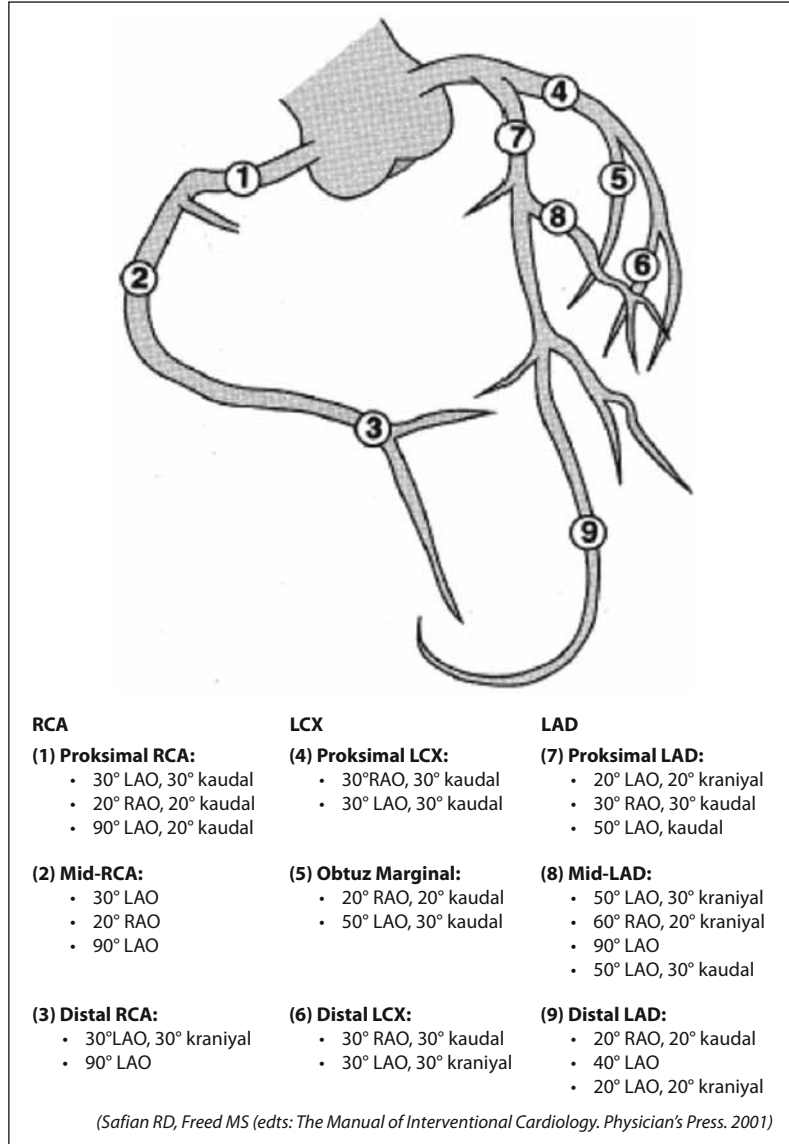
İnjektasyonun hızı, kontrast boyanın koroner ostiyumun içindeki kan akımının tamamen yerine geçinceye kadar ilk saniyelerde yavaşça gittikçe artırılmalı. Ölçülmüş yeterli koroner injeksiyon hızı ve volumu; sol koroner için 2.1 ml/san, toplam 7 mL. Sağ koroner için 1.7 ml/san’de toplam 4.8 mL.

Koroner arter okluzyonu ve ciddi darlıklarda daha düşük hız ve volumda kontrast injeksiyonu gerekir. Sol ventrikül hipertrofisi bulunan hastalarda (aort darlığı, hipertrofik kardiyomiyopati) daha fazla miktar ve hızda kontrast boya injeksiyonu gerekebilir.

- İnjektasyon damar bütünü ile opaklaşana kadar sürdürülmelidir. İnjektasyon Manifoldun musluk vanası basınç izlemesine çevrilerek birdenbire sonlandırılmalı. Koroner injeksiyon ile başlanan sine-film kaydına damarın distalinin ve geç dolan dallarının doluşu tamamlanana kadar devam edilmeli. İnjektasyon sırasında ciddi bradikardi ve hipotansiyon izlenebilir.
- Her koroner injeksiyon kontrast boya ile tam olarak dolu (hava kabarcıkları olmayan) şırınga ile yapılmalı. Elle tutulan şırınganın pistonu hafifçe yükseltilir, böylece şırıngadaki hava kabarcıkları pistonu doğru yuvarlanıp toplanır. Şırıngada trombus oluşumuna eğilimi artıran (özellikle noniyonik kontrast ile), kan ve boyanın karışması engellenmelidir.

### II. Anjiyografik görüntüler:

Koroner anjiyografi gerek tanısal amaçlı ilk anjiyografi veya gerekse PKG öncesi ve sonrası tedavi indikasyonları ve sonuçlarını değerlendiren anjiyografi olsun, anjiyogram lezyonu ve koroner arter gidişini değerlendirmek için ortogonal planda alınmalıdır; buna göre her koroner arter ve segmentlerinin projeksiyon açıları değişebilir. Sık kullanılan projeksiyonlar (Şekil 82’de) sunulmuştur.



**ŞEKİL 82.** Koroner arter segmentleri ve sık kullanılan anjiyografik projeksiyonlar.

Kesin anjiyografik teşhis ve koroner segmentlerin hepsinin de görüntülendiğinden net olarak emin olmak için, yanındakini olduğundan daha kısalmış göstermeyen (projeksiyona dik olmayan) veya görüntüleri üst üste binmeyen birçok görüş alanında koroner injeksiyon yapılması gerekir.

Her görüntünün angulasyonu (açılanma) iki kelime ile adlandırılmalı; birinci kelime rotasyonu belirtir; sağ anteriör oblik (RAO) gibi, görüntü güçlendiricinin hastanın sağ ön göğüs duvarına yerleştirildiğini gösterir. Sol anteriör oblik (LAO); görüntü güçlendirici sol ön göğüs duvarına yerleştirilmiştir (Sayfa 141, Şekil 69). İkinci kelime eğriliği belirtir; hastanın başına (*cranial*) veya ayağına (*caudal*) doğru angulasyon. Bununla birlikte eğriliğin özelleşmiş tam adlandırması; tanımlanan kelimelerden ilki x-ray ışını; (röntgen ışını) kaynağını sonraki görüntüleme cihazının (görüntü güçlendirici) yerini gösterir; örneğin kaudo-kraniyal röntgen ışının hastanın ayaklarına doğru görüntü güçlendiricinin ise hastanın başına doğru yerleştirildiğini belirtir. Pratikte ise, görüntü cihazının yerine göre basitleştirilmiştir. SağAO kaudokraniyal sağAO kraniyal olarak yerleşmiştir.

**1. Sağ anteriör oblik projeksiyonlar:** Genellikle sol koroner için düz 30° RAO projeksiyon genellikle kullanılmaz, çünkü bu projeksiyon açısında sol sistemin iki arteri LAD ve LCX üst üste biner ve yanındakini kısalmış gösterir.

- Sol ana koroner arter (SAK) bifürkasyonunu, LAD proksimalini ve proksimal LCX'i çok iyi gösteren RAO kaudal projeksiyon (0°-10° RAO ve 15°-20° kaudal) seçilen ilk görüntü olabilir (Şekil 67, sayfa 139).
- İkinci görüntü olarak, dar RAO kraniyal projeksiyon (0°-10° RAO ve 25°-40° kraniyal); mid ve distal LAD ile septal ve diyagonal dalların çıkışının net görüntülenmesinde üstünlük sağlar. Dar RAO görüntüde distal RCA (Şekil 68, sayfa 140) veya distal LCX arteri (PDA ve PL dalları yığılmadığından ve görüntüsü kısalmadığından) daha etkili muayene edilir.

**2. Sol anteriör oblik projeksiyonlar:** Geleneksel LAO projeksiyonun değeri LAD'nin üst üste binmesi ve yanındakini kısalmış göstermesi ile sınırlıdır. Buna karşılık sağ koronerin proksimali ve orta bölümlerinin incelenmesinde çok faydalıdır (sayfa 140, Şekil 68).

- LAO-kraniyal (15°-30° kraniyal açı ile) bakış açısında SAK ve proksimal LAD uzatılır (intermediyer veya birinci-diyagonal proksimal LCX'den aşağıya doğru kapalı olduğundan). Bu pozisyonun radyografik çözünürlüğü güçse; SolAO açı 30°-40°'ye azaltılmalı, bu şekilde LAD sağ hemidiyafram ve vertebral sütun arasındaki parlak (radyolusent) bölgeye düşer. Süreğen maksimal inspirasyon diyaframı aşağıya çektiğinden, bu sırada yapılan anjiyografide röntgen ışının çözünürlüğü artar.
- LAO- kaudal (60° LAO ve 10°-20° kaudal) kısalmış projeksiyon açısında; LAD SAK'dan aşağıya doğru çıkar, örümcek görünümündedir; SAK, proksimal LAD ve proksimal LCX'in daha iyi görüntüsünü sağlar. Özellikle horizontal kalp pozisyonunda, SAK'ın çıkışı proksimal LAD'nin altında veya içinde kalanlarda bu projeksiyon açısı standart LAO pozisyonudur. Film çekimi sırasında maksimal ekspirasyon ile horizontal kalp pozisyonu artırılarak aşağıdan daha iyi görünmesi sağlanır sıklıkla bu görünüm düzeltilebilir (Şekil 67, sayfa 139).

**3. Posteroanterior ve sol lateral Projeksiyonlar:** Düz posteroanterior (PA, 0°-0°) ve sol lateral projeksiyonlar az kullanılmaktadır, çünkü SAK'ın eğriliği daha soldan neredeyse uzunluğunca öne doğrudur (Sayfa 141, Şekil 70).

- (a) PA projeksiyon SAK ostiyumunun en iyi görüntüsünü sağlar (Sayfa 139, Şekil 67).
- (b) Dar RAO- kaudal görünüm distal SAK'a daha iyi bakmayı sağlar.
- (c) Sol lateral projeksiyon özellikle hafif 0°-15° kraniyal açılma ile birlikte proksimal LCX, proksimal ve distal LAD'nin muayenesi için faydalıdır. Bu projeksiyon ayrıca sol İMA'dan - mid-distal LAD anastomozuna daha iyi bakmayı sağlar, sağ koroner arterin orta bölümünün mükemmel görüntüsünü verir. Sağ koroner arterin bu bölümü düz RAO projeksiyonda görüntülendiğinde, arterin aşırı hareketliliğinden bağımsız görülür. Sol lateral projeksiyon hastaların çoğunda (hastanın her iki eli başının arkasında olduğunda) daha kolay radyografik penetrasyon sağlar.

Kateterizasyon laboratuvarlarında kullanılan ve her hastaya göre değişen doğru açının az miktarda kontrast püfletip test edilerek ayarlanabilen en iyi görüntü serileri; sol koroner arterden başlayarak geleneksel standart görüntü ve projeksiyonlar:

1. RAO-kaudal; SAK, proksimal LAD ve proksimal LCX'i görüntüler.
2. RAO-kraniyal; septal ve diyagonal dallar üst üste binmeden mid ve distal LAD'nin görüntülerini sağlar.
3. LAO-kraniyal; ortogonal projeksiyonunda mid ve distal LAD'yi görüntüler.
4. LAO-kaudal; SAK ve proksimal LCX'i görüntüler.

Destek görüntüler: PA, lateral-kraniyal, lateral-kaudal. Bu projeksiyonlar şüpheli her bölgenin açıklanmasına katkı sağlar. Sağ koroner artere kateter yerleştirildikten sonra aşağıdaki 3 görüntü alınmalı:

1. LAO; proksimal RCA'nın görüntülenmesi için,
2. RAO-kraniyal; PDA ve posterolateral dalların görüntülenmesi,
3. Lateral; orta-RCA'nın görüntülenmesi.

### III. Koroner Lezyonun Ciddiyetinin (Darlığın Derecesi) Ölçülmesi:

Doğru ölçülmek için koroner darlık profilden görülmelidir. Damarın geçişi ile yanındakini kısa gösterme veya karartma ile ilgili yapay şaşırtmalar bertaraf edilmeli; lezyonun belirgin eksantrik lumeni (dairelerden ziyade eliptik) bulunabileceğinden görüntünün birden fazla görüş (bakış) açısından alınması önemlidir. Büyük eksene çarpaz bakıldığında; lumen genişliği normale yakın görülebilir, ancak bir başka eksende kontrast sütunun incelmesine sebep olan göze çarpan parlaklık ciddi darlık varlığının işareti olabilir.

- Eksantrik lezyonların sebep olduğu parlaklığı, hiçbir hakiki anormallik bulunmayan bu yerde tortuözite veya damarların üst üste binmesi ile oluşan bitişik daha yoğun kontrast bölgeden ayırt etmek için (gerçek darlığa göre görülen darlık; \*algılanan - "Mach etkisi") şüphelenilen her lezyon değişik diğer projeksiyonlarda incelenmeli ve değerlendirilmelidir.

Koroner anjiyografinin koroner dolaşımın farklı noktalarında darlığın derecesini ölçebilirliği temel olarak “*lumenogram*” ile sağlanan bilgi ile sınırlıdır; her darlık hastalıklı olmadığı zannedilen bitişik referans segment ile mukayese edilerek değerlendirilebilir, ancak ultrason ve patoloji çalışmaları bunun böyle olmadığını göstermiştir; anjiyografide düzgün görülen segmentlerde de büyük plaklar saptanmıştır.

Koroner arter hastalığının varlığını ve ciddiyetini değerlendirirken operatörün (bilgi ve deneyimi ile) major koroner arterlerin normal çapını “hissedebilmesi” önemlidir:

- SAK için  $4.5 \pm 0.5$  mm; LAD için:  $3.7 \pm 0.4$  mm; ve nondominat, /dominat LCX için:  $3.4 \pm 0.5$  mm/  $4.2 \pm 0.6$  mm; dominant, /nondominant RCA için:  $3.9 \pm 0.6$  mm/ $2.8 \pm 0.5$  mm) (*Grosmann 7<sup>th</sup> edt, 2006*).
- Hastalıklı olduğu düşünülen segmentin çapı (referans; başvuru) tanı kateterinin çapı (6F = 2 mm) ile mukayese edilmeli. Operatör normal çapın altına düşen damarı (diffüz olarak hastalanmış) tanıyıp teşhis edebilmelidir.

Hastalıklı (normal kabul edilen) referans segmenti bulmanın zorluğu dışında bir diğer önemli sorun da koroner anjiyogramın yorumlanması ve her darlığın ciddiyetine karar verilmesidir. Lumen çapının %50 (kesitsel alanın %75) azalması hemodinamik olarak anlamlıdır; koroner damar yatağına giden kan akımı normalin 1/3-4’üne azalır. %70 darlık ise (kesitsel alanı %90) kan akımının dinlenim düzeyinin üzerine çıkmasını (artışını) engeller. Lumen çapını %90 daraltan darlıkta, antegrad kan akımı nadiren azalmaz. Objektif iskemi kanıtları bulunmayan anjiyografik olarak sınırda lezyonlar (%40-60 darlık), ultrason ve hemodinamik olarak FFR ile değerlendirilmelidir.

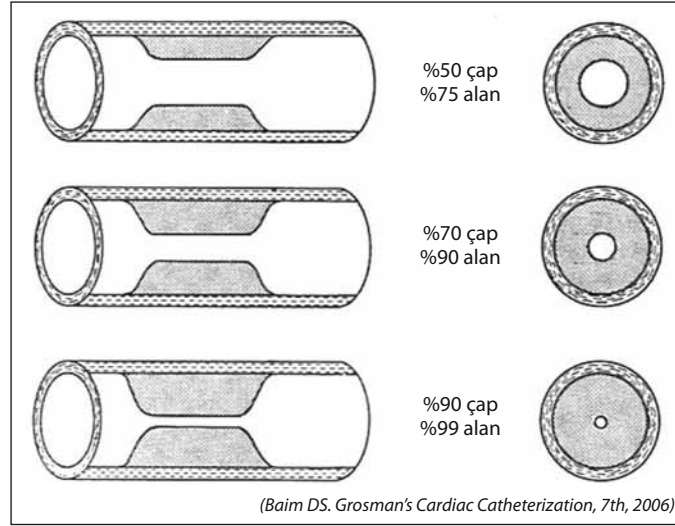
Pratik olarak; lezyon darlığının derecesi koroner anjiyogramda görülerek hesaplanabilir. Operatör oluşmuş %50, 70, 90 darlık çapı hissini geliştirmelidir (Şekil 83). Koroner darlığın derecesinin görsel olarak (bakarak) hesaplanması “açıksözlü” görülebilir, bu yöntemin tartışılabilir önemli dezavantajı tekrarlayan hesaplanmalarda operatörler arası bulunan anlamlı değişkenliklerdir (kabul edilebilir standart sapma:  $\leq 18\%$ ). Ayrıca, operatörün darlığı kantitatif koroner anjiyografide (QCA) ölçülenden kabaca %20 daha fazla hesaplamasına sebep olan “*lezyon enflasyonu*” da dikkate alınmalıdır; “%50 olarak ölçülen darlığa tipik olarak %70, %70 ölçülene ise %90” denilebilir (*Grosmann 7<sup>th</sup> edt, 2006*).

- **Yüzde (%) darlık:** İskemiden sorumlu hedef damardaki lezyonun darlığının görsel olarak tayin edilmesinde kullanılan **Formül:**

$$100 \times [1 - (\text{darlık çapı/referans çap})]$$

- % darlık formülü ile darlığın daha doğru hesaplanması sağlanabilir. Bu teknik ayrıca darlık çapındaki sapmayı %6-8’e kadar azaltır (*Grosmann 7<sup>th</sup> edt, 2006*).

Kompüter kullanılarak kenarın dijital olarak otomatik bulunması ile lumen  $< 5\%$  standart sapma ile daha doğru ölçülebilmektedir. Günümüzde doğru darlık ölçümü ile (Quantitative Coronary Angiography-QCA yardımı veya dijital hesaplanmış çap ile) gözünü



**ŞEKİL 83.** Koroner stenoz; Longitudinal ve enine kesitte 50, 70 ve %90 çap azalması gösterilmekte. Enine kesit alanına uyan azalma. Enine kesit alanına uyan azalma parantez içinde gösterilmiştir.

eğiten kardiyologlar darlık çapını görsel olarak gerçeğe daha yakın hesaplayabilmektedir. Koroner anjiyografinin görsel değerlendirilmesinde hastanın klinik durumu (prognoz) ve uygulanacak tedavi girişimi hakkında karar verebilmek için lezyonun morfolojisi de tanımlanmalıdır; lezyonun eksantrikliği ulserasyon ve trombus içeriği anstabil klinik gidiş ile ilişkili olabilir; kalsifikasyon, eksantrik lezyon veya trombus, hedef damarın çapı ve sorumlu lezyonun uzunluğu girişimsel tedavi seçimini etkileyebilir. Bu özellikler yüksek kalitede sine-anjiyografi ile tanımlanabilir, ancak bu yöntem intravasküler anjiyoskopi ve ultrason kadar duyarlı değildir.

Anjiyografi koroner lezyonun fizyolojik anlamını öngöremeyebilir, akımın direk akım veya distal basınç ölçülmesi gerekebilir. Koroner lumeni > %50 daraltmayan lezyon daha sonra gelişen miyokardiyal iskemik olaylardan dolayı *dokunulmaz* kabul edilmemelidir; çünkü daha az ciddi darlık yapan lezyonların lipidten zengin çekirdek muhtevası, ince kapsül ve artmış inflamasyon hücreleri ile sıklıkla plak rüptürüne predispozisyon oluşturabilir. Buna rağmen kontrastlı koroner anjiyografi iskemik kalp hastalığının teşhisinde ve tedavi stratejisinin seçiminde standart yöntemdir.

#### **Koroner anjiyografinin kısıtlamaları:**

Diffüz koroner arter hastalığında tek başına görsel anjiyografi ile lezyonun ciddiyetini ölçmek bazen güç olabilir. Anjiyografi lumenin sadece dış-hatlarını gösterdiğinden dolayı anjiyografi girişimine *Luminogram* da denmektedir. Ayrıca Anjiyogram Ateromanın ciddiyeti ve varlığını (damar duvarı morfolojisini) çok-kesitli CT- anjiyografiye göre daha az hesap-

layabilir ve gösterebilir, bunun sebebi bazı aterosklerotik lezyonlarda anjiyografide saptanmayan arter duvarının dışa-doğru ‘*negatif*’ remodelingidir (“*Glasgow fenomeni*”).

- Anjiyografi sadece, çapı >200 micm olan arterleri görüntüleyebilmektedir. Tek başına anjiyografi ile koroner arter lumenindeki %40-%70 darlık yapan lezyonların fizyolojik önemi belirlenemez. Bu nedenle önemli fakat ciddiyeti belirsiz lezyonların anlamının değerlendirilmesi için İntravasküler ultrason ve Doppler basınç teli (“*pressure wire*”) FFR ölçümü anjiyografik değerlendirmeye eklenebilir.

İntravasküler Ultrason; anjiyografide İki-boyutlu lüminogramdan ziyade damar lümenin 360 derece ultrasonografik görüntüsünü sağlar.

- *İntravasküler Ultrasonun tanısal amaçlı kullanıldığı durumlar:* görüntüsü anjiyografik olarak belirlenemeyen lezyonlarda; sol ana koroner arter hastalığının değerlendirilmesi, hassas plakların tanımlanması ve de PKG’de balon anjiyoplasti ve aterektomi yerinin tayin edilmesi, cihazın buraya yerleştirilmesine ve stent implantasyonuna yardımcı olur.

## KORONER ANJİYOGRAFI İŞLEMİ

### Pratik Algoritm:

Koroner anjiyografi SKK’nin tamamlayıcısı olarak veya akut veya kronik miyokardiyal iskemide koroner arter hastalığının ciddiyetini tayin edip PKG’ye karar vermek için primer olarak yapılabilir.

- Her iki durumda işleme başlamak için arteriyel girişin hazırlanması ve arteriyel kılıfın (yukarıda belirtildiği gibi) artere yerleştirilmesi gerekir.
- Hasta başlangıçta önce sol kalp kateterizasyonuna gitmişse, SKK işlemi tamamlandıktan (basınç kayıtları ve ventrikülografi ve aortografi dahil) sonra *Pigtail* kateter içine uzun KT sokularak, tel aorta lumeninde bırakılarak arteriyel giriş kılıfından geri çekilip çıkarılır.
- Şayet hasta direk olarak koroner anjiyografiye gidiyorsa arteriyel girişe kılıf yerleştirildikten sonra, önce elastik J uçlu uzun KT arteriyel girişi sağlayan kılıfın içinden geçirilerek floroskopi altında çıkan aortaya kadar ilerletilir.
- Bundan sonra, telin dışarıdaki proksimal ucu koroner kateterin içine sokularak kateter KT’nin üzerinde kaydırılarak kılıfın içinden geçirilerek floroskopi altında telin ucu kateterin ucundan 5 cm önde sırası ile abdominal, torakal ve çıkan aortaya doğru ilerletilir. Çıkan aortada aort kemerini geçerek aort kapak yaprakcıklarının ve koroner sinüslerin üzerine ulaşılır.
- Bu noktada KT koroner kateterin içinden çıkarılarak kateterin dışarıdaki ucu (basınç transdüseri- kontrast boya- heparinli SF’ye bağlı) üç musluklu (iki yönlü) Manifolda bağlanır; böylece koroner kateter koronere girmeden önce aorta basıncı ve koroner ostiyuma girdikten sonra koroner kan basıncı alınabilir ve kateterin koroner arterde derine yerleşmesi önlenir.
- Basınç eğrisinde ventrikül dalga şekilleri izlenmeli. “*Ventrikülerizasyon*” veya basınç dalgalarının kaybolması; *dampen*” koroner ostiyuma uygun olmayan kateter yerleşimini



işaret eder, bu durumlarda kontrast boya verilmemeli ve kateter koroner arterden çıkarılmalı ve uygun yerleşim için koronere tekrar girilmeye çalışılmalı; koroner kateterin koroner arter içine uygun yerleşimi sağlandıktan sonra; kontrast boya elle (az miktarda kısa enjeksiyon ile) verilerek koroner lumen ve kateterin yerleşimi kontrol edilir (gerekliğinde öncesinde NTG gibi intrakoroner ilaç uygulanabilir).

- Koroner içi basınç normalse koroner arterin içine elle çeşitli projeksiyon açılarında kontrast boya enjekte edilerek koroner arteriyografi kaydedilir.
- Sonra, kateter koroner arterden çıkan aortaya geri çekilir ve içine uzun KT yerleştirilerek tel aortada bırakılarak kateter kılıftan geri çekilerek vucuttan çıkarılır. Sonra da KT'nin dışarıdaki proksimal ucu SF ile (ıslatılmış küçük steril sargı bezi ile) silindikten sonra diğer koroner arter için özel kateterin (sol yerine sağ Judkins kater gibi) içine sokularak, önceki işlem gibi koroner kateter KT üzerinde kılıfın içinden geçirilerek aortaya sokularak, önceki koroner arterde uygulanan işleme benzer şekilde diğer koroner arterin, koroner anjiyografisi yapılır. İkinci koroner arterin işlemi tamamlandıktan sonra koroner kateter kılıftan vücudun dışına çıkarılır.

#### **Teknik ipuçları:**

Tanısal amaçlı koroner anjiyografide çoğunlukla önceden şekillendirilmiş (hazır, paketlenmiş) Judkins kateterleri kullanılmaktadır (Judkins sol 4 ve Judkins sağ 4; sırası ile JL4, JR4 diye bilinmektedir).

1. Arteriyel (Femoral, radyal veya aksillar) giriş için (yukarıda anlatıldığı gibi) kılıf yerleştirildikten sonra; ilk önce (başlangıçta) kılıfın içinden geçilerek sırası ile femoral arter ve abdominal aortaya gönderilen J-uçlu uzun kılavuz tel ile aort kemeri geçilerek aort kapak yaprakcıklarının üzerine ulaşılır (telin kıvrık ucunun kapakların her açılışında ritmik olarak sallandığı görülür);
2. Sonra da sivri uçlu koroner kateter (sağ veya sol) kılavuz telin üstünden kaydırılarak gönderilir ve inen aortaya koroner sinüslerin üzerine kadar getirilir, böylece sivri uçlu koroner kateterin özellikle tortuöz ve dejeneratif aortaya takılıp intra vasküler lezyonlara ve diseksiyona neden olması önlenir (Bakınız, Albüm). Bu pozisyona getirilen koroner kateterin içinden uzun KT çıkarılır ve dışarıdaki ucu üçlü iki-yönlü musluğa (Manifold) bağlanır; bağlanmadan önce kateterin içinden dışarıya doğru pulsatil arteriyel kanın geriye rahatca akışı görülür (kateterin içerdeki ucu aort duvarına takılmış veya lumeni trombus ile tıkanmışsa geriye kan akımı olmaz), sonra kateterin distal ucu aortada iken iki-yönlü üçlü musluk (manifold sistemi) yardımı ile ucu çıkan aortada duran kateterin içi heparinli SF ile henüz koroner artere girmeden önce temizlenir ve musluk basınç transdüserine verilir aort basıncı alınır (Bakınız, Albüm).
3. Sonra da, manifold (iki-yönlü üçlü musluğun) kateterin bağlı olmadığı ucuna bağlı injektöre kontrast boya çekilir ve kateterin lumeni boya ile doldurulur (böylece kateterin skopide görünümü daha netleşir) ve manifold tekrar basınca geçilir;
4. Koroner aortadaki ucundan alınan aort basıncı normalse kateter tekniğine uygun maniple edilerek yavaşça koroner ağızlarına doğru itilerek ve çekilerek kolayca koroner arter ostiyumuna girilir (sayfa 147, Şekil 77, Şekil 84). Bu sırada basınç devamlı izlenmelidir.

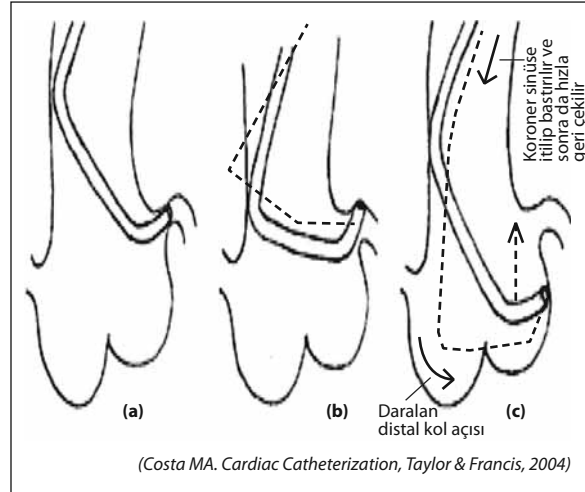
- Koroner artere girişte basıncın düşmesi koroner ostiyal darlığı gösterir; bu durumda kateter hemen geri çekilmelidir ve basınç tekrar yükselince sinüsten koroner arterin çıktığı yaprakcık 'kasplarına' yukarıdan (sol koroner arter için sol yaprakcık, sağ koroner arter için sağ yaprakcık) elle kontrast injeksiyonu yapılarak (*kasp injeksiyonu*) buradan çıkan koroner ostiyum ve koroner arterler non-selektif olarak görüntülenebilir, ostiyal darlık kontrol edilebilir.
- 5. Koroner arterin ostiyumuna uygun şekilde yerleştirilen kateterden alınan basınç normale; koroner arterin içine kontrast boya verilerek koroner kan akımı kontrol edilir; akım normale (boya koroner arterin distaline gidiyor ve sonra da temizleniyorsa), çeşitli projeksiyon açılarındaki koroner anjiyografi yapılır; **(a) sol koroner için:** AP, LAO–kraniyal ve –oblik, RAO. **(b) Sağ koroner için:** AP–kraniyal, RAO ve LAO gibi.
- 6. Sağ ve sol Koroner anjiyografi tamamlandıktan sonra,
- 7. Sol kalp kateterizasyonu ve sol ventrikülografi için koroner kateter dışarı çıkarılır ve uzun elastik J-uçlu kulavuz tel yardımı ile pigtail kateter SV'ye sokulur (bakınız yukarıda SKK). Bazı durumlarda SKK, operatörün tercihinine göre sol ventrikülografi tanısal anjiyografi öncesinde yapılmaktadır (özellikle akut koroner sendromlarda PKG'ye giden hastalarda, SV fonksiyonunun ön değerlendirmesi için).

**Kateterin İlerletilmesi ve Manifold Sisteminin (iki-yönlü üç musluklu, çoklu dağıtım borusu) Kullanımı (Bakınız, Albüm):**

- J-uçlu 0.035inç kılavuz tel SF ile ısıtılmış küçük, steril sargı bezi ile silinip temizlenmiş koroner kateterin içine sokulur (düz ve sert olan proksimal ucu, kateterin ucundaki distal deliğinden içine sokulur ve proksimal ucundan çıkarılır),
- Sonra da üzerinde kateter bulunan kılavuz tel J ucu önde olarak arteriyel giriş yerindeki kılıfın içinden femoral artere geçirilir ve floroskopi altında aort kemerine aort kapakların üzerine ulaşınca kadar ilerletilir. Kateter bu pozisyona getirilince, kılavuz tel çıkartılır.
- Kateterin içinde pıhtı ve hava olmadığından emin olmak için, distal ucu çıkan aorta lumeninde bulunan kateterden geriye doğru injektöre direk olarak 5 mL kadar kan çekilir. Daha sonra kateter direk olarak iki-yönlü Manifold sistemine (kapalı sistemden basınç izlenebilmesi, SF ile yıkanabilmesi ve kontrast injeksiyonu yapılabilmesini sağlamak için) dikkatlice bağlanır (Şekil 72, sayfa 142).
- ® **Kontrast injeksiyonu:** Her seferinde sisteme (çoğunlukla) bağlantı yerlerinden kaçak girebilen havanın injekte edilmediğinden emin olunmalıdır.
- İnjektör kontrast ile doldurulmalı ve sonra injektör pistonu yukarıya doğru kaldırılarak hava kabarcıklarının injektörün üstüne yükselmesi sağlanmalı (Bakınız, Albüm).
- Daha sonra, kontrast kesintisiz olarak injekte dilmeli, koroner arteri tam olarak doldurmalıdır.

Her kontrast injeksiyonundan önce basıncın alınıp normal olmasına dikkat edilmelidir. Basıncın düşmesi ostiyal lezyonları işaret eder.

Basıncın düşmesi durumunda aşağıdakiler süratle düşünülmelidir; kateterin koroner ağzına fazla derin yerleşmesi (intubasyon) veya selektif dal intubasyonunu düşündürmelidir.



**ŞEKİL 84. Judkins tekniğinde sol koroner arterin kateterizasyonunda karşılaşılan zorluklar:** (a) Judkins kateteri (JL4) ni asendan aortadan sol koroner sinüse doğru aşağıya ilerleterek seçilen kateter aorta büyüklüğü ile uyumlu ise sol koroner artere doğrudan sokmak. (b) Kateterin distal kolu kısa ise kateterin ucu sol koroner ostiyumunun tavanına veya koroner ostiyumun hemen üzerine aort duvarına karşı saplanarak yerleşebilir (nokta ile çizilmiş kateterin olması gerektiği pozisyon), basınç boşulması ile teşhis edilir; kontrast injeksiyonu sub intimal disseksiyon riskini artırır, kateter normal basınç dalgaları görülene kadar hemen geri çekilmeli (daha büyük JL5,6 denenebilir). (c) Şekli koroner artere girmek için çok büyük kateter seçilmişse (JL5 gibi) kateter aort köküne doğru ilerletilince kateterin ucu sol koroner arterin ostiyumun altına sol koroner sinüsün duvarına karşı yerleşir; bu durumda kateterin ucu koroner sinüs içine itilerek ve duvarına hafifçe bastırılarak bir süre böyle tutularak (noktalı çizilmiş kateter) kateterin distal kolunun açısı daralır, sonra da kateter aniden geri çekilerek açısı daralmış (JL4'e benzemiş) distal kolun koroner ostiyumuna girişi sağlanabilir (veya direk daha küçük JL4 kullanılır).

### Sol Kalp Kateterizasyonu ile Birlikte Koroner Anjiyografi Yapma İndikasyonları:

Birçok koroner anjiyografi indikasyonunda, özellikle akut koroner sendrom hastalarındaki gibi birçok hastalıkta ve durumda işlem öncesinde koroner anjiyografi ile birlikte SKK'de yapılmaktadır. Ekokardiyografik gelişmelerden sonra günümüzde SKK'nin rolü koroner anjiyografiye eşlik ederek bir tek KAH'ın varlığının araştırılması ile sınırlandırılmıştır.

Bununla birlikte, ekokardiyografinin temin edilemediği veya yetersiz kaldığı durumlarda ve aşağıdaki indikasyonlarda SKK koroner anjiyografinin tamamlayıcısıdır (akut koroner sendromlar gibi). Buna karşılık erişkinde görülen bazı yapısal kalp hastalıklarında da SKK koroner arter hastalığının ekarte edilmesinde koroner anjiyografinin önemli bir parçasıdır (hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopati, ASD ve akut aort disseksiyonu gibi).

- Kısacası bugünkü görüşe göre, SKK her zaman koroner anjiyografiyi de içerir, bunun tersi de doğrudur; yani koroner anjiyografi SKK'yi de kapsar.

1. **AMİ:** Özellikle akut STEMİ'de (semptom başlangıcının ilk 6-12 saatinde gelenlerde), primer PKG'ye gidenlerde işleme elverişli lezyonun varlığını saptamak için rutin olarak kullanılmaktadır.
  - Kardiyojenik şok veya cerrahi tamire gitmesi muhtemel mekanik komplikasyonlar gibi diğer hemodinamik instabilite durumlarında; sağ ve sol kalp kateterizasyonu birlikte yapılmalıdır.
  - NSTEMİ AKS hastalarında, invazif strateji indikasyonları hastanın risk özelliklerine (30 günde ölüm, reMİ, tekrarlayan iskemi gibi) bağlıdır.
  - NSTEMİ AKS'lerin 35 günlük erken prognozu belirleyen başlıca risk faktörleri: Gelişte yükselmiş kardiyak troponinler, yeni oluşan (semptomatik/asemptomatik) ST-segment ve T dalga değişiklikleri, SV disfonksiyonu (SVEF <%50), hemodinamik instabilite, süregelen ventrikül taşikardisi, maksimal medikal tedaviye rağmen tekrarlayan iskemi, geçmişte 6 ay içinde ACBG ve PKG hikayesi bulunan hastalar.
  - Akut STEMİ'de Fibrinolitik tedaviden (FLT) sonra EKG değişikliklerinde düzelme olmaması ile (FLT verildikten 90-120 dakika sonra ST elevasyonunda >%50-70 gerileme) kurtarıcı- PKG'ye giden hastalarda koroner anjiyografi ile SKK indikedir.
2. **Anstabil angina:** Erken PKG için Medikal tedavi ile kontrol edilemeyen refrakter angina da erken, ve gelişte hemodinamik (kalp yetersizliği, hipotansiyon) ve elektriki instabilitesi (VT) bulunan hastalarda acil PKG için önce SKK ve koroner anjiyografi yapılır.
3. **Kronik stabil angina:** Anginası iyi kontrol edilemeyen veya son zamanlarda progresyon gösterenlerde (dilaltı nitrat ihtiyacı artan, daha düşük düzeyli egzersizle angina gelişimi, sıklığının artması gibi) veya antianginal ilaçlara intoleransı olan hastalarda revaskülarizasyon indikasyonu için koroner anjiyografi ile SKK indikedir.
4. **Anormal stres testi:** Düşük iş yükünde stres testi ( $\leq 6.5$  MET) pozitif bulunan veya yüksek riskli olarak sınıflandırılan hastalarda:
  - (i) Özellikle birden fazla derivasyonda ve 6 dakika süren, 2 mm ST depresyonu; (ii) >2 mm ST elevasyonu ile birlikte egzersizle kan basıncının >10 mmHg düşmesi, veya (iii) egzersizle ventrikül taşikardisi (VT) gelişmesi. Yüksek risk ile birlikte görüntüleme modellerinde birçok bölgede iskemi bulunması kesin koroner anjiyografi ile SKK indikasyonudur.
5. **Ventriküler aritmi:** Metabolik sebebe bağlı olmayan polimorfik VT; organik kalp hastalığını araştırmak için SKK indikasyonudur.
6. **SV disfonksiyonu:** Ekokardiyografi ile SVEF <%40 bulunan özellikle asemptomatik hastalar ve sebebi bilinmeyen SV disfonksiyonunda; KAH'ı ekarte etmek için koroner anjiyografi ile SKK yapılmalıdır.
7. **Kalp kapak hastalığı:** SV çıkış yolu obstrüksiyonunu (HOK, aort darlığı) değerlendirmek için SKK yapılabilir. Mitral regüjitasyonunun belirlenmesinde de SKK yardımcıdır.

- Kapak hastalıkları ve erişkin konjenital kalp hastaları gibi özellikle açık kalp ameliyatına gideceklerde 40 yaşın üzerinde olanlarda (kadınlarda >50 yaş), ve koroner arter hastalığının risk faktörleri bulunan gençlerde klinik olarak sessiz KAH'ı ekarte etmek için kalp cerrahisinden önce SKK yapılmalıdır.
- 8. Preoperatif:** Asendan aort anevrizması ve disseksiyonunun ameliyatından önce koroner anjiyografi ile SKK yapılmalı. ASD, VSD gibi erişkinde konjenital kalp anomalilerinde hasta semptomatikse birliktaki koroner anomali veya aterosklerotik hastalığı dışlamak için SKK yapılabilir.
- ® *Erişkin konjenital kalp hastalarında ameliyata karar vermeden geri dönüşsüz arterioller akciğer hastalığı ve pulmoner hipertansiyonu ekarte etmek için sağ kalp kateterizasyonu da yapılmalıdır.*

### Koroner Anjiyografi ve Sol Ventrikülografi Protokolu:

Heriki koroner ayrı ayrı birden fazla projeksiyonda kaydedilir (sayfa 139, 140, 166-Şekil 67, 68 ve 71).

#### 1. Sol koroner arter:

- LAO 50°, sol ve sağ koroner ostiyumlarının ikisinin de kanülasyonu için en iyi projeksiyondur.
- JL4 kateter ile, sol koroner ostiyumu her zaman kolaylıkla manipulasyonsuz kanüle edilebilir (sayfa 139 Şekil 67).
- Aort kökü genişlemiş hastalarda (hipertansif hastalar), JL5 (daha geniş kavisli kateter) gerekebilir. Küçük köklülerde ise tersine JL3.5 küçük kavisli kateter gerekebilir (sayfa 138 Şekil 66).

#### 2. Sağ koroner arter:

- Sağ koroner ostiyumunun kanülasyonu için LAO 50° en iyi projeksiyondur (sayfa 154, Şekil 82).
- JR4 kateter, aort kapağın 1-2 cm yukarısına gelinceye kadar aort köküne indirilir.
- Sonra, "kateterin ucu sağ koroner ostiyumuna doğru dönene kadar kateter" saat-yönünde (sayfa 140, Şekil 68) yavaşça döndürülür ('çevrilir\*').
- Kateter koroner ostiyumuna girdikten sonra, Kontrastı injekte etmeden önce basınç trasesi ile kateterin ucunun boğulmadığından (açık olduğundan) veya derine angaje olmadığından (ventrikülerizasyon) emin olunmalıdır.

- ® *Kateterin ucunun boğulması, kateterin sağ koronerin konus dalına girdiğini ima edebilir; bu damarın içine kontrast injeksiyonu yapılması ventriküler atritmilere neden olabilir.*

---

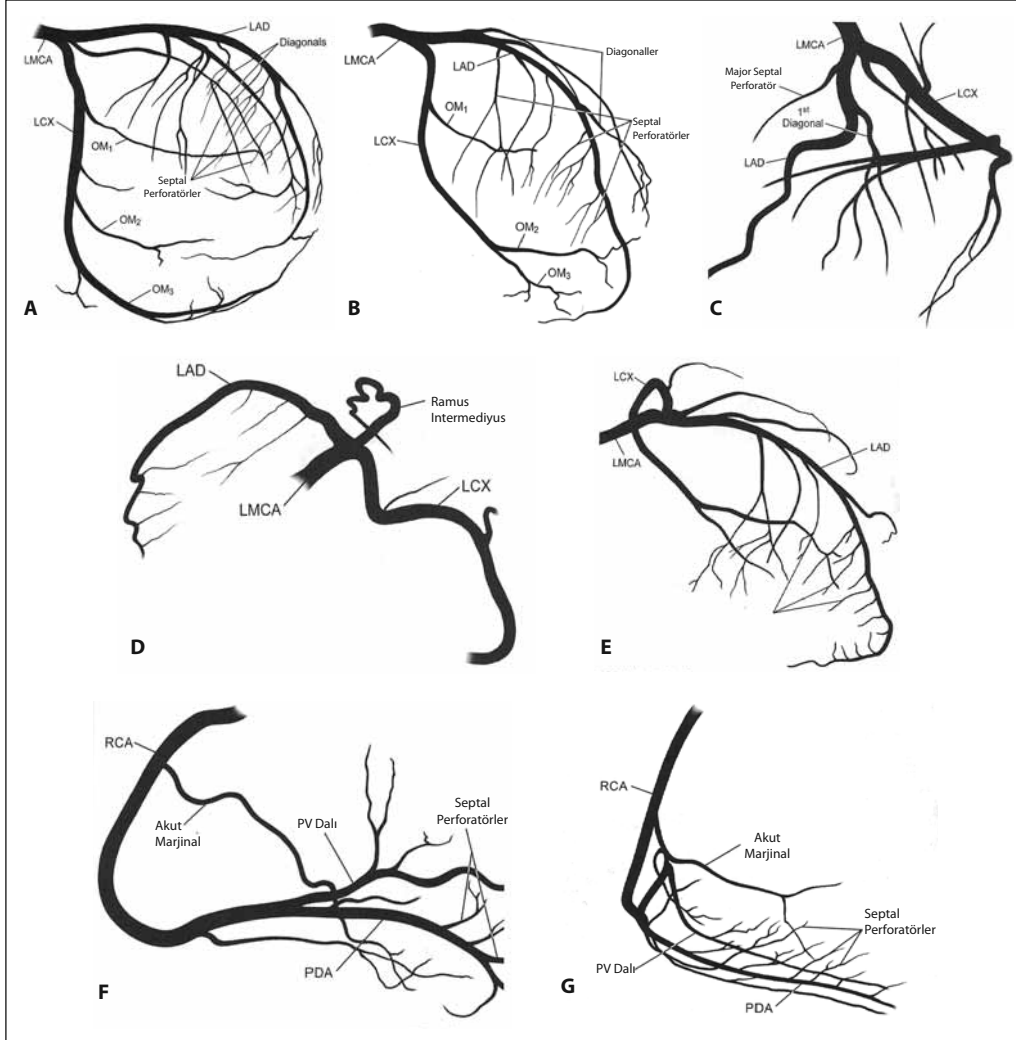
\*Ucu aşağıda sağ sinüs valsava içinde olan sağ Judkins kateteri "saat-yönünde döndürülürken yavaşça geri çekilir; bu sırada yukarıda aort kemerin iç yüzündeki kateterin distal eğriliği geniş açı yapmalı (sayfa 147, Şekil 77 sağda gösterildiği gibi), yaylanır gibi gergin olmalı.

### 3. Sol Ventrikülografi:

- Genellikle AP projeksiyonda, Aort kapağın birkaç cm yukarısına kılavuz tel üzerinde Pigtail kateteri yerleştirilir ve elastik J uçlu uzun kılavuz tel 5-10 cm geriye çekilerek kateterin ucunun yumuşak kalması sağlanır ve böylece kateter yavaşça aort kapağına doğru itilir. Kateter SV'ye geçmezse yavaşça geri çekilirken burulabilir (döndürülür) veya içindeki kılavuz tel öne çıkarılarak geçilmeye çalışılabilir.
- SV'ye sokulan Pigtail kateter mid SV kavitesine sabit pozisyonunda yerleşince; içindeki kılavuz tel çıkarılıp geriye kan çekilip atılır ve lumeni SF ile yıkandıktan sonra intraventriküler basıncı ölçülmek için kateterin dışarıdaki proksimal ucu basınç-transdüserine bağlı iki-yönlü Manifold sistemi ile bağlanır ve basınç kaydedilir.
- Sonra da, Pigtail kateter Manifoldtan ayrılır ve önceden ayarlanabilen basınçlı otomatik injektöre (pompa) bağlanır.
- Her injeksiyon (projeksiyon) için toplam miktarı 36 mL kontrast boya, 12 mL/sn hızında SV kavitesi içine verilir.
- Hasta işlem öncesinde, 'kızarma, ateş basması' ve ekstra sistol hissedilmesi için uyandırılmalıdır.
- Sol ventrikülogram tamamlanınca, kateter aortaya geri çekilirken aort kapaktaki basınç gradiyentini (SV-Aort) almak için kateter basınçlı injektörden ayrılıp Manifolda tekrar bağlanır.

® **Sol kalp kateterizasyonu ve koroner anjiyografi işleminin emniyeti ve performansı için bilinmesi ve atlanmaması gereken "yerinde ve doğru kullanılan (uzun, elastik J uçlu) Kılavuz Telin etkin rolüdür":**

- Uzun 0.035 inç kılavuz tel kateterlerin daha başta; iliyak arterden-aortaya geçişi sırasında ve sonraki koroner anjiyografi işlemlerinde kateterlerin değişimi ve/veya hedefe ulaştırılmasında (işlemin hızı ve emniyetinin) mihenk taşıdır (Bakınız, Albüm); buna göre:
  1. Daha başlangıçta aort kemerine doğru kateterleri ilerletmeden önce KT çıkan aortaya yerleştirilmeli; sonrada telin üzerinden gerekli kateteri ilerterek, veya KT kateterin distal ucundan 5-10 cm önünde kalacak şekilde üzerine geçirilen kateter ile birlikte bir kompleks olarak elle tutularak çıkan aortaya doğru ilerletilerek koroner kateterler aort kapak üzerine getirilir; J ucu içindeki KT ile kısmen düzleşip sertleşmiş Pigtail kateter ise aort kapaktan daha rahat geçirilerek SV'ye sokulur.
  2. Sol kalp kateterizasyonu işleminin ilk evresi (Basınç kayıtları) tamamlandıktan sonra ikinci aşaması başlamadan önce ve ventrikülografiden sonra Pigtail kateter veya bir tarafın koroner anjiyografisinden sonra koroner kateter) çıkarılmadan önce; her zaman uzun KT kateterin lumenine sokulup, kateter telin üzerinde geriye çekilip vucuttan çıkarılırken KT içerde aortada bırakılır; böylece sonraki işlem için kullanılacak kateter (Pigtailden sonra koroner anjiyografi kateterleri veya anjiyografiden sonra diğer tarafın koroner kateteri gibi) aortada bırakılan KT'nin dışarıdaki ucundan geçirilerek üzerinden kaydırılarak veya ucu kateterin önünde birlikte ilerletilerek yeni kateter aort kapak düzeyine ulaştırılır.



**ŞEKİL 71.** Koroner arterlerin standart çeşitli projeksiyonlarda çizilmiş görüntüleri: **A.** RAO kaudal projeksiyonda sol koroner arter görüntüsü. **B.** Sol koroner arterin AP projeksiyonda görüntüsü. **C.** Sol koroner arterin LAO kraniyal projeksiyonda görüntüsü. **D.** Sol koroner arterin LAO kaudal projeksiyonda görüntüsü. **E.** Sol koroner arterin RAO kraniyal projeksiyonda görüntüsü. **F.** Sağ koroner arterin LAO projeksiyonda görüntüsü. **G.** Sağ koroner arterin RAO projeksiyonda görüntüsü.

Kısaltmalar: LMCA-Sol ana koroner arter, LCX-sol sirkümfleks; RCA-Sağ koroner arter, LAD-Sol ön inen koroner arter; PV-Posteroventriküler dal; PDA-Posteriyor inen arter; OM-Obtuz marginal.

3. *KT tekrar kullanılmadan önce mutlaka SF ile ıslatılmış steril küçük sargı bezi ile silinmelidir, tercih edilen KT'nin vucuttan çıkarılır çıkarılmaz hemen silinip temizlenmesidir. KT mutlaka floroskopi altında ilerletilmelidir.*
  4. *Hedefe ulaşıldıktan sonra (Sol ventriküle veya aort kapak düzeyi üzerine) kateterin lumeninden KT çıkarıldıktan sonra lumen içindeki kan geri aspire edilip atıldıktan sonra süratle heparinli SF ile yıkanıp hemen (iki yönlü üç musluklu) Manifold sistemine bağlanıp önce basınç izlemesine alınmalıdır.*
- *Tanı amaçlı Kalp kateterizasyonu sırasında hasta antikoagüle edilmelidir; bu amaçla hasta önceden antikoagüle edilmemişse damara giriş-kılıfı yerleştirildikten sonra kılıfın yan-kolundan fraksiyone olmayan heparin (5.000 İÜ) verilmelidir.*

### **Koroner Anjiyografinin Komplikasyonları:**

#### **A. Periferik vasküler komplikasyonlar:**

**Hematom:** Artere giriş yerinde görülen hematoma sıklığı aşağıdaki faktörler ile ilişkilidir: Plastik- kanülün (giriş-kılıfı) yerinde kalma süresi, büyüklüğü (*gauge*), antikoagülasyon, risk faktörleri (hipertansiyon, obezite, mevcut periferik damar hastalığı gibi) ve çıkarılma tekniği.

- Üzerinde üfürüm bulunan, gittikçe genişleyen veya pulsatil kitle ve büyük ağırlı şişme gösteren ciddi hematomlar tetkik edilmelidir.

**Psödoanevrizma:** Ponksiyon yerinde femoral arter duvarının rüptürünü gösterir. Mediya ve adventisyayı içine alan psödo anevrizma gelişir (sayfa 126, Şekil 55). En iyi ultrason ile görüntülenir.

- Küçük psödoanevrizmalar konservatif olarak tedavi edilirler. Buna karşılık büyük psödoanevrizmalarda protamin injeksiyonu, kompresyon veya cerrahi girişim gerekebilir. 2 cm'den küçük psödoanevrizmalar spontan olarak kapanabilir. Buna karşılık, 2-4 haftada kapanmayan arterio-venöz fistüller cerrahi olarak kapatılmalıdır.

**Kanama:** Şayet giriş yerindeki kanama uzarsa daha uzun direk basınç uygulanması ile kompresyon gerekebilir (elle veya sıkıştırıcı cihaz kullanarak).

**Bacak iskemisi:** Seyrek bir komplikasyondur işlem öncesinde bacak iskemisi bulunanlarda oluşur.

**Disseksiyon:** Plastik- kılıfın sokulması ve kateterin manüplasyonu sırasında meydana gelir. Kateterin dışarıdaki proksimal ucundan alınan basınç dalgalarının boğulması, basıncın düşmesi ile teşhis edilir.

- Bu durumda iliyak anjiyogram yapılmalı ve basınç gradiyenti kaydedilmelidir. Anlamli disseksiyon saptanmışsa buraya PKG ile stentleme yapılabilir.



### **B. Non-vasküler komplikasyonlar:**

**Kontrast reaksiyonları:** Döküntüler, ürtiker, görme bozukluğu ve sertlik (rigor) gibi hafif kontrast reaksiyonları rölatif olarak sıktır. Bu semptomlar spontan olarak yerleşir, fakat sıklıkla iv. antihistaminik ve iv. kortizon, volum- genişletici ve ciltaltı adrenalın (çok nadiren) ile tedavi edilirler.

**Vazovagal reaksiyonlar:** Hem anjiyografi hem de giriş kılıfının çıkarılması sırasında sıktır. Hipotansiyon ve bradikardi ile karakterizedir. Atropin ve volum- genişleticiler ile tedavi edilirler.

**Aritmi:** SVT atakları sık ve geçicidir. Özellikle SV'de kateter manüpülasyonu sırasında VT atakları sıktır. Koroner artere kontrast injeksiyonu sırasında VF meydana gelebilir, hızla defibrile edilmelidir.

## **ATEROSKLEROTİK LEZYONUN ANJİYOGRFİK MORFOLOJİSİ**

Koroner arterdeki aterosklerotik plağın heterojen içeriği, dağılımı ve lokalizasyonu KAH'lı hastada darlık morfolojisinin tek şekli ile sonuçlanır. Bu tek aterosklerotik plak örnekleri girişimin sonucunu, PKG sonrası komplikasyonların risk faktörlerini tanımlamada ve akut koroner sendromlarda olayların tekrarlama riskini değerlendirmede kullanılır (Tablo 18).

AHA /ACC (1993) çok damar PKG'ye giden hastalarda girişim ile ilgili başarı ve komplikasyon oranını sırası ile; Tip A lezyonlarda %92, 2; Tip B lezyonlarda %76, 10 ve Tip C lezyonlarda %61, 21 (Tablo 19).

Tablo 19 ve Tablo 20'deki iki risk skorlama sisteminden farklı olarak Tablo 21'in lezyon kompleksite skorlamasında iki karma kriter (damar açıklığı ve kompleks morfoloji) kullanılarak lezyonlar 4 gruba sınıflandırılmıştır: Non-Tip-C- açık; Tip-C- açık, non-Tip-C- tıkalı, Tip-C- tıkalı gibi (Bakınız, Albüm).

### **Lezyon Karakteristikleri:**

Doğal koroner arterdeki aterosklerotik plağın heterojen muhtevası, dağılımı ve lokalizasyonunu sonucunda KAH hastalarında tek darlık morfolojisi örneği oluşur. Bu lezyon örneğini oluşturan özelliklerin PKG öncesi saptanması (Tablo 20), girişim ile ilgili sonuçların ve PKG sonrası komplikasyon risklerinin tanınmasını sağlar. PKG sonrası olayların tekrarlama riski SCAI/AHA/ACC'nin tesbit ettiği kriterler ile (birçok farklı lezyon özelliklerine dayanarak) saptanabilir (Tablo 19, Tablo 21).

Girişim ile ilgili riskin PKG öncesi hesaplanması, karışık karma skorlama sisteminin (Tablo 20) kullanımından ziyade, klinik riskler ile birlikte (özellikle kardiyak ve non kardiyak komorbidler) kötü morfolojik özelliklerin bir veya daha fazlasının bulunmasına dayandırılması daha pratik ve faydalıdır.

**Düzensiz Lezyonlar:** Lezyon düzensizliği; lezyonun ülserasyonu, anevrizma oluşumu, "testere-dişi" örneği, veya intimal kapak dahil gevrek yüzeyini ima eder.

**TABLO 18. Prosedür Sonrası** Tanımlanmış Standartlaşmış Lezyon Morfolojisi Kriterleri

| Özellik                       | Tanım                                                                                                             |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Birdenbire kapanma:</b>    | Önceden antegrad akım gösterilmiş, dilate edilmiş segmentte kontrast boya akımının obstrüksiyonu (TIMI 0 veya 1). |
| <b>Ektazi:</b>                | Bir veya daha fazla bölgede lezyon çapının referans çapından büyük olması.                                        |
| <b>Lümen düzensizlikleri:</b> | Arterin dış hatlarında, (disseksiyon veya intrakoroner trombusa tam uymayan) testere-dişi şeklinde opaklaşma.     |
| <b>İntimal kapak:</b>         | Arteriyel duvar ile devam eden diskret dolum defekti.                                                             |
| <b>Trombus:</b>               | Lezyonun diskret, mobil ve kontrast boya ile boyanması (+/-), anjiyografik dolum defekti.                         |
| <b>Disseksiyon * A:</b>       | Damar lumeninde küçük radyolusen bölge.                                                                           |
| B:                            | Kontrast boyanın devam etmeyen lineer ektravazasyonu.                                                             |
| C:                            | Lumen-dışı , devam eden kontrast madde ektravazasyonu.                                                            |
| D:                            | Spiral-şekilli dolum defekti.                                                                                     |
| E:                            | Devamlı lumen defekti ile gecikmiş antegrad akım.                                                                 |
| F:                            | Total koroner okluziyonun eşlik ettiği dolum defekti.                                                             |
| Disseksiyon uzunluğu:         | Tip B- F disseksiyonlarda uçtan-uca ölçüm (mm).                                                                   |
| Disseksiyonun boyanması:      | Damarın geriye kalan bölümünden kontrast boyanın temizlendikten sonra disseksiyonda kalmaya devam etmesi.         |
| <b>Perforasyon:</b>           | Arteri saran perikard boşluğu ile sınırlı kalmış kontrast boya ektravazasyonu.                                    |
| • Lokalize:                   | Perikardiyal boşluğa lokalize olmamış kontrast boya fışkırması,                                                   |
| • Lokalize olmayan:           | tamponad ile birlikte olabilir.                                                                                   |
| <b>Yan-dal kaybı:</b>         | Önceden TIMI 3 akım bulunan >1.5 mm çapındaki yan-dalda TIMI 0,1 ve 2 akım.                                       |
| <b>Distal embolizasyon:</b>   | Dolum defekti veya trombusun göç etmesi ve hedef damarın distalini veya dallarından birisini tıkaması.            |
| <b>Koroner spazm</b>          | Önceden <%25 darlık bulunan damarın geçici veya sürekli >%50 daralması.                                           |

(Griffin BP, Topol EJ (edt: Manual of Cardiovascular Medicine. Lippincott, Williams, Wilkins, 2009)

\*hedef koroner lezyon ile sınırlı

- Patolojik olarak plağın fissüre olması, rüptürü ve trombosit ve fibrin agregasyonu ile korelasyon gösterir. Kompleks düzensiz plaklar akut koroner sendromlar ve total okluziyona progresyon ile ilişkilendirilmiştir; oysa düz lumen hatları daha çok stabil angina pektorisini ima eder. Anstabil AP ve Mİ ile ilişkili diğer yüzey morfolojisi özellikleri; kenarları keskin açılı lezyonlar, diskret intraluminal dolum defektleridir.

**Lezyonun uzunluğu:** Lezyonun eksenine göre lezyon uzunluğunu hesaplayan birkaç yöntem; > %20 aterosklerotik darlığın boyutunun “omuzdan-omuza” ölçülmesi ve görünür darlık çapı >%50 olan lezyon uzunluğunun belirlenmesidir. Klinik pratikte lezyon uzunluğu sıklıkla anjiyografik olarak normal olan proksimal ve distal segmentler (lezyonun önü ve arkasındaki) arasındaki uzaklık olarak hesaplanır.

- AHA/ACC’ye göre lezyon kriterleri (Tablo 19); diskret <10 mm, tubuler 10-20 mm, difüz >20 mm; girişim ile ilgili başarının azalması ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, lezyon uzunluğu PKG sonrası restenozun önemli öngörendir, uzun lezyonlar daha büyük plak yüküyle ilgili olabilir, uzun lezyonlardaki post-PKG tekrarlayan iskemik olaylar ilaçlı- stent kullanımı ile belirgin düzelmiştir.

**Ostiyal lokalizasyon:** Damar veya yan-dalın çıkışının 3 mm içinde meydana geldiği lezyonlar olarak tanımlanmıştır. Aorto-ostiyal ve LAD ve LCX arterlerinin ostiyal lezyon-

**TABLO 19.** Tip A,B,C Koroner lezyonların karakteristikleri

| Lezyon Tipi                                                        | Karakteristikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tip A lezyonlar:</b><br>Başarı oranı yüksek (>%85); düşük risk  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskret (&lt;10 mm), konsantrik, Kolay geçilebilir.</li> <li>• &lt;45° daha büyük açılı olmayan segment, kenarları düz, kalsiyum az veya yok.</li> <li>• Total okluziyon daha az; major yan dal tutulumu ve trombus bulunmayan.</li> </ul>                                                                                           |
| <b>Tip B lezyonlar:</b><br>Orta derece başarı, %60- 85, orta risk. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubuler (uzunluğu 10-20 mm); eksantrik; proksimal segmentte orta derece tortuözite; orta derece açılı segment, ≥ 45°, &lt;90°.</li> <li>• Orta- ağır kalsifikasyon; &lt;3 ay önce total okluziyon olmuş nisbeten (yeni); ostiyal lokalizasyon; bifürkasyon lezyonlarında çift kılavuz tel gerekir; biraz trombus bulunur.</li> </ul> |
| <b>Tip C lezyonlar:</b><br>Düşük başarı, <%60, yüksek risk.        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diffüz (uzunluğu &gt;2 cm); Proksimal segmentte aşırı tortuözite, aşırı açılı segmentler, ≥90°.</li> <li>• &gt;3 ay önce total okluziyon olmuş (eski); Major yan dalları korunamamış; gevrek lezyonlar ile dejenere ven greftler.</li> </ul>                                                                                         |

**TABLO 20. Prosedür Öncesi Tanımlanan Lezyon Morfolojisi Tanımları**

| Özellik                      | Tanım                                                                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Eksantriklik:</b>         | Lumen kenarlarından birinde bulunan, görünürdeki lumenin dış 1/4'ünde darlık yapan.                                                       |
| <b>Düzensizlik:</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ülserasyon:</li> <li>• İntimal kapak:</li> <li>• Anevrizma:</li> <li>• Testere-dişi:</li> </ul>  |
| <b>Uzunluk:</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskret:</li> <li>• Tubuler:</li> <li>• Diffuz:</li> </ul>                                       |
| <b>Ostiyal:</b>              | Lezyonun kaynağı damar çıkışının 3 mm içinde.                                                                                             |
| <b>Açılanma:</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta:</li> <li>• Ciddi:</li> </ul>                                                               |
| <b>Proksimal tortuozite:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta:</li> <li>• Ağır:</li> </ul>                                                                |
| <b>Dejenere SVG:</b>         | Graft uzunluğunun >%50'si lumen düzensizlikleri ve ektazinin oluşturduğu graft.                                                           |
| <b>Kalsifikasyon:</b>        | Görünürdeki damar duvarındaki darlık bölgesinde, kolayca göze çarpan yoğunluklar.                                                         |
| <b>Total okluzyon:</b>       | TIMI 0 veya 1 akım.                                                                                                                       |
| <b>Trombus:</b>              | Keskin sınırlı ve bitişik damar duvarından büyük ölçüde ayrılan, diskret, lumen içi dolum defekti. Kontrast ile boyanma (+/-).            |
| <b>Bifürkasyon darlığı:</b>  | Orta veya büyük dal (>1.5 mm) darlıktan çıkıyor ve yan dal darlık lezyonu ile sarılmışsa (dilate olabilen); ana ve yan dalı tutan darlık. |

(Griffin BP, Topol EJ (edt: Manual of Cardiovascular Medicine. Lippincott, Williams, Wilkins, 2009)

**TABLO 21.** CAI Lezyon Sınıflama Sistemi**Tip I Lezyonlar (Başarı beklentisi çok yüksek, riski çok düşük):**

1. ACC/AHA C tip lezyon kriterleri olmayan.
2. Açık.

**Tip II lezyonlar:**

1. ACC/AHA C tip lezyon kriterlerinden herhangi biri bulunan.
  - Diffüz (uzunluğu >2 cm).
  - Proksimal segmenti aşırı tortuöz.
  - İleri derecede açılı (>90°) segmentler.
  - Major yan dallarının korunamaması.
  - Gevrek lezyonlar ile dejenere ven greftler.
2. Lümeni açık koroner arter.

**Tip III lezyonlar:**

1. C Tip lezyon kriteri bulunmayan.
2. Lümeni tıkalı koroner arter.

**Tip IV lezyonlar:**

1. AHA/ACC Tip C lezyon kriterlerinden herhangi biri bulunan:
  - Diffüz (uzunluğu >2 cm)
  - Proksimal segmentin aşırı tortuözitesi.
  - İleri derecede açılı (>90°) segmentler.
  - Major yan dallarının korunamaması.
  - Gevrek lezyonlar ile dejenere ven greftler.
  - >3 aydan beri tıkalı.
2. Lümeni tıkalı koroner arter.

(2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention. JACC 2011 58;24)

SCAI: Society for Cardiovascular Angiography and Interventions.

larına balon anjiyoplasti girişiminin girişim ile ilgili başarı şansı düşüktür. Suboptimal başarının teknik sebepleri; kılavuz kateter desteğinin güç sağlanması, lezyonun esnek olmayışı ve balonun maksimal şişmesinin önlemesi ve birkaç kez balonun değiştirilmesinin gerekmesidir.

**Açılı lezyonlar:** Oldukça açılı (>45°) lezyonların balon anjiyoplastisinde girişim ile ilgili komplikasyon riski artmıştır. Komplikasyonlar en çok koroner disseksiyona bağlıdır, disseksiyon riski lezyon açılanmasının ciddiyeti ile ilgilidir.

**Bifurkasyon lezyonları:** Bifurkasyon lezyonlarında yan-dal okluzyon riski %14-27'dir, yan dalın çıktığı epikardiyal ana arterdeki aterosklerotik tutulumun boyutu ile ilgilidir. İleri anjiyoplasti ve PKG tekniklerinin (kılavuz tel ile koruma, "kissing balon", yan dal stentlenmesi gibi) kullanımı ile yan-dalın tehlikeye düşme riski azalmıştır. Ancak, lezyon açılanması, kalsifikasyon ve damar büyüklüğü bazı olgularda yeterli yan-dal korunmasını engellemektedir. PKG sırasında yan-dal okluzyonu sıklıkla kardiyak biyomarker yüksekliğine sebep olur.

**Dejenere safen ven greftler:** SVG'de balon anjiyoplasti sonrası başarı oranı %84- 92'dir; kısmen SVG'de lezyonun gevrekliğine ve dejenerasyon bulunuşuna, lokalizasyonuna ve yaşının  $\geq 36$  ay olmasına bağlıdır.

- SVG dejenerasyonunun derecesini sınıflamada kullanılan kriter sayısı azdır. Bu tanımlamada bulunması gereken anjiyografik görülebilir parametreler: (a) SVG'de bulunan düzensizlik, ektazi ve gevrekliğin (hasta segment uzunluğunun grefte oranı) yüzdesi hesaplanmalıdır; (b) SVG'de saptanan trombus varlığı, diskret ve düffüz lezyon sayısı ( $>50$  darlık yapan).

PKG sırasında meydana gelen en büyük risk plak muhtevası ve trombusun distal embolizasyonudur, sıklıkla "no reflow fenomeni" (malperfüzyon) ile ilişkilidir.

**Kalsifikasyon:** Koroner arterde kalsiyum ve kalsifikasyon koroner aterosklerozun önemli markeridir. İVUS standart tanı yöntemi olarak tercih edilmektedir, geleneksel anjiyografinin geniş kalsiyum lezyonunu saptamada duyarlılığı orta derecededir (%60-85), hafif derece lezyon kalsifikasyonunu bulmada çok az duyarlıdır. Anjiyografide koroner arterde kalsifikasyon bulunması balon anjiyoplasti sonrası düşük başarı oranı ile de ilgilidir. Ağır kalsifik lezyonlarda aterektomiden sonra yüksek başarı oranı (%90) bildirilmiştir.

**Trombus:** Koroner trombusu bulmada standart koroner anjiyografi rölatif olarak etkisiz bir yöntemdir. Bununla birlikte, kompleks lezyon morfolojisi (klinik bulgular ile) yüksek-riskli anstabil angina ile ilişkili bulunmuştur.

Trombus bulunduğunda, anjiyografik olarak "arteriyel lumende intraluminal diskret, dolum defekti" diye tanımlanmıştır, PKG sonrası iskemik komplikasyon oranı yüksektir (%6-73).

**Total okluzyon:** Sineanjiyogramda epikardiyal damarın birdenbire sonlanması ile teşhis edilir; antegrad ve retrograd kollateraller bulunabilir, total olarak tıkalı segmentin ölçülmesine yardımcı olur (Tablo 22). Total okluzyonda balon anjiyoplastinin başarı oranı suboptimaldir (%66-83). Başarısız girişim riski okluzyonun süresi ve lezyonun morfolojik özelliklerine (köprüleyen kollateraller, okluzyon uzunluğu  $>15$  mm, kılavuz telin ilerlemesi için cicik, güdük bulunması gibi) bağlıdır.

**TABLO 22.** Koroner Darlığın Distaline TIMI Perfüzyon Sınıfları

| Sınıf | TIMI                                           | Kollateral akım      | Rentrop kollateral sınıfı                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3     | Çabuk anterograd akım ve hızlı temizlenme      | Mükemmel             | Tam perfüzyon. Hedef epikardiyal artere kontrast boya girmekte ve tam olarak opaklaştırmakta                                       |
| 2     | Yavaş distal doluş, fakat distal opaklaşma tam | İyi                  | Hedef epikardiyal artere kontrast boya girmekte, fakat tam opaklaştıramamakta                                                      |
| 1     | Akım azalmış, distal damar tam opaklaşmamakta  | Kötü                 | Zor bulunabilen kollateral akım, kontrast boya kollateral kanallardan geçer, fakat epikardiyal damarı hiçbir zaman opaklaştıramaz. |
| 0     | Kontrast akım yok                              | Görülebilir akım yok | Kollateraller bulunmaz                                                                                                             |

(Coron Artery Dis ;3:189.1992)

**Koroner Anjiyografi İşleminin Zorlukları ve Tuzakları:**

Görüntünün elde edilme ve yorumlanma hataları, özellikle anjiyografik ve klinik bulgular uyumsuzsa yaklaşım stratejilerini çok etkiler. Görüntünün elde edilmesinde, klinik koşullar ne olursa olsun sistemik yaklaşım (kurumsal, geleneksel ve standartlar ile) sürdürülmelidir. Anjiyografik yorumu etkileyen faktörler bilinmeli ve dikkat edilmelidir.

**Damarın yeterli olmayan opaklaşması:** Kontrast boya ile koroner arterin yetersiz, eksik doluşu (kan akımı karışımı) kontrast akıntısı sonucunda ostiyal darlık izlenimi verebilir, yan-dal veya trombusun atlanmasına sebep olabilir.

- Kısa SAK'dan LCX içine superselektif kontrast madde enjeksiyonu total LAD okluzyonu izlenimi verir. Koroner arterler ve Bypass greftlerin yeterli dolumu için doğal, opak olmayan kan akımının yenilmesi (greftte volumu ve hızı yüksek kontrast enjeksiyonu ile) ve yüksek-kaliteli koroner arteriogramlar meydana getirilmesi gerekir.

Kontrast madde akıntısı opak olmayan kan ile karışır; yapay dolum defekti izlenimine ve darlık ciddiyeti değerlendirilmesinin tam olmamasına neden olur. Tam olmayan doluşun sebepleri; artmış doğal koroner kan akımını ile kompetisyon (sol ventrikül hipertrofisi ile ilişkili aort yetersizliği ve anemi ve kısa SAK'dan tanı kateterinin yetersiz yerleşmesi ile subselektif LCX).

- Eksik doluş sorununun üstesinden kuvvetli kontrast injeksiyonu ile gelinebilir (bu manevranın emniyeti için kateter ucunun pozisyonu ve basınç kaydedilmelidir).
- Tanı kateterinin lumeni daha geniş, ucu yumuşak, daha kısa kılavuz kateteri ile değiştirilmesi koroner arterin daha fazla opaklaşmasını sağlar.

**Eksantrik darlık:** Koroner ateroskleroz konsantrik daralmaya göre daha sık eksantrik veya “yarık-gibi” daralmaya neden olur. Lumen uzun eksen planında (lumene paralel keside) damar normal veya normale yakın çapta görülebilir. Daralmış lumen kısa eksen (lumene dik kesi) planında görülebilir. Bundan olayı, koroner arterler birbirine yaklaşık 90 derece dik en az iki ayrı projeksiyonda görüntülenmelidir.

Band gibi veya membranöz darlıklar ile ilgili sorunlarda lezyonu bulmak son derece güç olabilir. Bu lezyonlar saf aterosklerotik darlıklarda görülebilir veya konjenital membranöz band darlığa sebep olabilir. Bu tip lezyonların anjiyografik ve hemodinamik değerlendirilmesi için lezyonun basınç gradiyentinin ölçülmesi gerekir.

## İŞLEM SONRASI YAKLAŞIM

**Kılıfın çıkarılması:** Girişim tamamlanır tamamlanmaz (en sonunda uzun kılavuz telin çıkarılması ile) kılıf çıkarılmalıdır. Önceden verilen doz etkisini kaybedeceğinden yeterli anestezi tekrar injekte edilmelidir. Hemostazis girişim yapıldığı arteriyel nabız üzerine elle direkt olarak bastırılarak sağlanabilir. Görüşü etileyecek steril gazlı bez kullanılmamalı. Bastırma kanama olmayana kadar genellikle 20 dakika sürdürülmeli (kılıfın her *French size* büyüklüğü için 3 dakika). Düşük emniyet profiline (komplikasyon oranı %23) rağmen elle bastırma tekniği önemlidir. Giriş yerine bastırma sırasında ekstremitenin yeterli distal kan akımı sağlanmalıdır, ekstremitenin rengi görerek değerlendirilmeli. Arteriyel ve venöz kılıfın ikisi de yerleştirilmişse, arteriyel kılıf çıkarılmadan önce venöz kılıf çıkarılıp hemostazı sağlanmalı.

- Ciddi aort darlığı ve anlamlı SAK hastalığında vagal epizodun hayati tehlikesi olabilir, hızla tedavi edilmelidir. Bu hastalara kılıf çıkarılmadan önce yeterli lokal anestezi sağlanması vagal reaksiyon gelişmesini azaltabilir.

Femoral kılıf çıkarıldıktan sonra genellikle 6 saat yatak istirahati gerekir (Her *French size* büyüklük için 1 saat). Gerçekte, 5 F kılıf için 2 saat yatak istirahati yeterlidir. Brakiyal veya radiyal girişimlerden sonra kolun 2 saat düz tutulması gereklidir.

- Girişim sonrası takipte kalp hızı, vücut ısısı, kan basıncı, idrar çıkışı, distal nabızlar ve giriş yeri (ağrı, hematoma ve kanama için) 10-20 dakika ara ile periyodik takip edilmeli. Kasık bölgesinde kum-torbasi kullanılması teşvik edilmemelidir. Çıkmadan önce hasta gözlem altında yürütülmelidir.



Kateterizasyondan sonra sıklıkla intravenöz sıvı verilmektedir (izotonik serum birkaç saat 100 mL/saat), konjestif KY hikayesi sorgulanmalı ve sıvı verilmesi kontrol edilmelidir.

® *Uygulamamız; yarısı intravenöz izotonik SF ile olmak üzere girişim sonrası ilk 6 saatte toplam 2 litre.*

Hastanın oral normal beslenmesi için 6-12 saat beklenmelidir. Diyabetik ve bilinen renal disfonksiyonu bulunanlarda kontrast nefropatisi riskinden dolayı idrar çıkışı ve kreatinin düzeyleri ilk 24 saatte yakından izlenmelidir.

Giriş yerlerinin durumu ve özellikleri hasta yatağına gelir gelmez muayene edilip not edilmelidir (hematom, şişme, sızıntı). Giriş yeri yumuşak, rölatif olarak ağrısız olmalı (hasta hassasiyetin normal olduğunu düşünmeli). Vasküler pleksusta sinir, arter ve ven birbirine çok yakındır, dolayısı bunlardan bir damar hasarlansa dahi buraya kanama sonucu sinir tarafına baskı yapabilir.

Giriş yerinde oluşan her şişme anormaldir. Arteriyel kanama pulsatil akım ile eksternal olabilir veya buranın içine kanayabilir. Arteriyel kanamalarda hematoma hızla büyür.

Femoral arterin nerede palpe edildiğini bilmek önemlidir; hasta yatarken kalça ve pubis kemiği palpe edilmeli, inguinal ligament dokusu lastik bir band gibi bu iki noktayı birleştirir, femoral nabız bu iki kemik arasında hissedilir.

Derideki ponksiyon yeri damarın gerçek ponksiyon yerinin bir parmak daha aşağısındadır. Doktor bir parmağını derideki deliğin, bitişikteki parmağını da arteriyel ponksiyon yerinin üzerine yerleştirmeli; sonra distal nabız kaybolana kadar basitce bastırılmalı, ortalama birkaç dakika sonra basınç hafifce azaltılarak hemostatik sürecin başlaması sağlanır. Hemostazın tamamlanması hastanın ve işlemin durumuna bağlı olarak 10-20 dakika alır.

- Kalp pili takılan hastalarda: Hasta işlemden sonra 3 saatten 24 saate kadar yatak istirahatinde kalmalıdır. Baş ve boyun ödemi önlemek için yatağın başı dikleştirilip hastanın sırtı 30° yüksekte olmalıdır (göğüs dikleştirilmiş), aynı tarafa ait kolu immobilize etmek için (kalıcı kalp pili takılanlarda) gece boyunca askı kullanılabilir.

Hasta yatağına alındıktan sonra işlem öncesi kullanmakta olduğu diyet ve ilaçlara devam edilmeli, tercihen işlem sonrası ilk 6 saatte hastaya ağızdan beslenme yapılmamalı ve işlemden 1 saat sonra ağızdan sadece su almasına müsaade edilmeli. İlk gün analjezik gerekebilir.

Antikoagülan tedavi durdurulmuşsa ertesi gün başlanabilir, ancak doktorun tercihi ve yapılan işlem de dikkate alınarak özellikle kalp pili takılanlarda pil cebine kanamayı önlemek için uzun süre antikoagülan tedavi durdurulmalıdır.

**TEMEL KAYNAKLAR**

1. Kay IP, Walker RJ. Kay IP, Sabaté M, Who should not go to the cathlab?: Costa M (eds). Cardiac Catheterization and Percutaneous Interventions Taylor & Francis Group, 2004.
2. Powell D, Moxey CF Diagnostic Catheterization: Watson S, Gorski KA (eds) Invasive Cardiology Jones & Barlett Learning 2011.
3. Sharkey SW (edt) Interperation of Hemodynamic data in the coronary care unit Lippincot-Raven Publ. 1997.
4. Baim DS, Simon DI (edts) Percutaneous Approach, Including Transseptal and Apical Puncture/ Baim DS Angiographic Techniques: Baim DS. Grosman's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention Williams & Wilkins 2006.
5. Cardiac Catheterization an Percutaneous Coronary Intervention: Bender JR, Russell KS, Rosenfeld LE, Chaudry S (eds) Oxford American Handbook of Cardiology Oxford University Pres 2011.
6. Ashley KE, Cho L Right Heart Catheterization/Anwaruddin S Left Heart Catheterization: Griffin BP, Topol EJ (eds) Manual of Cardiovascular Medicine Lippincott Williams & Wilkins 2009.
7. Davidson CJ, Bonow RO Cardiac Catheterization: Libby P, Bonow RO, Mann DL, Zipes DP (edts) Braunwald's Heart Disease Saunder Elsevier 2008.
8. Langev RA, Hillis LD. Diagnostic Cardiac Catheterization Circulation 2003;107: 111e-113e.



## 1.2. DİĞER İNVAZİF TANI YÖNTEMLERİ

### 1.2.A. FRAKSİYONEL AKIM REZERVİ

Dr. Ahmet Yıldız

Koroner arter hastalığına bağlı ölümler gelişmiş batı ülkelerinde ve ülkemizde en sık görülen ölüm nedenidir. Koroner arterlerin görüntülenmesinde koroner anjiyografi, altın standart tanı aracı olmakla birlikte, koroner arter darlığının fonksiyonel öneminin tanımlanmasında sınırlı değere sahiptir. Oysaki darlıkların fonksiyonel öneminin tespiti (iskemi varlığı), tedavinin yönlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır. Darlığın fonksiyonel önemini tespit etmek için kullanılan testlerden miyokard perfüzyon sintigrafisi ve diğer klasik noninvaziv testler genellikle çok damar hastalığında iskemiye gösterir ancak iskemiden sorumlu spesifik bölgeyi ve sorumlu darlıkları ayırmada yeterli değildir. Günümüzde hangi darlık ya da koroner segmentin iskemiden sorumlu olduğunun tespitinde güvenilir, tekrarlanabilir bir test olarak kabul edilen ve koroner anjiyografi esnasında kolaylıkla uygulanabilen fraksiyonel akım rezervi (FAR) tercih edilmektedir.

Bu bölümde son 10 yıldır kateter laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmakta olan fraksiyonel akım rezervinin tanımı, önemi, mekanizması ve klinik kullanımından söz edilecektir.

#### A. Tanımı ve Önemi:

Fraksiyonel akım rezervi, özel tasarlanmış basınç teli ile lezyonun distalinde ölçülen basıncın aortadaki basınca oranlanması ile elde edilir. FAR'ın normal değeri her hasta, arter ve miyokard yatağı için 1.0 iken, 0.75-0.80 altındaki değerler miyokardiyal iskemi ile ilişkili olarak kabul edilir (1). FAR ölçümü, koroner darlığın fonksiyonel önemi hakkında hızlı, güvenilir ve kantitatif bilgi vermektedir. Anjiyografi laboratuvarında işlem esnasında kolayca uygulanabilir olması büyük bir avantaj olup, fonksiyonel olarak lezyonun önemli olması halinde aynı tel üzerinden perkutan koroner revaskülarizasyon işlemine devam edilebilir.

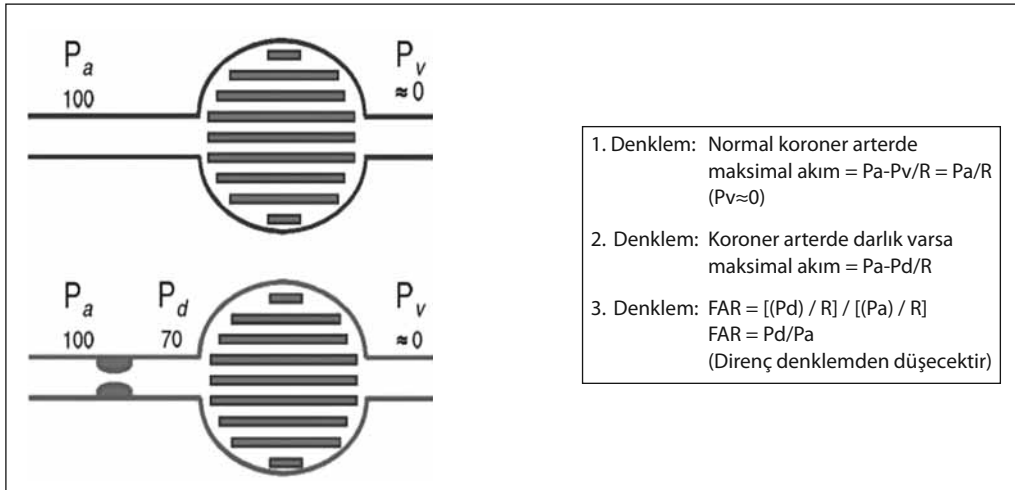
#### B. Mekanizması:

Ölçüm temelde iki basınç üzerine kurgulanmıştır. Biri lezyonun olmaması halinde alınacak basınçtır ki; bu basınç normalde ortalama aort basıncına eşittir (Pa). Diğer basınç ise lezyonun distalinden elde edilen basınçtır (Pd). Bu basınç kılavuz FAR teli üzerindeki basınç sensöründen elde edilir. Koroner arterde darlık yoksa aorta basıncı (Pa) ile koroner arterin distal segmentinin basıncı (Pd) birbirine eşittir (2).

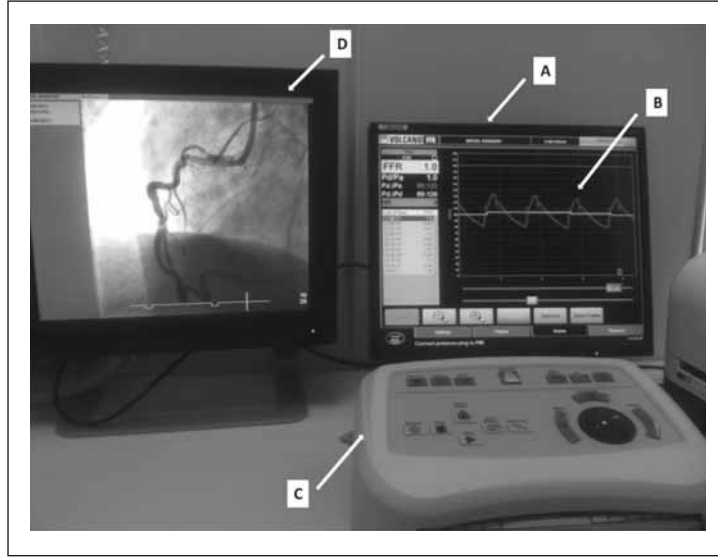
Hiperemik ajanlarla elde edilen maksimal vazodilatasyon altında epikardiyal koroner arteriyel sistemin direnci çok düşüktür ve ihmal edilebilir bir düzeydedir (R). Ohm kanununa göre akım; basıncın dirence oranı olarak tanımlanır. Bu durumda aort basıncı (Pa) ile santral venöz basıncı (Pv) arasındaki fark, dirence (R) oranlandığında koroner kan akımını verecektir. Santral venöz basıncın artmadığı durumlarda Pv basıncı sıfıra yakındır, dolayısıyla akım; basıncın dirence oranı olacaktır (1. Denklem). Koroner arterde darlık söz konusu olduğunda ise önemli olan basınç lezyon distalindeki basıncıdır (Pd). Böylece maksimal koroner arter akımı değişmiş olur (2. Denklem). Maksimal hiperemi altındaki koroner kan akımının (Pd), normal kan akımına (Pa) oranı ise FAR değerini verir (Direnci denklemden düşecektir) (3. Denklem). Sonuç olarak FAR, maksimal hiperemi sırasında ölçülen darlık distalindeki basıncın (Pd) aortta ölçülen basınca (Pa) oranı olarak ifade edilebilir (1-2) (Şekil 1).

### C. İşlemin teknik prensibi:

Fraksiyonel akım rezervini ölçmek için kullanılan cihaz ve sistemleri üreten 2 ana üretici vardır; Volcano Corporation (San Diego, Calif, ABD) ve St Jude Medical, Inc (St. Paul, Minn, ABD) (Şekil 3). Temelde her iki üreticinin cihaz ve sistemleri iki kısımdan oluşur. Birinci kısım; basınç ve akımı görüntüleyen kısımdır. Monitor ve ara bağlantılardan oluşur. İkinci kısım ise; simultane intravasküler basınç ve Doppler akımı ölçen distal uç kısmında özel sensör bulunan 0,014 inç kalınlığında kılavuz teldir.



**ŞEKİL 1. Fraksiyonel akım rezerv ölçüm mekanizması.** Epikardiyal arterde darlık yoksa aortik basınç koroner arter boyunca eşit olacaktır ( $Pa: \%100$ ).  $Pa$  ile  $Pd$  basınç değerleri  $\%100$  olduğu için  $Pd/Pa = 100/100 = 1$  olacaktır. Eğer epikardiyal arterde darlık varsa, distal koroner arter basıncı azalacaktır ( $Pd: \%70$ ). Bu durumda fraksiyonel akım rezervi:  $70/100 = 0.70$  bulunacaktır. Hesaplamalarda santral venöz basınç değeri 0 olarak kabul edilir.  $Pa$ : Aorta basıncı;  $Pd$ : Darlık sonrası distal koroner arter basıncı;  $Pv$ : Santral venöz basınç. (1-2).



**ŞEKİL 3.** Volcano Corporation'e bağlı FAR ölçüm cihazı donanımları: FAR basınç monitörü (A), FAR basınç trasesi (B), FAR konsolu (C), Anjiyografi ekranı (D).

#### D. İşlemin pratik ipuçları:

FAR uygulaması sırasında dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıda adım adım özetlenmiştir:

1. Kardiyak kateterizasyon esnasında uygulanan sedasyon haricinde herhangi bir ek sedasyon gerekli değildir. İşlem öncesinde anjiyoplasti işleminde önerilen dozlarda hasta heparinize edilmelidir.
2. Daha iyi bir basınç eğrisi elde etmek ve tel manipülasyonunun daha kolay olması ve perkutan koroner girişim işlemine devam edilmesi durumunda kateter değiştirmeye gerek olmaması nedeniyle yan delikli olmayan kılavuz kateterler kullanılmalıdır.
3. Kılavuz basınç teli, standart girişimlerde kullanılan kılavuz tellere benzemektedir. 0.014 inç çapında olup gerektiğinde aynı tel üzerinden perkutan koroner girişime devam edilebilir.
4. Steril bir alana FAR malzemeleri açılarak, basınç kablosu transdusere monte edilir ve kılavuz telin, kilitli konumda olduğu doğrulanır. Kılavuz tel ucu istenirse şekillendirilebilir. "Insert the wire" yazısını gördükten sonra koroner artere kılavuz tel ilerletilir.
5. Kılavuz telin distal ucu kateter ostiumuna geldiğinde kateter basıncı ile (aort) ile kılavuz teldeki basınç eşitlenir (Pd/Pa oranının 1'e eşit olduğu görülmelidir) (Şekil 2a). Eşitleme esnasında introducer mutlaka çıkartılmalı ve kateter SF ile yıkanmalıdır.
6. Kılavuz tel ile darlık distaline yaklaşık 1-2 cm geçilmelidir. Basınç sensörü 3 cm'lik distal ucun proksimalinde yer alır ve bu flüoroskopi ile görülebilir (Şekil 2b).
7. Ölçüm işleminden önce intrakoroner nitrat bolus verilmelidir (örnek 200 mikrogram).



**ŞEKİL 2.** Darlığın kılavuz tel ile geçilmeden önce kateter ostiumunda aortik basınç ile kılavuz telden elde edilen basıncın eşitlenmesi (2a). Kılavuz telin 3 cm'lik distal ucun proksimalinde yer alan basınç sensörünün floroskopik görünümü (2b). 0.75'den daha düşük bir FAR değeri hemodinamik olarak önemli darlığı gösterir (2c). 0.80 üzerindeki bir FAR değeri ise hemodinamik açıdan anlamlı olmayan darlığı ifade eder (2d).

8. Hiperemik uyaran verilerek FAR'da önemli bir değişiklik olup olmadığı izlenir. Hiperemi için kullanılan ajanlar ve özellikleri Tablo 1 de verilmiştir (3). Maksimum hiperemi için genellikle kullanılır. 2 şekilde verilebilir ya kılavuz kateter yoluyla bolus enjeksiyon verilir veya intravenöz (iv) infüzyon şeklinde 3-4 dakika, 140 mikrogram/kg dozuyla verilir.
9. FAR hesaplamak için; cihaz otomatik olarak kılavuz kateter ortalama arter basıncı ile transduserdeki basıncı ölçer ve oranlar. 0.75'den daha düşük bir FAR değeri hemodinamik olarak önemli darlığı gösterir (Şekil 2c). 0.80'den daha yüksek bir FAR değeri hemodinamik olarak anlamlı olmayan bir darlık olduğunu gösterir (Şekil 2d). 0.75 ve 0.80 arasında değerler belirsiz ve revaskülarizasyon gerekli olup olmadığını belirlemek için, hastanın semptomları ve kliniğine ve anjiyografik özelliklerine göre karar verilmelidir
10. Ölçüm yapıldıktan sonra, kılavuz tel geri çekilir ve kateter basıncı ile kılavuz tel basıncının eşit olduğu kontrol edilmelidir.

### Adenozin ile ilgili notlar:

1. Osteal lezyonlarda, sol ana koroner lezyonlarında, difüz hastalık varlığında veya aynı damar üzerinde çoklu darlıklar söz konusuysa intrakoroner bolus adenozin ile ölçüm yapılmamalı, mutlaka intravenöz adenozin infüzyonu kullanılmalıdır.
2. İntravenöz adenozin, geniş bir santral venden verilmelidir (Femoral ven gibi).
3. Adenozin infüzyonuna başladıktan sonra sistemik arteriyal basınçta hafif yükselme olabilir. Hastada göğüs ağrısı, sıkıntı hissi, çarpıntı, nefes darlığı gibi semptomlar ortaya çıkabilir. Bu yan etkiler ilaç kesildikten hemen sonra ortadan kalkacaktır.
4. İntravenöz adenozin uygulaması geri çekiş kaydına imkan sağlamaktadır. Lezyon distalindeki Pd/Pa görüldükten sonra, basınç teli skopi eşliğinde geri çekilerek, basınç farkına neden olan darlık bölgesinin neresi olduğu, basınç sıçramasının nerede ve ne oranda gerçekleştiği belirlenmelidir.
5. Önerilen intrakoroner bolus adenozin dozu 60-150 µgr arasındadır. (Adenosin-L.M 5mg/ml-Flakon, Abfen Farma). Ölçüm yapılan damarın büyüklüğü ve beslediği alan adenozin dozunu belirlemede önemlidir (3). Sağ koroner için genellikle 60 µgr yeterlidir; şüphe varsa 100 µgr doza çıkılabilir. Sol sistem için genellikle tek doz 100 µgr yeterlidir, eğer şüphe varsa ikinci kez 150 µgr uygulanmalıdır. Eğer ikinci ölçüm için tekrar intrakoroner adenozin verilmesi planlandıysa, iki ölçüm arasında 30 sn beklemek yeterlidir. Önemli olan, hacmi fazla (en az 10 ml), serum fizyolojik ile sulandırılmış adenozinin çok hızlı bir şekilde koroner dolaşıma ulaştırılmasıdır. Adenozin içeren enjektörün içeriği hızlı bir şekilde enjekte edilir edilmez, yıkama amaçlı benzer hacimde serum fizyolojik de intrakoroner olarak verilmeli, hemen basınç kaydı, ölçümü başlatılmalıdır.
6. Normal şartlarda, ciddi darlık varlığında Pa basıncı aort basınç trasesi özelliğine sahipken (aortik çentik net olarak seçilirken), Pd basınç trasesi ise ventrikülerizedir (Şekil 4). Uzun süren basınç ölçümleri sırasında bazen Pd ve Pa basınç traseleri aynı basınç özelliği göstermesine karşın arada anlamlı basınç farkı saptanır. Buna 'drift' adı verilir ve hatalı FAR ölçümüne neden olabilen bir sorundur. Pd basınç trasesinde aortik çentik seçilebiliyor ise bu durumdan şüphelenilmeli ve tel kılavuz kateter ostiyumuna geri çekilip basınçların eşitlemesi tekrarlanarak işlem sürdürülmelidir. FAR sırasında kullanılan ajanlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

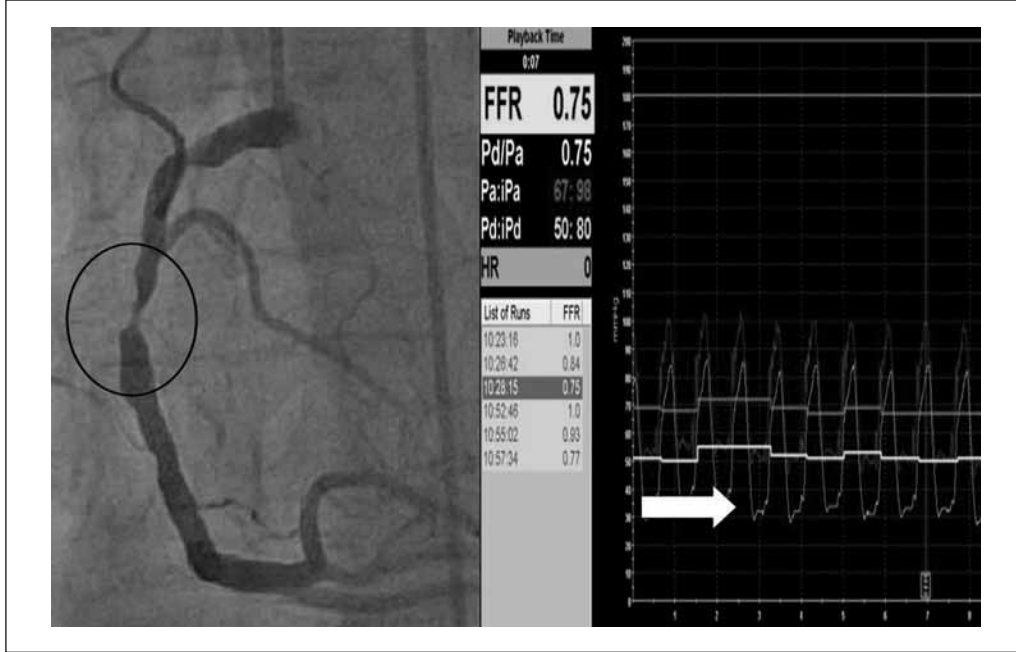
### D. FAR'ın kullanım endikasyonları:

#### 1. Anjiyografik olarak sınırda darlıklarda FAR kullanımı:

Fraksiyonel akım rezervinin en sık kullanılan endikasyonlardan biri sınırda darlıkların hemodinamik açıdan değerlendirilmesidir. Anjiyografik olarak şüpheli darlığı olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, FAR'ın egzersiz elektrokardiyografi, miyokard perfüzyon sintigrafisi ve stres ekokardiyografiye göre hemodinamik açıdan anlamlı stenozu ayırt etmede daha büyük bir kesinliğe sahip olduğu gösterilmiştir (4).

FAR sonucuna göre fonksiyonel açıdan anlamlı olmayan darlıkların medikal izlenmesinin güvenli olduğu ve bu grupta kardiyak ölüm veya MI riskinin yılda yaklaşık %1 olduğu ve bu riskin PKG ile azalmadığı gösterilmiştir (5).





**ŞEKİL 4.** Sağ koroner arter proksimalinde ciddi darlık varlığında Pa basınç trasesi ventrikülerizedir.

Şekil 5a'da benzer anjiyografik özellikleri gösteren 2 ayrı darlığın tamamen farklı hemodinamik özellikler sergilediği görülmektedir.

ESC-2010 miyokardiyal revaskülarizasyon tedavi kılavuzu; iskemi ile ilişkin kanıtlar yoksa iskemi ile ilişkili lezyonun tespiti için FAR-kılavuzluğunda perkutan koroner girişimi önermektedir (6).

**TABLO 1.** FAR esnasında Maksimal hiperemi sağlamak için kullanılan ajanlar ve özellikleri.

|                              |                                                              |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Epikardiyal vazodilatasyon   |                                                              |
| Isosorbide dinitrat          | En az 200-µg ik bolus, ilk ölçümden en az 30 sn önce         |
| Mikrovasküler vazodilatasyon |                                                              |
| Adenozin veya ATP ik         | En az 40-µg ic bolus Sağ KA, 40-80 µg Sol KA                 |
| Papaverin ik                 | 10-12 mg Sağ KA, 15-20 mg Sol KA                             |
| Adenozin veya ATP iv         | 140 µg/kg/dk (santral venden verilmelidir, femoral ven gibi) |

ATP = adenosine triphosphate; ik = intrakoroner; iv = intravenöz; KA = koroner arter.



**ŞEKİL 5a.** Her iki koroner anjiyografide LAD arterindeki darlıklar (çember içindeki) benzer gözükmektedir. Ancak resimin sol kenarındaki D1 hizasındaki LAD darlığının FAR değeri 0.93 bulunmuş, resmin sağ tarafındaki D2 sonrası LAD darlığının FAR değeri 0.70 bulunmuştur.

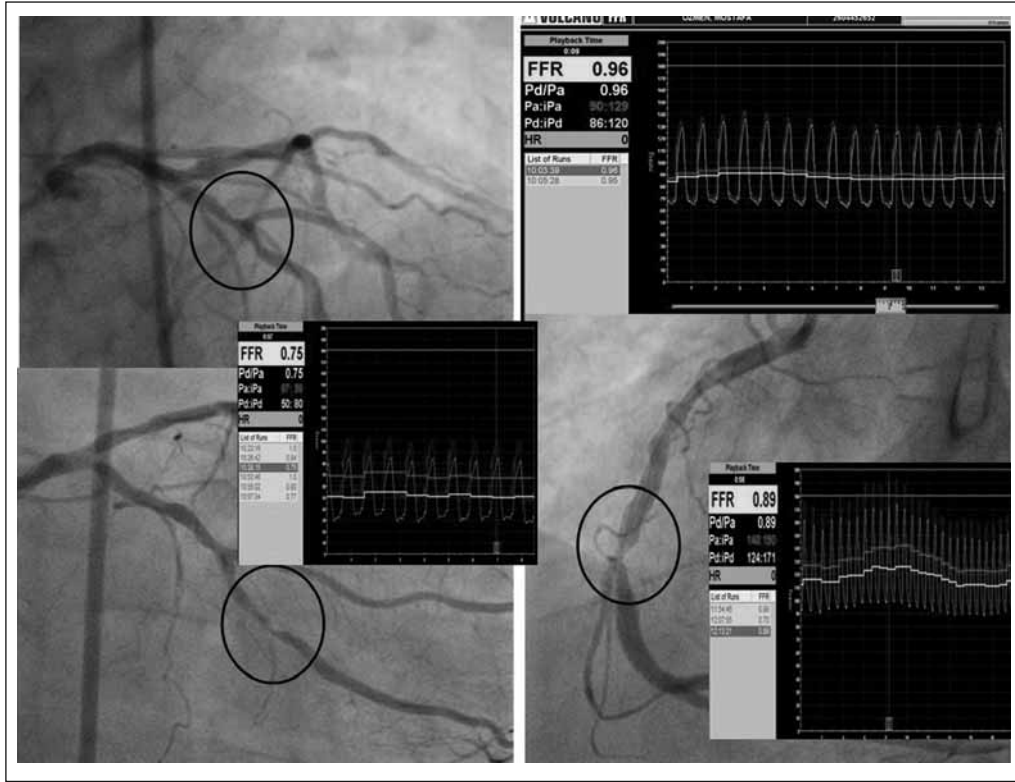
## 2. Sol ana koroner arter darlığında FAR kullanımı:

Sol ana koroner anjiyografik olarak değerlendirilmesi en zor olan segment olup, ciddi darlığın prognostik önemi vardır. Buna karşın, sol ana koronerdeki nonkritik darlığın revaskülerize edilmesi, özellikle internal mammarial arter kullanımında erken greft oklüzyonuna yol açmaktadır.

Noninvaziv testlerin, sol ana koroner darlıklarının değerlendirilmesinde genellikle katkısı yoktur. Özellikle balanse iskemi (dengeli perfüzyon defekti) ile false negatif sonuca neden olabilir. Birçok çalışma FAR'ın sol ana koroner arter darlıklarında güvenli kullanılabileceğini göstermiştir (7). Sınırdaki sol ana koroner arter darlığı olan hastalarda revaskülarizasyona ihtiyacı konusunda karar vermeden önce fizyolojik değerlendirme yapılmalıdır.

## 3. Çok damar hastalığında FAR kullanımı:

Anjiyografik olarak ciddi değerlendirilebilen bir lezyon fizyolojik olarak ciddi bir darlığa yol açmıyor olabilir. Özellikle bu çok damar hastalığı olan hastalarda tedavi stratejisinin belirlenmesinde önemlidir. Zira çok damar hastalığı olan bir hastada anjiyografik olarak anlamlı gözükken LAD lezyonu hemodinamik açıdan anlamlı değilse tedavi stratejisi CABG'den CX ve RCA gibi diğer damarlara PKG işlemine dönüşecektir. Veya anjiyografik olarak anlamlı gözükmeyen LAD lezyonu FAR ile hemodinamik açıdan anlamlı ise PKG



**ŞEKİL 5b.**Üç damar hastalığı tanısıyla FAR incelemesi yapılan hastada LAD proksimal bölgedeki darlık (çemberde) FAR değeri 0.96 (sol üst resim), Cx-OM'deki darlığın FAR değeri 0.75 (sol alt resim), RCA mid bölgedeki darlığın (çemberde) FAR değeri ise 0.89 bulunmuştur (sağ alt resim).

yerine CABG tercih edilecektir. Çokdamar hastalarında noninvaziv görüntüleme yöntemleri iskemik bölgenin lokalizasyonunu tespit etmede yetersiz kalmaktadır. Şekil 5b'de buna benzer bir olgu gösterilmektedir.

Çokdamar hastalığında, FAR eşliğinde yapılan koroner girişimin, standard (anjiyografik) girişime göre daha yararlı olduğu son yıllarda yayınlanan çok merkezli randomize bir çalışma olan FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) çalışmasında gösterilmiştir (5). Bu çalışmada çok damar hastalığında FAR eşliğinde PKG yapılmasının ilk 1 yılda gelişebilecek olası komplikasyonları %30 oranında azalttığı gösterilmiştir. Bu sayede angina her iki grupta aynı oranda azalırken FAR grubunda maliyetler düşmekte ve işlem süresinde herhangi bir uzama olmamaktadır. 2 yılın sonunda FAR eşliğinde PKG yapılan grupta MI ve mortalitenin daha da azalmasına bağlı olarak belirgin bir üstünlük ortaya çıkarken tekrar revaskülarizasyon gereksiminde bir artış beraberinde ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada ortaya çıkan yine önemli bir nokta ise girişim yapılmayan lezyonların prognozlarının oldukça iyi seyretmesidir.

Anjiyografik olarak sınırda koroner arter darlığı olan tek damar hastalarında yapılmış olan DEFER çalışmasında, FAR değeri 0.75 üzeri olan hastalar medikal tedavi veya stent implantasyonuna randomize edilmiş ve 5 yıllık takip sonucunda, her iki grup arasında ölüm veya akut Mİ riski açısından fark görülmemiştir (8).

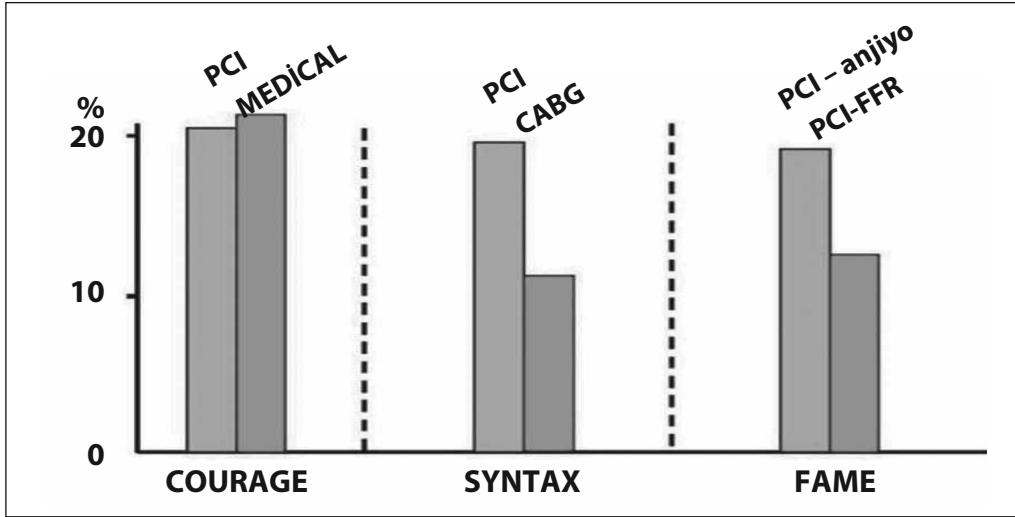
Son zamanlarda çokdamar hastalarında en uygun tedavi yaklaşımını ortaya koymaya yönelik üç büyük çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar COURAGE (Clinical Outcomes Utilizing Revascularization and Aggressive Drug Evaluation) (9), SYNTAX (TAXUS Drug-Eluting Stent Versus Coronary Artery Bypass Surgery for the Treatment of Narrowed Arteries) (10) ve FAME çalışmalarıdır (5). COURAGE çalışmasında orta derecede darlıkları olan 3 damar hastalarında sadece optimal medikal tedavi ile buna ilave olarak PKG yapılan grup karşılaştırılmıştır. Hastaların çoğunda çıplak stent kullanılmıştır. SYNTAX- 3VD çalışmasında çalışmaya sadece 3 damar hastaları alınmış ve yine sadece ilaç kaplı stent kullanılmıştır. COURAGE çalışmasına kıyasla lezyonları daha ciddi hastalar çalışmaya alınmış olup anjiyografik görüntü esas alınarak ilaç salınımlı stent ile PKG yapılan hastalar ve by-pass yapılan hastalar karşılaştırılmıştır. FAME çalışmasında ise ana koroner haricinde 3 damar hastalığı olan hastalar FAR ölçümlerine göre ilaç kaplı stent-PKG ve standart anjiyografik görüntüye göre ilaç kaplı stent-PKG gruplarına ayrılmışlardır. SYNTAX- 3VD ve FAME çalışmalarında çalışmaya alınma kriterleri daha geniş olup, kararsız angina, ST elevasyonsuz Mİ, düşük sol ventrikül EF ve önceden PKG yapılan hastaları da içermektedir.

Bu 3 çalışmanın en önemli sonuçları Şekil 6'da sunulmuştur (1). Çalışmalar göstermiştir ki kritik olmayan lezyonlar medikal takip edilirse yıllık MACE (*major kardiyovasküler olay*) oranları %1'in altındadır. Kritik lezyonlar sadece medikal izlenirse bu oran yıllık %5-10 dolayındadır. Kritik olsun ya da olmasın herhangi bir lezyon stentlenirse yıllık mace oranı %3 civarındadır. Dolayısıyla kritik bir lezyon stentlenirse sonuçlar iyi olmakla birlikte kritik olmayan bir lezyon stentlendiğinde sonuçlar daha kötü olmaktadır. Angina pectoris şikayetinin gerilemesi açısından bakıldığında ise her iki yöntemin sonuçları benzer bulunmuştur. Kritik lezyonların stentlenmesiyle Mİ ve mortalitenin azaltılırken, nonkritik lezyonların stentlenmesi nedeniyle bu yarar gölgelenmektedir.

Bütün bunlar göz önüne alınarak, çok damar hastalığında FAR kullanımı ESC tarafından klas 1 endikasyona alınmıştır (6).

#### 4. Miyokard infarktüsü sonrası FAR kullanımı:

Miyokard infarktüsü sonrası canlı miyokard dokusunun yerini skar dokusu alır. Dolayısıyla infarkt arterindeki darlık daha az bir miyokard dokusunu besleyecektir ve buna bağlı olarak bu bölgenin FAR değeri yükselecektir. Bu bulgu, Mİ sonrası FAR ölçümlerinin lezyonun ciddiyetini olduğundan az göstermesiyle ilgili değildir. Basitçe, akım, basınç gradienti ve miyokard dokusu arasındaki ilişkiyi yansıtmakta ve ilgili ciddi darlığın fonksiyonel öneminin artık olmayabileceğini göstermektedir. Akut Mİ durumunda FAR ölçümü güvenilir ve yararlı olmayıp elektrokardiyografi temel tanı aracıdır. Mİ sonrası 5. günden itibaren ise rezidü iskeminin değerlendirilmesi amacıyla ilgili enfarkt arterine veya diğer arterlere FAR yapılabilir (1).



**ŞEKİL 6.** COURAGE, SYNTAX-3VD ve FAME çalışmalarında MACE (major kardiyovasküler olay) sıklığını gösteren grafik. Grafikte görüldüğü gibi FAME çalışmasında FAR eşliğinde yapılan perkutan koroner girişim daha güvenli olup, MACE oranı daha düşüktür (1).

### 5. Diffüz hastalıkta FAR kullanımı:

Histopatolojik çalışmalar ve son dönemde kullanılmaya başlanan intravasküler ultrason incelemeleri aterosklerozun damar içerisinde yaygın yerleşimini göstermektedir. Yaygın tutulumla bağlı olarak koroner akım ve basınç değerleri progresif olarak düşmekte ve bunun anjiyografide anlaşılması her zaman mümkün olmamaktadır. Diffüz tutulum klinik açıdan kötü prognoz göstergesidir. Diffüz hastalığın hemodinamik etkilerini göstermenin tek yolu maksimum hiperemi altında basınç sensörünün kontrollü bir şekilde geri çekilerek kayıt alınmasıdır (1).

### 6. Ardışık darlıklarda FAR kullanımı:

Aynı arterde birçok darlığın olması durumunda FAR kullanımı geçerliliğini korumaktadır. Bu durumda dikkat edilmesi gerek husus her lezyonun hiperemik kan akımını etkilemesi ve her bir lezyonun diğerinin FAR değeri üzerine etkisi olacaktır (11). Distal lezyonun proksimal lezyon üzerine etkisi proksimalin distal üzerine olan etkisinden daha önemlidir. Teorik olarak her bir lezyonun FAR değerleri ayrı olarak hesaplanabilmekle birlikte, günlük pratikte bu zor bir işlem olduğu için tercih edilmemektedir. Pratikte yapılan ise yaygın diffüz hastalıkta olduğu gibi, maksimal hiperemi altında telin kontrollü olarak geri çekilmesi ve basınç değerlerinin ayrı ayrı kayıt edilmedi. Bu noktadan sonra en kritik olan lezyona girişim yapıp sonrasında tekrar FAR ölçülerek işlemin yeterliliği ve stent gereksinimi değerlendirilir.

### 7. Bifürkasyon lezyonlarında FAR kullanımı:

Artefakt oluşumu ve damar görüntülerinin üst üste gelmesi gibi sebepler nedeniyle bifürkasyon lezyonlarını değerlendirmek zor olabilmektedir. Dahası bu tip lezyonlara kompleks PKG işlemi yapmak teknik olarak daha zordur.

Çalışmalar ışığında öncelikle ana damarın stentlenmesi, şayet yan dalın FAR değeri 0.75'in altındaysa kissing balon dilatasyonu yapılması önerilmektedir. Yan dalın FAR değeri 0.75'in üzerinde ise uzun dönem sonuçları çok iyi olduğu için girişim gerekli değildir (12).

### 8. İşlem sonrası FAR kullanımı:

Başarılı bir stent implantasyonunu takiben FAR ölçümlerinde gradient kalmamalıdır (FAR > 0.90 olmalıdır). Maksimal hiperemi altında telin kontrollü olarak geri çekilmesi ile stent öncesi ve sonrası darlıkların hemodinamik önemleri araştırılabilir (13).

### E. Komplikasyonları:

FAR ile ilişkili komplikasyonlar, koroner anjiyografi ve perkutan koroner girişim ile ilişkili komplikasyonlara benzerdir. Nadir olmakla birlikte FAR ile ilişkili komplikasyonlar Tablo 2'de belirtilmiştir.

### F. FAR'da hata kaynakları:

FAR yöntemi teorik olarak epikardiyal akımdaki değişikliklere özgül olduğu bilinsede mikrovasküler yatağı etkileyen birçok hastalıklar testin güvenilirliğini etkileyebilir (Sol ventrikül

**TABLO 2.** FAR ile ilişkili komplikasyonlar

|                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| • Arteriyel giriş bölgesine ait komplikasyonlar (hematom, psödoanevrizma, anevrizma, arteriyo venöz fistül) |
| • Koroner arter diseksiyonu, oklüzyonu veya perforasyonu                                                    |
| • Koroner veya periferik emboli (serebral, alt veya üst ekstermite, mezenter, renal vb)                     |
| • Koroner arter spazmı                                                                                      |
| • Akut böbrek yetmezliği (Kontrast nefropatisine bağlı)                                                     |
| • Lokal veya sistemik enfeksiyon                                                                            |
| • Miyokard infarktüsü                                                                                       |
| • İnme                                                                                                      |
| • Ciddi aritmiler                                                                                           |
| • Akut akciğer ödemi                                                                                        |
| • Ölüm                                                                                                      |

**TABLO 3.** Sıkı darlık görünümüne rağmen FAR'ın noniskemik bulunmasının nedenleri ve FAR'da hata kaynakları

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fizyolojik açıklamalar     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anjiyografik görünümüne rağmen koroner darlık hemodinamik olarak anlam-sız olabilir</li> <li>2. Sorumlu koroner arterin küçük bir alanı perfüze ediyor olması; eski MI, canlı dokunun az olması ve küçük damar yapısı</li> <li>3. Yaygın kolleteral</li> <li>4. Ağır mikrovasküler hastalık</li> </ol> |
| Yorumlanabilir açıklamalar | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diğer sorumlu lezyon</li> <li>2. Difüz hastalık, fokal stenoz değil</li> <li>3. Nonkardiyak kökenli göğüs ağrısı</li> </ol>                                                                                                                                                                            |
| Teknik açıklamalar         | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Yetersiz hiperemi</li> <li>2. Kılavuz kateterle ilişkili durumlar (derin entübasyon, küçük ostium, yan delikli kateter kullanılması)</li> <li>3. Drift</li> </ol>                                                                                                                                      |
| Gerçek Yanlış-Negatif FAR  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Akut ST yükselmeli MI</li> <li>2. Ciddi sol ventrikül hipertrofisi</li> <li>3. Egzersiz ile indüklenen spazmı</li> </ol>                                                                                                                                                                               |

hipertrofisi, miyokard infarktüsü, DM vb). Ayrıca bazı teknik, anatomik, ve mekanik sorunlar FAR ölçümünde hataya yol açabilir. FAR ölçümünde hata kaynağı teşkil edebilecek nedenler ve anjiyografik olarak ciddi darlık görünümüne rağmen FAR'ın noniskemik bulunmasının olası nedenleri Tablo 3'de verilmiştir (1).

### Sonuç olarak;

Fraksiyonel akım rezervi ölçümleri günümüzde modern ekipmanları ile hızlı, kolay ve güvenli bir şekilde yapılmaktadır. DEFER, FAME çalışmaları, fonksiyonel tam revaskülarizasyon stratejisinin belirlenmesinde FAR kullanımını güçlü bir şekilde destekler niteliktedir. Özellikle şüpheli darlıklarda ve çok damar hastalığı olanlarda FAR'ın sistematik kullanımı önerilmektedir.

### Kaynaklar

1. Nico H.J. Pijls, Jan-Willem E.M. Sels. Functional Measurement of Coronary Stenosis. J Am Coll Cardiol. 2012;59(12):1045-1057
2. Bishop AH, Samady H. Fractional flow reserve: critical review of an important physiologic adjunct to angiography. Am Heart J. 2004 May;147(5):792-802.
3. McGeoch RJ, Oldroyd KG. Pharmacological options for inducing maximal hyperaemia during studies of coronary physiology Catheter Cardiovasc Interv 2008;71:198-204.

4. Pijls NHJ, De Bruyne B, Peels K, et al. Measurement of fractional flow reserve to assess the functional severity of coronary artery stenoses *N Engl J Med* 1996;334:1703–1708.
5. Pijls NH, Fearon WF, Tonino PA, et al. Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: 2-year follow-up of the FAME (Fractional Flow Reserve Versus Angiography for Multivessel Evaluation) study *J Am Coll Cardiol* 2010;56:177–184.
6. Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association of Cardiac-Thoracic Surgery (EACTS); European Association for Percutaneous Coronary Interventions (EAPCI) Wijns W, Kolh P, Danchin N, et al. Guidelines on myocardial revascularization *Eur Heart J* 2010;31:2501–2555.
7. Hamilos M, Muller O, Cuisset T, et al. Long-term clinical outcome after fractional flow reserve-guided treatment in patients with angiographically equivocal left main coronary artery stenosis *Circulation* 2009;120:1505–1512.
8. Pijls NHJ, van Schaardenburgh P, Manoharan G, et al. Percutaneous coronary intervention of functionally non-significant stenosis: 5-year follow-up of the DEFER study *J Am Coll Cardiol* 2007;49:2105–2111.
9. Boden WE, O'Rourke RA, Teo KK, et al. Optimal medical therapy with or without PCI for stable coronary disease. *N Engl J Med*. 2007;356:1503–16.
10. Serruys PW, Morice MC, Kappetein AP, et al. Percutaneous coronary intervention versus coronary-artery bypass grafting for severe coronary artery disease. *N Engl J Med* 2009;360:961–72.
11. Pijls NH, De Bruyne B, Bech GJ, et al. Coronary pressure measurement to assess the hemodynamic significance of serial stenoses within one coronary artery: validation in humans *Circulation* 2000;102:2371–2377.
12. Koo BK, Park KW, Kang HJ, et al. Physiologic evaluation of the provisional side branch intervention strategy for bifurcation lesions using fractional flow reserve. *Eur Heart J* 2008;29:726–732.
13. Van't Veer M, Pijls NHJ, Aarnoudse W, Koolen JJ, Van de Vosse FN. Hemodynamic evaluation of coronary stents. *Eur Heart J* 2006;27:1811–1817.



## 1.2.B. ENDOMİYOKARDİYAL BİYOPSİ

Prof. Dr. Rasim Enar

Endomiyokardiyal biyopsi (EMB), magnetik rezonans görüntüleme gibi daha doğru nonin-vazif görüntüleme tekniklerinin sağlanabildiği sistolik veya diyastolik disfonksiyonlu hastalarda günümüzde daha az kullanılan teşhis aracıdır. Genellikle (kılavuzlarda) EMB allograft rejeksiyonu ve miyokarditlerin olası tedavi edilebilir bazı şekillerinin bulunması için yapılmaktadır (Tablo 4). Bu girişimin aritmojenik sağ ventrikül displazisi gibi diğer hastalıklardaki rolü bunların etkili tedavisi olmadığından tartışılmaktadır (Tablo 5).

1958’de Weinberg, Fell ve Lynfield tarafından, spesifik semptomları olmadığından kesin teşhisi engellenen 5 hastada miyokardiyal ve perikardiyal biyopsi girişimi gösterilmiştir. Bu araştırmacılar, sol dördüncü interkostal aralığın kesip açmış, takiben de kartilajın rezeksiyonu sonucunda plevrayı görerek perikardiyumu ortaya çıkarıp epikardiyum ve miyokardiyumun biyopsisine olanak sağlamışlardır.

1962’de, Japon Konno ve Sakakibara yeni teknik ile Biptom kateteri ile modern transvenöz endomiyokardiyal biyopsiyi yapmıştır. Bu yöntemde önceki iğne veya insizyonbiyopsi metodundan farklı olarak endomiyokardiyal doku örneği Biptom ile “çimdiklenerek, kısıtılarak” alınmıştır.

1973’de Caves ve ark. modifiye edilmiş Biptom ile daha basit, emniyetli yeni teknik ile ortotopik kalp transplantasyonu hastalarında seri olarak endomiyokardiyal biyopsi yapmıştır.

**TABLO 4.** AHA/ACC/ESC-2007, Endomiyokardiyal Biyopsi İndikasyonları

**Sınıf I (Mutlak) indikasyonlar:**

- <2 hafta içinde, normal büyüklükte ve dilate SV ve hemodinamik bozukluk ile ilişkili, yeni oluşan kalp yetersizliği.
- 2 hafta-3 ay içinde yeni oluşan, dilate SV ve yeni ventriküler aritmiler, ikinci- veya üçüncü- derece AV blok ile ilişkili kalp yetersizliği, veya 1-2 haftada olağan bakım ve tedaviye cevap vermeyen yetersizlik.

**Sınıf IIa (Rölatif) İndikasyonlar:**

- >3 aydan beri süren, dilate SV ve yeni ventriküler atritmiler, ikinci- veya üçüncü- derece kalp bloğu ilişkili olan ve olağan tedavi ve bakıma 1-2 hafta içinde cevap vermeyen kalp yetersizliği.
- Şüpheli herhangi bir süre devam eden allerjik reaksiyon ve/veya eozinofili ile ilişkili, Dilate kardiyomiyopati ile ilişkili olan kalp yetersizliğinde.
- Kalp yetersizliği ile ilişkili olduğundan şüphelenilen Antrasiklin kardiyomiyopatisi.
- Açıklanamayan restriktif kardiyomiyopati ile ilişkili kalp yetersizliği.
- Kalp tümöründen şüphelenilen hastalar.
- Çocuklarda anlaşılamayan kardiyomiyopati

**TABLO 5.** Endomiyokardiyal Biyopsinin Rölatif Kontrindikasyonları

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| • Hastadan bilgilendirme rızası alınamamış.                                        |
| • Hasta koopere değil (konfuze veya ajite).                                        |
| • Derin hemodinamik bozukluk.                                                      |
| • Cerrahi desteğin sağlanamaması.                                                  |
| • Koagülopati (INR>1.5).                                                           |
| • Mekanik triküspid protezi.                                                       |
| • Anlamli sağdan-sola şant (hava embolisi riski).                                  |
| • Miyokardiyumun incilmesi (MI'den sonra, sağ ventrikülün aritmojenik displazisi). |
| • Sağ atriyum veya sağ ventrikülde trombus.                                        |

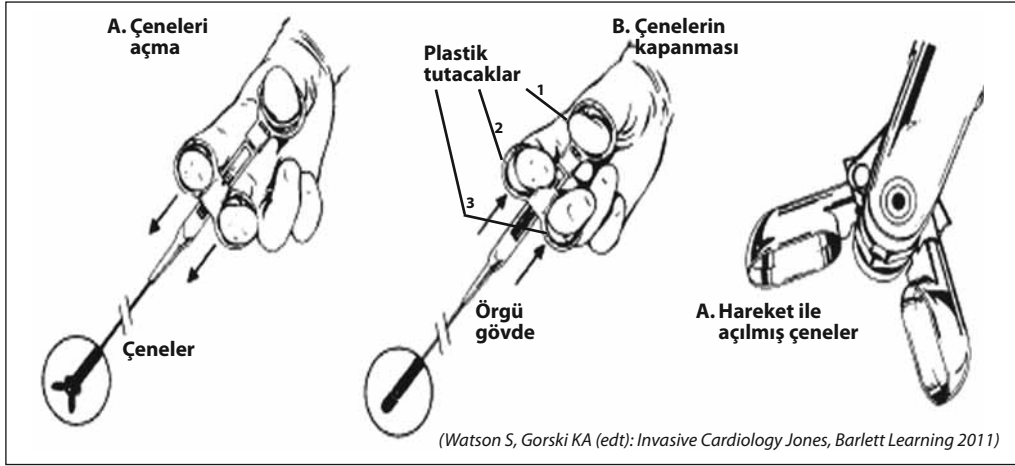
**Bioptomlar:**

Bugün kullanılmakta olan Bioptomların, radyo-opak, paslanmaz çelik kesici çeneleri bulunur ve operatör tarafından kullanımları kolaydır (Şekil 7, Şekil 8, Şekil 9).

- Bioptomların değişik çapları bulunur; sağ internal juguler ven veya sağ subklavyan ven giriş için 9F ve femoral ven kanülasyonu için 7F (Şekil 8). Bioptomların uzunluğu da farklıdır, üstlenilen venöz yaklaşıma bağlıdır. Yaklaşık Bioptom Uzunluğu; boyundan giriş için 50 cm; femoral kanülasyon için ise 100 cm'dir. Alınan endomiyokardiyal biyopsi örneğinin büyüklüğü de değişebilir.

Amerika ve Avrupada sık kullanılan standart cihaz *Caves-Shultz* (Kuzey Amerika'da "Novatome" tercih edilen bioptomdur) bioptomudur. Bioptomun temel yapısı ve fonksiyonu radikal olarak değişmez, ancak cihazda bir takım modifikasyonlar meydana getirilmiştir (Kawai Bioptomu ile intrakardiyak izleme gibi). Bioptomlar kullanıp-atılan veya yeniden-kullanılabilen tipte olabilir. Kullanıp-atılan bioptomlar etilen oksit gazı ile sterilize edilip, tek kullanım için tasarlanmıştır. Bunlar sağ ventriküle girişi kolaylaştırmak için önceden şekillendirilmiştir. Birden fazla kullanım için bioptomun yapısal ve fonksiyonel bütünlüğü imalatçı tarafından garanti edilmemiştir. Ayrıca, temizlenme zorluğu, önceki kullanımdaki biyolojik materyal bioptomdan açığa çıkmışsa hastada yan etkileri (titreme ve üşüme ile ateşlenme, bulantı, kusma ve cilt döküntüleri gibi) görülebilir.

Sterilizasyona gitmeden önce tekrar-kullanılabilen bioptomlar tamamen iyice temizlenmelidir, biyopsi-çenelerinin (Şekil 9) temizlenmesine özellikle dikkat edilmelidir. İmalatçılar bioptomun fonksiyonunun korunması için bakımının düzenli yapılmasını tavsiye etmektedir.



**ŞEKİL 7.** Kullanıp atılabilir ucu şekillendirilebilir ve dönen çeneleri, net tel örgü gövdesi, paslanmaz, çelik tel sarım ve yaylı. 3 plastik tutacak ile biptomun çenelerinin fonksiyonu kontrol edilir. Tutacağın başparmak halkası her başparmak pozisyonu ile uyumlu eğilir ve döner, elle stresi azaltır.

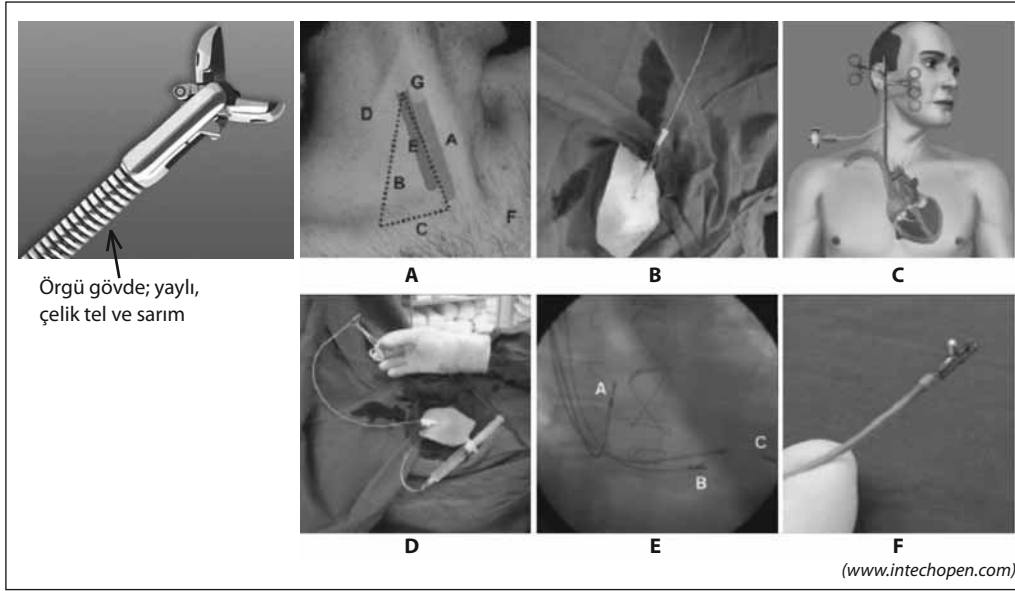
### Endomiyokardiyal Biyopsi İndikasyonları:

Teşhise yardımcı olmak ve kanıtlamak için kalp dokusuna ihtiyaç duyulduğunda endomiyokardiyal biyopsi (EMB) yapılır. Başlıca endomiyokardiyal biyopsi indikasyonları (Tablo 4, 6):

- Allograft rejeksiyonunun değerlendirilmesi ve tedavisi.
- İdiyopatik veya ilacın-neden olduğu kardiyomiyopatinin (kardiyotoksisite) değerlendirilmesi ve tedavisi.
- İdiyopatik ventriküler taşikardinin değerlendirilmesi ve tedavisi.
- Restriktif veya konstriktif kalp hastalığının araştırması, değerlendirme ve tedavisi.

**TABLO 6.** Endomiyokardiyal biyopsi ile teşhis edilebilen kalbi tutan hastalıklar

| <b>Tedavi-edilebilir durumlar:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Daha az tedavi-edilebilir durumlar:</b>                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allograft rejeksiyonu</li> <li>• Kardiyak amiloidoz</li> <li>• Dev hücreli miyokardit</li> <li>• Hipereozinofilik sendrom</li> <li>• Antrasiklin toksisitesini evrelendirme</li> <li>• Kardiyak Sarkoidoz</li> <li>• Kardiyak Hemokromatozis</li> <li>• Lyme karditi</li> <li>• Fabry hastalığı</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miyokardit (Dev hücreli-olmayan)</li> <li>• Aritmojenik sağ ventrikül displazisi</li> <li>• Glikojen depo hastalığı</li> <li>• Romatizmal kardit</li> <li>• Chagas hastalığı</li> </ul> |



**ŞEKİL 9.** En üst sırada solda internal juguler venden endomiyokard biyopsi ve biyoptomun çeneleri (Forsetleri). En üst sırada A, B, C:

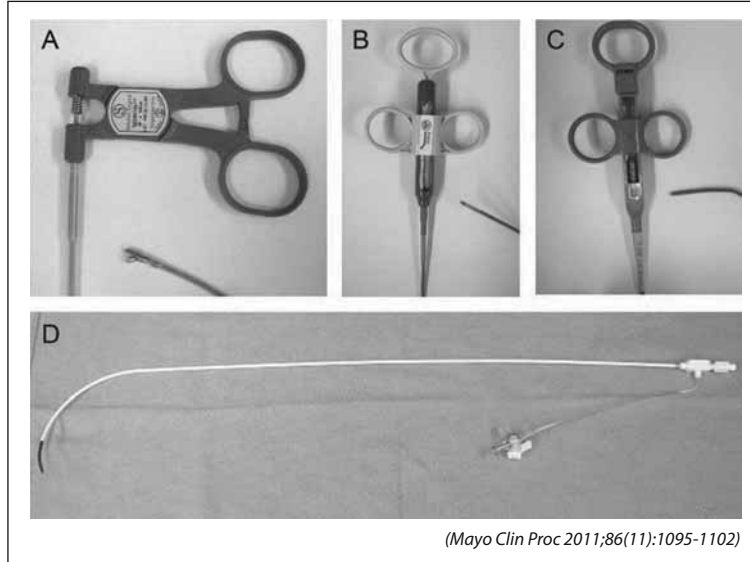
Sağ İnternal Juguler ven yolu ile endomiyokardiyal biyopsi: **A-** sağ İnternal venöz ponksiyona yardımcı olacak Servikal anatomik ana yapıların çizimi: (A) Sternokleoidomastoid adalenin (SKMA) lateral kenarında sternal baş; (B) SKMA'nın medial kenarında klavikular baş. (C) Klavikula; (D) Sağ eksternal Juguler ven; (E) İnternal Juguler ven; (F) Manubrium; (G) sağ karotis arteri.

**B-** İğne ve kılavuz tel ile internal juguler venin ponksiyonu. **C-** Miyokardiyal parçanın çıkarılması sırasında biyoptomun şematik pozisyonu gösterilmekte. **D-** Önceden şekillendirilmiş Biyoptomun kılıftan geçişi. **E-** Transplantasyondan sonra akut organ reddini izlemek için iki odacıklı kalp pili ile floroskopi yönlendirmesi ile rutin endomiyokardiyal biyopsi. (A) Atriyal elektrod; (B) Biyoptom; (C) Ventriküler elektrod. **F-** Biyoptomda doku fragmanı.

Endomiyokardiyal biyopsi ile teşhis edilen başlıca kalp hastalıkları: (a) İmmun veya inflamatuvar hastalıklardır, (b) dejeneratif kalp hastalıklarıdır. Günümüzde endomiyokardiyal biyopsinin en sık indikasyonu ortotopik veya heterotopik kalp transplantasyonundan sonra allograft rejeksiyonunun bulunması ve gözetimidir. Endomiyokardiyal biyopsi transplante edilen kalpte histolojik değişikliklerin ciddiyetinin haritasının çizilmesine ve rejeksiyon tedavisinin etkinliğinin izlenmesine olanak sağlar.

## EMB TEKNİĞİ, PRENSİPLERİ VE İŞLEM

Sağ veya sol ventrikülün endomiyokardiyal biyopsisi, bulunabilen herhangi bir biyoptom kullanılarak yapılabilir (Şekil 8). Sağ ventriküler endomiyokardiyal biyopsi; sağ internal juguler ven, sağ subklavyan ven, sağ veya sol femoral ven yolu ile yapılabilir. Sol ventriküler biyopsi ise sağ veya sol femoral arter girişinden retrograd yol ile yapılabilir.



(Mayo Clin Proc 2011;86(11):1095-1102)

**ŞEKİL 8. Çoğunlukla kullanılmakta olan biyoptomlar:**

- A. Tek kullanımlı 50 cm Novatome, 9F kılıf ile kullanılan 2.3 mm uç.
- B. Argon endomiyokardiyal biopsi forsepleri 6Fr kılıf ile kullanılan 1.8 mm uç ve 7Fr kılıf ile kullanılan 2-3 mm uç.
- C. Bipal 7 biyoptom 6-7Fr kılıf gereken 2-3 mm uç, 50 cm ve 104 cm,
- D. Sağ femoral venden uzun bipal 7 biyoptom kullanıldığında 8Fr Transseptal Mullin kılıfı gerekir.

Sağ ventrikülün endomiyokardiyal biyopsisinde sağ internal juguler venin kanülasyonu nisbeten kolaydır, biyoptomun kolayca sokulmasını sağlar, komplikasyon riski çok azdır (Şekil 10).

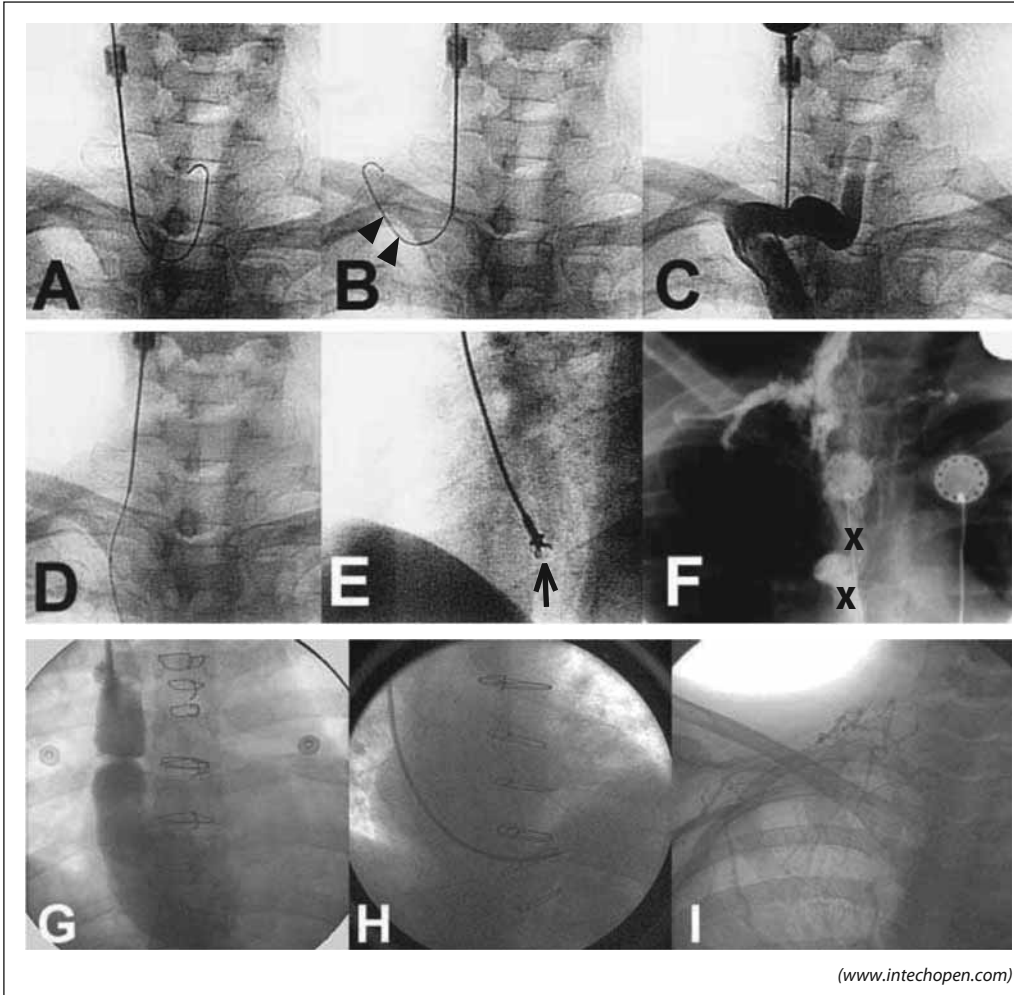
Heterotopik olarak transplante edilmiş kalp ile karşılaşıldığında; uygun venöz yaklaşımı kısmen anastomozun açısı belirler (donorun sağ atriyum ve alıcısındaki sağ atriyum veya superiyor vena kava arasındaki anastomoz). Sol subklavya veya sol femoral ven tercih edilen yaklaşımdır.

Endomiyokardiyal biyopsi kateterizasyon laboratuvarında elektrokardiyografik izlem ve floroskopi kontrolunda yapılır.

**Hastanın hazırlanması:**

EMB öncesi hastanın hazırlanması merkezin protokuluna göre değişebilir. İşleme başlamadan önce hastanın eğitilmesi ve rızasının alınması için bilgilendirilmesi gerekir, acil cerrahiye gitme ve hatta ölüm olasılığı olan perforasyon riski deneyimli ellerde çok düşüktür (<%1).

- Hasta kateter laboratuvarına alınca EKG (telemetri), kan basıncı (noninvazif) ve pulse (parmak ucu nabızdan) oksimetri işlemin başından sonuna devamlı izlenmelidir. İzle-



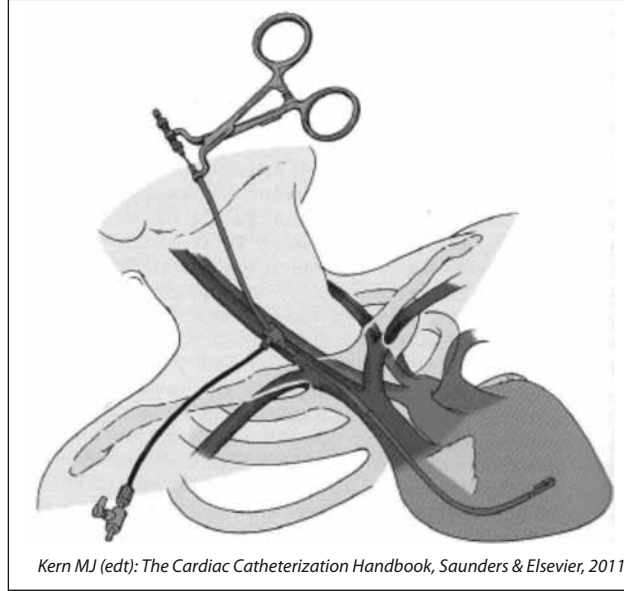
(www.intechopen.com)

**ŞEKİL 11. Ekokardiyografi yönlendirmesi ile endomiyokardiyal biyopsi:**

**A-** Sağ İnternal Juguler venden kılavuz teli geçirmeye çalışmak; **B-** Kılavuz tel sağ subklavyan vene yönelmiş (ok başı). **C-** Kontrast injeksiyonu venöz anatomiye göstermekte. **D-** İğne hafifçe eğim yaptıktan sonra eğilerek (yatay konuma getirilerek) kılavuz tel geçirilir; **E-** İki çenesi ile (ok) biyoptomu içeri sokmak (sokarken çeneler kapalı, kalp boşluğunda ise çeneler açılır); **F-** Obstrüksiyon ile belirginleşen superiyor vena kava (X); **G-** Bikaval tekniği ile kalp transplantasyonundan sonra vena kava anastomozu ve darlığı. **H-** kılavuz tel yardımı ile kılıf sağ ventriküle yerleştirilir. **I-** Üst venöz sistemde obstrüksiyon.

meye işlemiden sonra birkaç saat daha devam edilmelidir, çünkü miyokardiyal perforasyon ve sonrasında perikardiyal efüzyon EMB girişiminden bir süre sonra ortaya çıkar.

- Venöz yaklaşım ne olursa olsun hasta her zaman düz yatmalıdır. Venöz giriş internal juguler (en sık), subklavyan ve femoral venlerden sağlanabilir. Ultrason kılavuzluğu veya santral venöz basıncı yükselten manevralar (Valsalva, bacakların takoz ile yükseltilmesi ve Trendelenburg pozisyonu) venöz girişin sağlanmasına yardımcı olur. Bazı merkezler



**ŞEKİL 10.** İnternal juguler yaklaşım. Biptomun ucu sağ ventrikül apeksinde, interventriküler septumu göstermekte

venöz basıncı yükselmesi için EMB öncesi sıvı desteğinin (oral veya IV) yapılmasını tavsiye etmektedir.

EMB'yi yönlendirmek için çoğunlukla Floroskopi kullanılmaktadır. Bununla birlikte gebelerdeki gibi özellikle maruz kalınan radyasyon dozunun azaltılması isteniyorsa ekokardiyografi de kullanılabilir (Şekil 11).

#### Cihazlar:

**Venöz giriş-kılıf:** Seldinger tekniği kullanılarak venöz giriş sağlanır, iğnenin içinden venin lumenine yerleştirilen kılavuz telin üzerine iğne çıkarıldıktan sonra geçirilen kılıf telin üzerinde vene doğru ilerletilir. Böylece kılıf ile vasküler yapıların her biptom sokulurken zarar görmesi önlenir.

- (a) Sağ internal juguler ven veya subklavyan ven yaklaşım için standart kısa kılıf (11 cm, 7Fr veya 8Fr) genellikle yeterlidir. (b) Önceden kalp transplantasyonu olmuş hastalarda biptomu sokarken venöz açılanmayı azaltmak veya damar duvarının hasarını önlemek veya dikiş çizgisinin korunması için orta-uzunlukta kılıf (24 veya 35 cm) kullanılması faydalı olabilir. (c) Sol internal juguler ven yaklaşımında doktorun tercihi, venöz ve kardiyak anatomiye dayanarak ucu tek veya çift kavisli uzun kılıf (40 cm, 7Fr) kullanılabilir. (d) Femoral yaklaşımda sağ ventriküle kolaylıkla yerleşen kavisli 7Fr, 85 cm uzun transeptal kılıf kullanılır (Mulin kılıfı gibi) (Şekil 8D).

**Bioptom:** İki temel biyoptom tipi bulunur: (1) Bağımsız ve sert (esnek olmayan), uzun kılıf gerekmeyen sağ ventrikül içinde emniyetli manevra yapılabilmesi doktorun deneyimine bağlı olan. (2) Bükülgen, esnek, sağ ventriküle içine doğru ilerletilip yerleştirilmesi için uzun kılıf gereken Bioptom. Günümüzde, tekrar sterilize edilebilen ve tekrar kullanılabilen bioptomlar yaygın olarak tercih edilip kullanılmaktadır, bir defa kullanıp-atılan bioptomlar da bulunmaktadır. İnternal juguler ven ve subklavyan venöz yaklaşımı için 50 cm uzunluğunda biyoptomlar kullanılır. Femoral yaklaşımda ise daha uzun (105 cm kadar) bioptomlar kullanılır (Şekil 8).

### **Sağ ventriküler biyopsi:**

Sağ ventrikülün EMB'si her iki sağ veya sol internal juguler, subklavyan ve femoral ven yolu ile yapılabilir. Gerekirse, nadir de olsa sol ventrikülden EMB femoral arter yolu ile elde edilebilir.

**a. İnternal Juguler ven yaklaşımı:** Hastanın standart hazırlanması ve lokal anestezi sonrası, gerekli anatomik yer belirlenir (bakınız, venöz girişin hazırlanması); küçük nolu iğne ile kılavuz ponksiyon (Deneme ponksiyonu) yaparak ven lokalize edilebilir (Bölüm 1.1). Tek-parça, ön-duvar Seldinger iğnesi ile internal juguler vene sokulduktan sonra, kılavuz tel ve sonra da damara giriş-kılıfı tekniğine uygun olarak vene sokulup, yerleştirilir.

Çeneleri kapatılmış ve ucu düzleştirilmiş bioptom floroskopi altında veya ekokardi-yografi yönlendirmesi ile, transplantasyon hastasında atriyal (allograft) dikiş çizgisinden geçirilerek ucu sağ atriyumun lateral duvarının alt 1/3'nün karşısına gelinceye kadar ilerletilir; sonra da ventrikül kavitesinin içine doğru ilerletilirken aynı zamanda da saat-tersi yönünde yavaşça döndürülür (Şekil 10). Bu işlem sırasında bioptomun ucu düzeltilmemeli; sağ ventrikülün apikal yarısına ulaşıncaya ve sapı arka yönü işaret edinceye kadar kateter döndürülmeye devam edilir.

- Bu noktada bioptomun ucu interventriküler septuma dayanmalı, pozisyonu floroskopi altında daha fazla ilerletilememesi ve ventriküler erken kontraksiyonlarının oluşması ile doğrulanmalı.
- Ventriküler erken vuruların olmaması ve atriyal erken vuruların meydana gelmesi; bioptomun sağ atriyum veya koroner sinüsün içinde ilerlediğini işaret edebilir. Şayet biyoptomun pozisyonu ile ilgili herhangi bir şüphe varsa bioptom geri çekilip işleme yeniden başlanmalıdır.
- Bioptom istenen pozisyona gelince; 0.5-1.0 cm geri çekilip çeneleri açıldıktan sonra tekrar ilerletilir; endokardiyuma dokunduğunda, çeneler kapanır ve çeneleri kapalı iken bioptom devamlı floroskopi altında yavaşça geri çekilir (Şekil 10, Şekil 11). Geri çekerken bioptomun ucunda biraz çekiştirme, takılma sıklıkla hissedilir. Bioptomun ucunda aşırı çekme ve birçok ventriküler erken atım oluşması durumunda kateterin pozisyonu hemen gözden geçirilmelidir.
- Örneklem hatalarını azaltmak için, genellikle septumun farklı bölgelerinden 4-6 biyopsi örneği alınmalı.
- İşlem tamamlanınca kılıf bioptom çıkarıldıktan sonra çıkarılıp, hemostaz sağlanır. EMB'den sonra hasta 2-4 saat izlenmeli.



**b. Femoral ven yaklaşımı:** Hastanın standart hazırlanması ve giriş yerinin lokal anestezi-sinden sonra, lokal giriş noktası belirlenir. Sağ (daha sık) veya sol femoral ven ön-duvar seldinger iğnesi ile ponksiyon edilir ve 0.038 kılavuz tel iğnenin içinden geçirilerek floroskopi altında sağ atriya yukarı doğru ilerletilirken, 7F uzun (85 cm) kılıf-dilatör kompleksi floroskopi altında tek parça halinde kılavuz telin üzerinden ilerletilip, sağ atriya girilir; sonra da dilatör kılıfın içinden geri çekilip çıkarılır, kılavuz tel yardımı ile triküspid kapak geçilir (ucu balonlu-pulmoner kateter de kullanılabilir). Kılıf sağ ventrikülün içinde intraventriküler septuma doğru ilerletilir; basınç dalgaları ve ventriküler erken vuruların meydana gelişi ve floroskopi kılıfın yerini doğrular. İçinde pıhtı oluşumunu önlemek için, özellikle işlemin uzun sürmesi bekleniyorsa venöz kılıfın proksimalindeki giriş-ağızının yan-koluna (sürekli yavaş) heparinli SF infüzyonu bağlanır.

Uzun yönetilemeyen biptom kılıfın içinden ilerletilir ve sonra da örnek almak için kullanılır, internal juguler vendeki biçime benzer şekilde biyopsiler alınır.

**c. Subklavyan ven yaklaşımı:** Hastanın standart hazırlanması ve giriş yerinin lokal anestezi-sinden sonra; anatomik giriş yerinin tanımlanması gerekir (Bölüm 1.1). Subklavyan venin tekniğine uygun (bakınız, venöz giriş yeri) ponksiyonundan sonra, kılavuz tel ve sonra da kılıf vene yerleştirilir. Ventriküler erken atımların oluşması ve floroskopide biyoptomun interventriküler septuma temas ettiğini işaret eden görüntüsü, kateterin sağ ventrikül içindeki yerini doğrular; sonra da internal juguler vendeki gibi biyopsiler alınır.

### Sol ventrikül biyopsisi

**Femoral arter yaklaşımı:** Hastanın standart hazırlanması ve giriş yerinin lokal anestezi-sinden sonra, anatomik giriş yeri tanımlanır (Bölüm 1.1). Sağ (daha sık) veya sol femoral venin tekniğine uygun ponksiyonundan (bakınız arteriyel giriş yeri) sonra, 0.035" kılavuz tel asendan aortaya yukarıya doğru ilerletilir sonrada üzerinden, kısa 8F kılıf artere sokulur; daha sonra Pigtail kateter uzun kılavuz telin yönlendirmesi ile üzerinden asendan aortaya kadar ilerletilir ve tekniğine uygun şekilde aort kapaklardan geçirilerek sol ventrikülün içine girilir.

- Daha sonra, kateter çıkarılır, kılavuz tel sol ventrikülde bırakılır; 8F kavisli uzun kılavuz-kılıf ile önceki kısa artere giriş kılıfı değiştirilir. Kılıfın ucu, mitral kapak yapılarının distalinde, ince postero-bazal duvardan uzak, interventriküler septuma doğru yönlendirilmelidir. Kılıfın pozisyonu dikkatle doğrulanmalıdır (basınç dalgaları ve iki farklı projeksiyon açılı floroskopi görüntüsü ile).
- Biptom sokulmadan önce 5,000 U heparin intravenöz verilir.
- Uzun yönetilemeyen Biptom uzun kılavuz kılıfın içinden ilerletilir, sol ventriküle girilir ve sağ ventriküldeki gibi sol ventrikülden biyopsiler alınır.
- Her biyopsiden sonra kateter aspire edilip yıkanmalıdır. Biptom çıkarıldıktan sonra kılavuz kılıfın içine hava girebileceğinden ve pıhtı oluşabileceğinden, işlemin sonunda heparinin etkisini geri döndürmek için Protamin yapılmamalıdır, devam eden heparin etkisi ile biyopsi yerlerinde trombus oluşumu azalabilir.

**İşlem:**

Sedasyon anksiyöz hastaların işlemi daha iyi tolere edebilmelerine yardımcı olabilir.

- Hastanın başı 30-45° sola döndürülür. Giriş için internal juguler ven kullanılacak hastalarda boynunun sağ tarafı hazırlanır (santral venöz giriş-kılıfı yerleştirilmesi gibi), steril alan sağlanır, sağ internal juguler ven belirlenir ve bu bölge lokal olarak anestetize edilir.
- Anestezikin etkisi görülünce, ciltte küçük bir kesi yapılarak iğne buradan buradan İJV'ye sokulur (venöz girişin hazırlanması için), sonra da kılavuz tel iğnenin içinden vena kava superiyorun içine doğru ilerletilir; tel vende bırakılarak iğne çıkarıldıktan sonra kılıf telin üzerinden ilerletilerek vena sokulur. Floroskopi ile kontrol edilmeli ve kılavuz tel sağ atriyumun içine kadar ilerletilmemelidir, ventriküler erken vuruları başlatabilir.
- Kılıf İJV'ye yerleştirildikten sonra kılavuz tel çıkarılır ve biptom çeneleri kapalı iken direk olarak kılıfın içine sokulur ve sağ atriyuma doğru ilerletilir. Sonra da saatin-tersi yönünde döndürülür, ondan sonra triküspid kapaktan geçirilir, biptom geçişte zorlanmamalıdır.
- Sağ ventriküle girince saatin-tersi yönünde döndürme devam etmeli ve biptom interventriküler septuma yakın yerleştirilmelidir. Bu pozisyon EKG'de ventriküler erken atımların (sol dal bloğu örneği gösteren) görülmesi ile kanıtlanabilir. Sağ ventrikülün serbest duvarı sadece 1-2 mm kalınlığındadır (sol ventrikül kalınlığının ¼'ü kadar), buradan biyopsi alınması perforasyona sebep olabilir.
- Biyoptomun pozisyonu floroskopide doğrulanmalıdır. Pozisyon doğrulanınca biptom 1-2 cm geri çekilir ve çeneleri açılır ve septum veya apeks (serbest duvardan kaçınılmalı) ile angajmanı (birbirine geçmesi) için biptom yavaşça ilerletilir ve miyokard örneği almak için çeneleri yavaş ve yumuşak bir şekilde kapatılır (Şekil 7). Biptomun dikkatsizce ilerlemesini önlemek için örnek alındıktan sonra dikkatle çıkarılmalıdır.
- Örnek biptomun forseptinden küçük iğne veya ıslak filtre kağıdı kullanarak yavaşça çıkarılmalıdır. Biptom diğer biyopsi girişiminden önce (kılıfa sokmadan) temizlenmeli ve kan doku parçaları çenelerinden boşaltılmalıdır. Kılıf sık yıkanmalıdır.
- Biyoptomun çeneleri açılıp bir defa kapatılıp örnek alındıktan sonra, içerde çeneler açılmamalıdır; çeneler kapalı iken kılıftan geri çıkarıldıktan sonra vücuttan dışarı alınan örnek kontrol edilip, formalin solüsyonuna konduktan sonra, biptam yıkanıp, ikinci örnek için tekrar sokulmalı temizlenir.

Önceki biyopsi yerini saptamak güçtür, küçük bir bölgede trombus ihtiva eder. Bununla birlikte, tekrarlayan biyopsiler endomiyokardiyal fibrozise neden olabilir ve örneğin histolojik yorumlanması doğru sonuca ulaşılmasını engelleyebilir. Biyopsi infiltratif hastalığı teşhis etmek için alınacaksa; biyopsi farklı miyokard bölgelerinden alınmalıdır, infiltratif hastalık ile ilişkili histopatolojik değişiklikler sıklıkla küçük lokalize bölgelerde meydana gelir. Buna karşı transplantın rejeksiyonu ile ilişkili değişiklikler daha global ve geniş çaplıdır. Örneklem hatalarının sıklığını azaltmak için sağ ventrikülden en az üç örnek alınmalıdır. 9F biyoptom 2-3 mm çapındaki doku örneğini toplar. 9F biptom ile alınan üç doku örneği sonucunda yanlış-negatif biyopsi hatası %5'dir, dört örneğin ise %2 yanlış-negatif biyopsi hatasını öngörür. Daha küçük biyoptom kullanıldığında daha küçük doku örneği alınır,

örnekleme hatasını azaltmak için 7F biyoptom ile 5-6 örneğin alınması gerekir. ISHLT (international society heart and lung transplantation), gereken araştırma ve kullanılan biyoptomun büyüklüğüne bağlı olarak 4-6 örneğin alınmasını tavsiye etmiştir.

- Doku örneğinde oluşan doku kontraksiyon artefaktlarının miktarını azaltmak için, biyopsi işleminden hemen sonra örnek formalin solusyonuna (%10) konmalıdır. Formalin oda ısısında tutulduktan, fiksasyon ve işleme tutulmadan sonra, biyopsi dokusu daha kolay dilimlenmesini sağlayan parafin mumuna sokulur. Örnek ince (4-5 mikron) dilimlere kesilir ve ileri değerlendirme için slaydın üzerine monte edilir. Acil teşhise ihtiyaç duyulduğunda, biyopsi dokusu dondurularak slaydın üzerine monte edilir (soğuk parçalara ayırma).

#### **Biyopsi sonrası yaklaşım ve işlem:**

Biyopsi işleminin tamamlanmasını takiben giriş kılıfı çıkarılır ve venöz kanülasyon (kılıf yerleştirilen) yerine 2-3 dakika veya hemostaz sağlanana kadar sabit baskı uygulanır. Arteriyel kanülasyonlu hastalarda hemostaz sağlanana kadar 20-30 dakika arteriyel giriş yerine bastırılması gerekir. Ponksiyon yeri üzerine steril örtü yerleştirilmeli ve bu örtü 24 saat sonra kaldırılmalıdır. Klinik olarak indike olmadıkça biyopsi sonrası radyografi ve diğer tetkikler rutin değildir.

- Sağ internal juguler ven, subklavyan venöz yol ile biyopsiden sonra odasına dönen hasta normal aktivitelerine başlayabilir. Dik oturur pozisyonunda kalması biyopsi yerinden kanama veya sızıntı riskini azaltabilir. Bir saat 15 dakikada bir hastanın nabızı ve kan basıncı izlenip kaydedilmelidir. Bir saat sonra hasta yemek yiyebilir.
- *Femoral venöz yolla* EMB'ye giden hastalar hareketlendirilmeden önce 2-4 saat sırtüstü yatırılmalıdır. Arteriyel kanülasyon yerleştirilip çıkarılmışsa hasta 4-6 saat sırtüstü yatırılmalıdır (kullanılan kılıfın büyüklüğüne bağlı). Kanama veya hemodinamik değişiklikler için vital bulgular sık kontrol edilmelidir.

### **KOMPLİKASYONLAR**

Hemen tüm komplikasyonlar, işlem sırasında meydana gelir ve transvenöz endomiyokardiyal biyopsinin kendisi ile ilgilidir.

- Komplikasyonlar; sağ ventrikül perforasyonu ve epikardiyal tamponad, ventriküler aritmiler, supraventriküler aritmiler, geçici kalp bloğu, pnömotoraks, arterin ponksiyonu, sinir parezisi ve venöz hematoma oluşumu. Gelişen komplikasyon için gerekli acil teçhizat el altında kullanıma hazır bulundurulmalıdır.

#### **A. Sağ ventrikül perforasyonu ve perikard tamponadı:**

Endomiyokardiyal biyopsi ile ilişkili en büyük risk sağ ventrikül perforasyonudur, perikard tamponadına neden olabilir, interventriküler septumdan ziyade serbest ventrikül duvarının biyopsisi perforasyon ile sonuçlanır. Ventrikül perforasyonundan sonra perikard tamponadı seyrektir.

- Biyopsi sırasında ağrı şikayeti olan hasta yakından izlenmelidir, ağrının kaynağı tanımlanmaya kadar işlem durdurulmalıdır. Perikardiyal (kanama) birikintinin (orta ve büyük miktarda) belirlenmesinde ekokardiyografi faydalı olabilir.
- İşlem sırasında meydana gelen Kardiyovasküler kollaps veya elektromekanik dissosiyasyonda olasılık dışlanıncaya kadar perikard tamponadı düşünülmelidir. Perikardiyosentez malzemelerinin bulunduğu tepsi acilen kullanılabilmesi için hazır tutulmalıdır, perikard boşluğuna kanın yeniden birikmesinden dolayı perikard boşluğuna dren takılması gerekebilir.
- Biyopsi öncesi biyoptomun pozisyonunun floroskopi ile dikkatle kanıtlanması sağ ventrikülün perforasyon riskini azaltır; biptom interventriküler septuma dikey yönlendirilmeli (biptomun sapı arkaya veya omuzdan-sağ skapulaya doğrultulmalı), ventrikül duvarı biyoptomun ucu ile temas edince septal kontraksiyonlar biyoptomun sapından palpe edilir, hissedilebilir. Floroskopi işlem sırasında kullanılmalıdır.

#### B. Aritmiler:

- Ventriküler aritmiler:** Girişim sırasında ventriküler erken atımlar beklenir, biptomun yerleştirilmesi sırasında normal düşünülür, ikili ve üçlü vuru atakları rutin olarak meydana gelir. Bu aritmiler tedavi gerektirmez, kendiliğinden veya biyoptomun geri çekilmesi ile kaybolur. Süreğen ventriküler aritmiler çoğunlukla alttaki primer miyokardiyal etyolojiye bağlı olup farmakolojik veya elektriki kardiyoversiyon gerekebilir.
- Supraventriküler aritmiler:** EMB sırasında biyoptom sağ atriyumdan geçerken atriyal duvar ile cihazın teması sonucu duvar kasılır, atriyal duvarın iritasyonu atriyal erken kontraksiyonlara, nadiren supraventriküler aritmilere sebep olabilir. Biyoptomun (veya kılıfının) sağ atriyumdan geri çekilmesi ile sonlanabilir. Atriyal aritmiler süreğense medikal tedavi başlanmalı (adenozin gibi).
- Kalp bloğu:** İşlem sağ kalbi etkilemişse, cihazı interventriküler septuma karşı bastırma sonucunda sağ dal bloğu ve intraventriküler ileti gecikmesi gelişebilir. Yer ve işlemi tekniğine uygun yapılmayan biyopsi (intraventriküler septumdan yüksekten alınan) intraventriküler ileti gecikmesine sebep olabilir.
  - Önceden varolan sol dal bloğu ve sonra sağ dalda süreğen ileti gecikmesi bulunan hastalara dikkat edilmelidir, komplet kalp bloğu gelişebilir. Tam kalp bloğu geçicidir. Biyoptomun sağ ventrikülden çıkarılması ile ileti gecikmesi düzelebilir. İleti gecikmesi sürüyorsa, geçici uyarı verme (*pacing*) indikedir.
  - İleti gecikmesi riski veya hasarından dolayı her biyopsi işleminin başından sonuna kadar devamlı EKG izlemesi yapılmalıdır, geçici uyarı verme giriş yolunun hazırlanması (transvenöz kalp pili; uyarı verme kablosu ve jeneratör) tavsiye edilir.

#### C. Giriş yolunun hazırlanması ve ponksiyonu ile ilgili komplikasyonlar:

**Pnömotoraks:** Transvenöz giriş yolu internal juguler ven veya sağ subklavyan veni olduğunda, EMB sırasında sağ akciğerin pnömotoraks riski vardır. Juguler ponksiyonun orta-boyun

bölgesinden yapılması ile apikal plevranın korunması ve venöz girişin ağzında iğne, kılıf ve kılavuz telin dikkatle değiştirilmesi ile pnömotoraks riski azaltılabilir.

**Arteriyel ponksiyon:** İnternal juguler ven ve subklavyan veni karotis arteri ve subklavyan arterine bitişiktir. Anatomi anomalisi veya uygun olmayan ponksiyon tekniği venöz girişten ziyade arterin ponksiyonu ile sonuçlanabilir.

- Araştırma iğnesi ile arteriyel ponksiyon meydana gelmişse, iğne çıkarılmalıdır, hemostazı sağlamak için buraya yavaşça ve sabit baskı uygulanmalı. Büyük cihazlarla (kılıf gibi) oluşan arteriyel ponksiyonda hastanın cerrahiye gönderilmesi veya kılıfın çıkarılması öncesinde cerrahi görüş alınması gerekebilir. Karotis yetersizliği semptomlarının gelişmesi kılıfın acilen çıkartılmasını gerektirir.
- Arteriyel ponksiyon sıklıkla spontan iyileşir. Buraya yavaşça 15-20 dakika sabit baskı uygulanır, hasta 24 saat gözlemlenmeli.

**Sinir parezisi:** İnternal juguler veni saran dokuların lokal anestezi infiltrasyonu *Horner sendromu*'na, nadiren de geçici diyafram güçsüzlüğüne sebep olabilir. Bu komplikasyonların 1-2 saatte geçmesi oluşan klinik tablonun iğnenin yaptığı yaralanmadan ziyade lokal anesteziğin etkisine bağlı olduğunu gösterir. Karotis kılıfının korunması, derin infiltrasyon tekniği ve verilen anesteziğin miktarının kısıtlanması bu komplikasyonların riski azaltılabilir.

#### D. Diğer seyrek görülen komplikasyonlar:

**Atriyoventriküler kapakların (Triküspid veya mitral kapak) disfonksiyonu:** Biyoptom korda ve papiller adalelere zarar vererek anlamlı kapak regürjitasyonu meydana getirebilir. Örnekleme öncesinde biyoptomun yerinin floroskopi ile dikkatle doğrulanması ile bu komplikasyonlar azaltılabilir.

**Vena kava (superiyor veya inferiyor), koroner siniüs, hepatik ven ve koroner arterlerin zarar görmesi:** Biyoptomun yavaşça ilerletilmesi, uzun kılıf kullanılması, direnç hissedildiği zaman biyoptomun retraksiyonu ve çoklu floroskopik görüntüleme ile biyoptomun yerinin doğrulanması ile bu komplikasyonlar önemli derece azalır. Koroner arter dallarından sağ ventriküle fistül oluşması EMB sonrası meydana gelmiştir, klinik anlamlı değildir.

#### KAYNAKLAR

1. Weinberg M, Fell EH, Lynfield J. Diagnostic biopsy of the pericardium and myocardium. *AMA Arch Surg* 1958;76:825-829.
2. Sutton DC, Sutton GC. Needle biopsy of the human ventricular myocardium: review of 54 consecutive cases. *Am Heart J* 1960;60:364-370.
3. Timmis GC, Gordon S, Baron RH, Brough AJ. Percutaneous myocardial biopsy. *Am Heart J* 1965;70(4):499-504.
4. Bulloch RT, Murphy ML, Pearce MB. Intracardiac needle biopsy of the ventricular septum. *Am J Cardiol* 1965;16:227-233.

5. Sakakibara S, Konno S. Endomyocardial biopsy. *Jpn Heart J* 1962;3:537–543.
6. Shirey EK, Hawk WA, Mukerji D, Effler DB. Percutaneous myocardial biopsy of the left ventricle. Experience in 198 patients. *Circulation* 1972;46:112–122.
7. Kincaid-Smith P. Histological diagnosis of rejection of renal allografts in man. *Lancet* 1967;2:849–852.
8. Billingham ME, Caves PK, Dong E Jr, Shumway NE. The diagnosis of canine orthotopic cardiac allograft rejection by transvenous endomyocardial biopsy. *Transplant Proc* 1973;5:741–743.
9. Caves PK, Stinson EB, Billingham M, Shumway NE. Percutaneous transvenous endomyocardial biopsy in human heart recipients. *Ann Thorac Surg* 1973;16:325–336.
10. Baumgartner WA, Reitz BA, Achuff SC, eds. *Heart & Heart-Lung Transplantation*. Philadelphia: WB Saunders, 1990.
11. Cernaianu AC, DelRossi AJ, eds. *Cardiac Surgery: Current Issues* 4. New York: Plenum; 1995.
12. Shumway SJ, Shumway NE. *Thoracic Transplantation*. Cambridge, MA: Blackwell Science; 1995.
13. Lubell D. *The Cath Lab: An Introduction*, 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger; 1993.

## OKUNMASI ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Williams BAH, Grady KL., Sandiford-Guttenbeil DM, eds. *Organ Transplantation: A Manual for Nurses*. New York: Springer, 1991.
- Williams BAH, Sandiford-Guttenbeil DM, eds. *Trends in Organ Transplantation*. New York: Springer; 1996.
- Evan A. Endomyocardial biopsy. Watson S, Gorski KA (edt): *Invasive cardiology*, Jones & Barlett Learning, 2011.
- Edris A, Siddiqi N, Kern MJ. Special techniques. Kern MJ (edt): *Cardiac Catheterization Handbook*. Elsevier Saunders, 2011.
- Baughmam KI, Baim DS. Baim SD (edt): *Grossmann's Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention*. Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- Joseph J, Aaron M, Rihal S. Endomyocardial biopsy. *Mayo Clin Proc* 2011 86(11):1095-1102.

## **1.2.C. ELEKTROFİZYOLOJİK ÇALIŞMA**

**Doç. Dr. Işıl Uzunhasan**

Elektrofizyolojik çalışma; kalbin elektriki etkinliği ve ileti yollarını değerlendirmek için kullanılan minimal invazif bir işlemdir. Amacı kalpteki ritm bozukluklarının sebeplerini, kaynaklandığı bölgeyi ve en iyi tedaviyi seçmektir. 1980'lerde sadece teorik amaçlı bir teknik olarak kullanılmakta iken radyofrekans ablasyonunun güvenli kullanımı ve gelişmiş haritalama yöntemler ile modern kardiyolojinin önemli bir parçası haline gelmiştir.

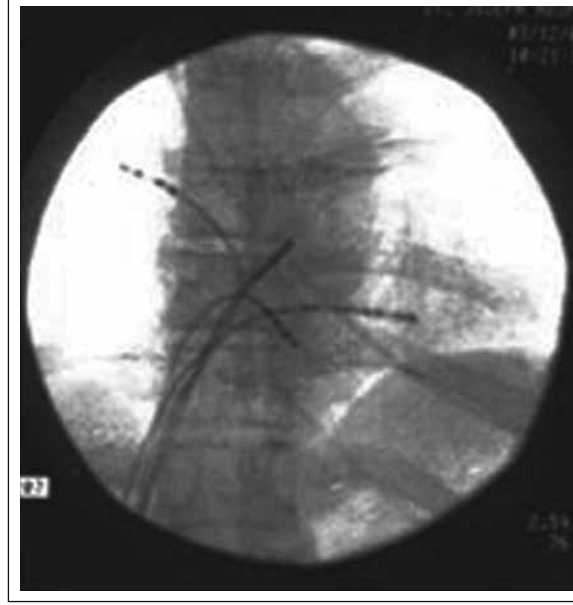
Tanısal elektrofizyolojik çalışma bir elektrofizyolog tarafından venöz ve ya arteriyel yolla yerleştirilen kataterler ile yapılmaktadır. Elektrofizyoloji laboratuvarı, özel cihazları da bulunan tam donanımlı ameliyathane şartlarını sağlayan özel bir katater laboratuvarıdır. Girişim öncesi damar yolu açılmış olmalı, işlem sırasında sürekli noninvazif kan basıncı ve oksijen satürasyonu takibi yapılmalıdır (1).

**İşlem:** Tercih olarak femoral bölgelere yerleştirilen venöz shieldler ve eğer gerekirse sol ventrikül erişimi için kullanılan arteriyel shieldler yardımıyla yapılmaktadır. Koroner sinüs erişimi femoral yolla sağlanamazsa subklavien venler de alternatif olarak kullanılabilir.

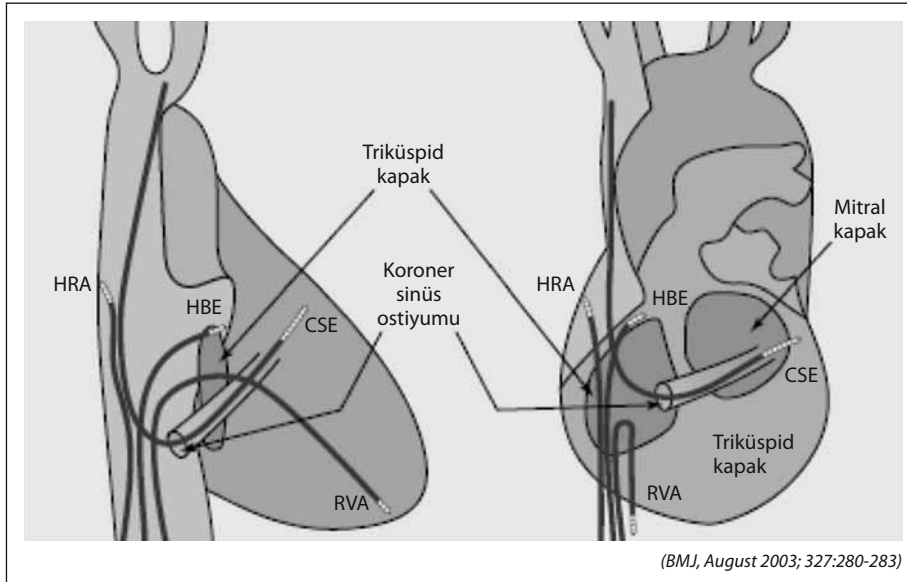
Tanısal amaçlı işlemlerin çoğu atriyal (HRA high right atrium), ventriküler (RVA right ventricular apex) ve His bölgesine (HBE His Bundle) konulan üç katater ile yapılabilir. Supraventriküler taşikardi ayırıcı tanısı için koroner sinüse katater yerleştirilmesi gerekmektedir. Farklı ventrikül taşikardilerini tanısal amaçlı araştırmak için zaman zaman sol ventrikül ya da sağ ventrikül çıkış yolu gibi farklı bölgelere de katater yerleştirilmektedir (Şekil 12A, B).

Elektrofizyolojik çalışma için kullanılan kataterler, elektrod kataterleridir. 3-8 Fr kalınlıkta, bipolar ve ya unipolar olarak pace edebilen ve intrakardiyak kayıt alabilen özelliktedirler. Intrakardiyak elektrokardiogramlar elektrod kataterinin yakınındaki bölgesel kalp dokusunun faz 0 aksiyon potansiyelini gösterirler. Koroner sinüse yerleştirilen katater, anatomik olarak atrioventriküler sulcusa yer aldığından doğru yerleştirildiğinden proksimalde sol atriuma ve distalde sol ventriküle ait sinyali gösterir (Şekil 13).

Elektrofizyolojik çalışma sırasında intrakardiyak kayıtlar alındığında temel ileti süreleri ölçülebilir. PA aralığı, yüzey EKGde ilk atrial depolarizasyon başlangıcından HBE'deki ilk atriyal defleksiyona kadar ölçülür. Normalde 20-60 msn arasında olan PA aralığı atriyal ileti süresini gösterir, uzaması atriyal hastalık kısalması ise ektopik odak düşündürür (2).



**ŞEKİL 12A.** İntrakardiyak kataterlerin (sağ atrium HRA, sağ ventrikül RVA ve His HBE Kataterleri ve koroner sinüs yerleşimi).



**ŞEKİL 12B.** Diyagram LAO (sol anterior oblik) ve RAO (sağ anterior oblik) projeksiyonlarda kalbin içine yerleştirilmiş uyarı verme ve kayıt elektrodlarının pozisyonunu göstermekte (görüntü sırası ile göğsün sol ve sağ yanlarından alınmıştır): HRA = genellikle apendiksin lateral duvarında "high right atrial electrode". HBE = Triküspid kapağın mediyal yüzünde "His bundle electrode". RVA = "Right ventricular apex". CSE = "Coronary sinus electrode"; atriyum ve ventrikül arasında sol kalbin tarafında elektriki yansımaları kaydeder. Kısalt: HRA-yüksek sağ lateral elektrod; HBE-His dalı elektrodu; RVA-Sağ ventrikül apeksi; CSE-Koroner sinüs elektrodu.

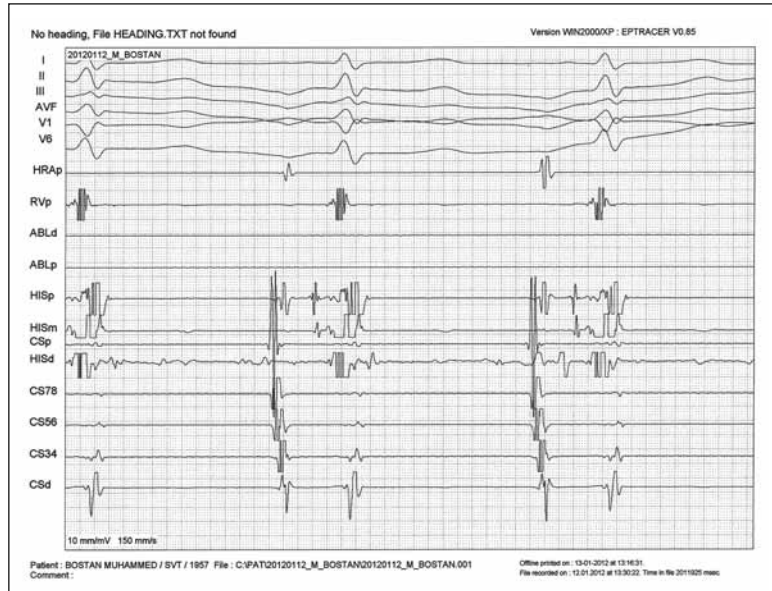


AH aralığı HBEdeki ilk atriyal defleksiyondan ilk His akımına kadar ölçülür ve normalde 50-120 msn kadar sürer. Otonomik sinir sistemi uyarılarına açıktır. Kısalması sempatik tonus artışında, vagal tonusun azalmasında, ve nadir preeksitasyon sendromlarında (atrioHis bypass tract) görülebilir. AH aralığının uzaması negatif dromotropik ilaçlar, digoxin, B-Blokerler, kalsiyum kanal blokerleri ve antiaritmik ilaçlar, artmış vagal tonus ve AV nodun intrinsik hastalığında görülebilir (3).

HV aralığı, His potansiyelinden yüzey EKGdeki ilk ventrikül aktivasyonuna kadar ölçülür ve His-Purkinje sistemi ve ventrikül myokardına ait ileti süresini gösterir. 35-55 msn arası normal kabul edilen HV aralığı, otonomik tonustan bağımsızdır. Uzaması fasiküllerde ileti bozukluğu ve miyokard hastalığını düşündürür. HV uzaması (>55 msn) bulunan hastalarda tam blok gelişme riski hafifçe artmışken (yıllık %2-3), HV aralığının 100 msn'yi geçtiği durumlarda bu olasılık belirgin olarak artmıştır ve kalıcı pacemaker endikasyonu vardır (4,5).

**Programlı stimülasyon.** Elektrofizyolojik çalışma sırasında herhangi bir intrakardiyak odaktan belirli bir hızda uyarılar verilerek yapılan ölçümleri, atriyal ve ventriküler taşikardileri başlatmak ve sonlandırmak için yapılan pacing işlemlerini içerir (6).

Intrakardiyak elektrokardiogramda siklus uzunluğu atımdan atıma değiştiği için programlı stimülasyon sırasında yapılan ölçümler vuru/dk birimiyle değil de daha çok CL (cycle length, siklus uzunluğu) birimiyle ifade edilmektedir. Pacing hızı 60000/CL olarak hesaplanabilir. Örneğin, 600 msn CL'de uyarı verilmesi 100/dk hıza, 400 msn CL'de uyarı verilmesi 150/dk hıza denk düşmektedir.



**ŞEKİL 13.** Koroner sinüs kateteri ile elde edilen sol atriyal ve sol ventriküle ait sinyaller

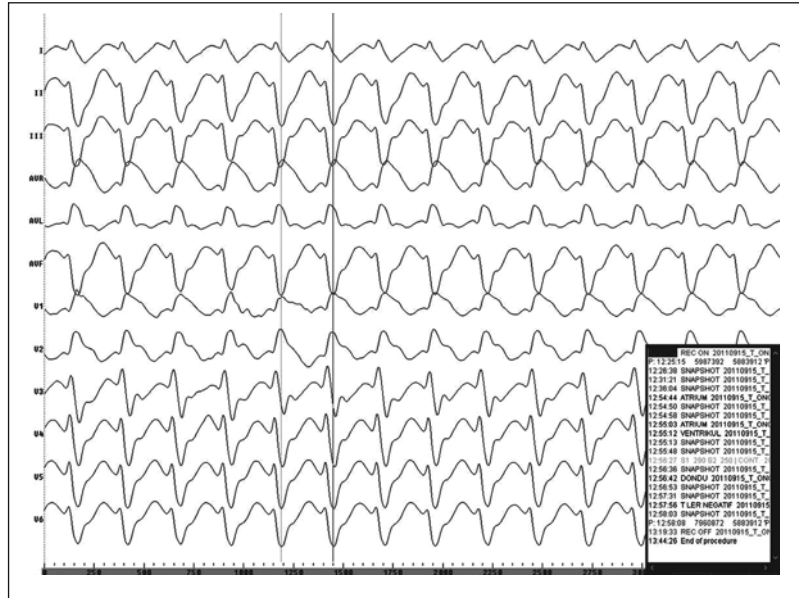
Yüzey EKG deki 25 mm/sn hızdan farklı olarak intrakardiyak kayıtlarda ölçümler 150-300mm/sn hızlarda alınmakta böylelikle sinyallerin ayrıntılı olarak kaydedilmesi mümkün olmaktadır (Şekil 14).

Overdrive pacing; sabit bir CL de devamlı uyarı verilmesi anlamına gelir ve bazı ventriküler taşikardilerin sonlandırılmasında kullanılabilir (Şekil 15).

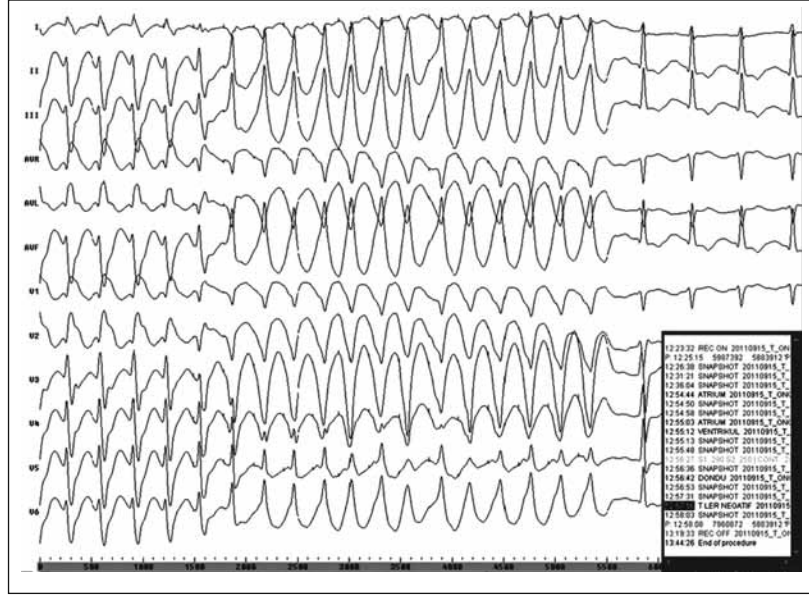
Refrakterlik hücresel düzeyde hücrenin depolarizasyon sonrasında tekrar depolarize olmadığı döneme denk gelmektedir. Elektrofizyolojik çalışma sırasında refrakterlik, prematür stimülasyon yapılan bir dokuda verilen stimülasyonun o bölgede uyarı oluşturmaması olarak tanımlanır. Efektif refrakter periyod (ERP) eşğin iki katı amplitüde verilen stimülasyonun bir dokudan geçebilen en uzun prematür ileti süresidir. Örneğin, atriyal ERP atriyal capture ile sonuçlanmayan en uzun  $A_1$ - $A_2$  aralığı olarak tanımlanır (Tablo 6).

Programlı stimülasyonla sinüs nodu ve AV nod fonksiyonları değerlendirilebilir.

Sinüs düğümü toparlanma zamanı (SDTZ) ve düzeltilmiş sinüs düğümü toparlanma zamanı (DSDTZ): Atriyumdan yapılan uyarı ile sinüs düğümünün baskılanmasını izleyen ilk kardiyak siklusda meydana gelen uzamanın araştırılması esasına dayanır. Hastanın bazal kalp hızına göre 80-180/dakika hız aralığında yapılan ve her biri 30 - 180 saniye süren uyarı dönemlerinin ani olarak sonlandırılmasını izleyen sinüs uyarısının çıkışındaki gecikmenin ölçülmesi ile elde edilir. Son uyarı ile ilk sinüs dalgası arasının 1400 milisaniye ve üzerinde olması patolojik kabul edilir. Duyarlılığı arttırmak amacıyla SDTZ'nın hastanın hızı ile düzeltilmiş (düzeltilmiş sinüs düğümü toparlanma zamanı {DSDTZ} = SDTZ - uyarı öncesi P-P aralığı) kullanılabilir. Genellikle DSDTZ için 525 milisaniye ve üzeri patolojik kabul



ŞEKİL 14. 300 mm/sn hızda alınan 12 derivasyonlu yüzeyel EKG kaydı.



ŞEKİL 15. Overdrive pacing ile sonlandırılan bir ventrikül taşikardisi örneği.

edilir. Sinoatriyal ileti zamanının (SAİZ) ölçümü: Sinoatriyal ileti zamanının ölçümü için çeşitli yöntemler tanımlanmıştır. En sık uygulanan Narula yöntemine göre, dinlenme P-P aralığı belirlendikten sonra, bunun 5 - 10 atım/dakika üzerinde bir hızla 8 atımlık bir atriyal uyarının durdurulmasını izleyen ilk sinüs siklus uzunluğunun ölçülmesi esasına dayanır (7).

Son uyarı ile ilk sinüs dalgası arasındaki süreden istirahat siklus uzunluğu çıkartıldıktan sonra ikiye bölünmesiyle elde edilir. 125 milisaniyenin üzerindeki değerler anormal kabul edilir. Sinüs düğümü toparlanma zamanı ve sinoatriyal ileti zamanı ölçümlerinin duyarlılık ve özgüllüğünün çok yüksek olmadığı kabul edilmektedir (8).

Atriyal simülasyon sırasında sinüs nodu ve AV ileti sistemi ve supraventriküler aritmiler değerlendirilebilir. Ventrikül stimülasyonu ile ise retrograd (VA) ileti ve refrakter dönemleri hesaplanabilir ve indüklenebilen ventrikül aritmilerinin oluşturduğu hemodinamik yanıt değerlendirilebilir.

**TABLO 6.** Kalp içinde farklı dokuların efektif refrakter periyodları

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Atriyal ERP     | 170-300 msn |
| AV Nod ERP      | 230-300 msn |
| Ventriküler ERP | 170-290 msn |

## ELEKTROFİZYOLOJİK ÇALIŞMA ENDİKASYONLARI

Elektrofizyolojik çalışma indikasyonları kabaca Tablo 7'de özetlenmiştir. Buna göre:

- ✓ Elektrofizyolojik çalışma endikasyonları; sinüs düğümü hastalığından kuşkulanan, ancak yapılan incelemelerle, semptomlarla saptanan aritmi arasında neden sonuç ilişkisi kesin olarak ortaya konulamayan hastalardave sinüs düğümü işlev bozukluğu kanıtlanmış ve kalıcı kalp pili takılmasına karar verilmiş olan hastalarda en uygun kalıcı kalp pilinin belirlenmesi amacıyla atriyoventriküler ve ventriküloatriyal ileti özelliklerinin ve hastadaki aritmi eğilimlerinin araştırılması gerektiğinde, sinüs bradiaritmi saptanmış olan ve yakınması olan hastalarda semptomların nedeni olarak eşlik eden başka olası aritmilerin varlığının araştırılması amacıyla AV nod hastalığında semptomların nedeninin His-Purkinje sisteminde bloğa bağlı olduğu düşünülüyor, ancak bu kanıtlanamıyorsa, kalıcı kalp pili takılmış ikinci ve üçüncü derece AV bloklu hastalarda semptomlar devam ediyorsa ve bu semptomların nedeni olarak başka aritmilerden şüpheleniliyorsa, ikinci ve üçüncü derece AV bloklu hastalarda blok bölgesi veya mekanizması hakkında bilgi edinilmesinin, ilaç veya diğer geçici girişimlere yanıtın, tedaviye veya prognoz belirlenmesine yardımcı olabileceği düşünülüyorsa
- ✓ İntraventriküler ileti bozukluklarında ileti gecikmesine bağlı olabilecek semptomları olan hastalarda, semptomların nedeninin diğer gerekli incelemelerle kesin olarak ortaya konmadığı durumlarda, iletim bozukluğunu arttıracak veya kalp bloğu gelişmesine yol açabilecek ilaç tedavisi uygulanması planlanan dal bloklu asemptomatik hastalarda
- ✓ Çarpıntısı olan hastada yüksek kalp hızının saptanmasına karşın EKG ile belirlenememiş olması, bir senkop öncesi çarpıntı tanımlayan hastalar, çarpıntı yakınmasının kardiyak kökenli ve klinik sonucunun önemli olabileceği düşünülen, ancak yakınmaların seyrek olması nedeniyle belgelenememiş hastalarda
- ✓ Sürekli ventriküler taşikardide kardiyak elektrofizyolojik çalışma yapılması, tedavi yaklaşımının belirlenmesi amacıyla tüm sürekli ventriküler taşikardili hastalar; ICD implantasyonundan önce, implantasyon esnasında, izlemde ideal programlamanın yapılması ve gerektiğinde ek tedavi yöntemlerinin (yavaş ventriküler taşikardili hastalarda ablasyon gibi) belirlenmesi
- ✓ Ani ölüm sonrası yaşatılan hastalarda ise akut miyokard infarktüsünde ilk 48 saatten sonra, tekrarlayan iskemiye bağlanamayan ani ölüm olguları ve Q dalgalı akut miyokard infarktüsüne bağlı olmayan ani ölüm vakalarında
- ✓ Senkopla başvuran ancak uygun değerlendirmelerle nedeni bulunamayan yapısal kalp hastalığı olduğu düşünülen hastalar ile yapısal kalp hastalığı olmayan ve 'tilt' testinin negatif olduğu nedeni bilinmeyen tekrarlayıcı senkop atakları olan hastalar
- ✓ Kardiyomiyopati varlığında ise sürekli ventriküler taşikardi saptanan tüm kardiyomiyopatili hastalar, geçici bir nedene kesin olarak bağlanamayan ani ölüm sonrası yaşatılan tüm kardiyomiyopatili hastalar, uygun değerlendirmelerle nedeni bulunamayan senkopu olan kardiyomiyopatili hastalar, hipertrofik kardiyomiyopatisi ve sürekli olmayan ventriküler taşikardi olan hastalar
- ✓ Aritmojenik sağ ventrikül displazisi olan hastalarda ani kardiyak ölüm açısından yüksek risk taşıyan (senkoplu hastalar, sürekli ventriküler takikardi olan ve/veya kardiyak arrest sonrası yaşatılan hastalar) hastalarda ilaç ve ilaç dışı tedavi seçiminin belirlenmesi amacıyla

**TABLO 7.** Kılavuzlara göre elektrofizyolojik çalışma (EFÇ) endikasyonları ve kontrendikasyonları

|                                            | EFÇ önerilir                                                                                                                                                                                                                                                                 | EFÇ önerilmez                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BRADİARİTMİLERİN<br>TANI VE<br>TEDAVİSİNDE | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bradikaritmik olayları yaşayan semptomatik hastalarda veri toplama amaçlı</li> <li>• Atrioventriküler (AV) ileti bozukluğunun derecesini belirlemek</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semptomlarıyla dökümanite edilmiş bradikaritmisi arasındaki bağlantının saptandığı ve elektrofizyolojik çalışmanın tedavi seçeneğini değiştirmesinin söz konusu olmadığı,</li> <li>• Yakınmasız olan hasta grubunda</li> <li>• Asemptomatik sinüs bradikardisi olan hastalarda</li> <li>• Sadece uyku sırasında sinüs bradikardileri ve duraklamalar gözlenen ve yakınması olmayan hastalarda</li> <li>• AV blok varlığı ve semptomlar arasındaki ilişki elektrokardiyografik olarak saptanmışsa</li> <li>• Asemptomatik hastalardagece uykuda geçici AV blokla birlikte sinüs düğümünde yavaşlama varsa hastalarda</li> </ul> |
| TAŞİARİTMİLERİN<br>TANI VE<br>TEDAVİSİNDE  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geniş QRSli taşikardinin oluş mekanizmasını belirlemek</li> <li>• Dar QRSli taşikardinin oluş mekanizmasını belirlemek</li> <li>• Klinik dokümantasyonu mevcut taşikardiyi mapping ve ablasyon amaçlı yeniden oluşturmak</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• İzole atriyal ve ventriküler erken atımları olan hastalar</li> <li>• Geri dönüşümlü nedenlere bağlı ventrikül fibrilasyonu olan hastalar</li> <li>• Taşikardileri vagal manevralarla ve/veya ilaç tedavisi ile kolaylıkla kontrol altına alınan ve ilaçları uzun süreli kullanabilen ve ilaç dışı tedavi düşünülmeyen hastalar</li> <li>• Yüzey EKG'si ile ventriküler taşikardinin supraventriküler taşikardiden ayrımının kesin olarak yapılabildiği hastalar</li> </ul>                                                                                                                                                     |
| ETYOLOJİSİ<br>BİLİNMEYEN<br>SENKOP         | Senkop ve organik kalp hastalığı bulunan hastalarda sinüs nod, AV nod fonksiyonunu ve indüklenebilir ventriküler taşikardileri belirlemek                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Senkop nedeni bilinen ve tedavinin elektrofizyolojik test sonucuna göre belirlenemeyeceği düşünülen hastalar</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| PRİMER KORUMA<br>PROTOKOLLERİ              | ICD (intrakardiyak defibrilatör tedavisi) için aday olan süresiz VT, koroner arter hastalığı ve sol ventrikül disfonksiyonu bulunan hastalarda indüklenebilir sürekli ventrikül taşikardisi/ventrikül fibrilasyonu varlığını belirlemek                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrofizyolojik incelemenin tedavi yaklaşımını etkilemeyeceği durumlarda (ICD implantasyonu, kateter ablasyonu vs. düşünülmeyen hastalar)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| FARKLI KULLANIM<br>STRATEJİLERİ            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ICD bulunan hastalarda optimal tedavi seçeneklerini belirlemek</li> <li>• Revaskülarizasyonun aritmiler üzerine olumlu etkisini göstermek</li> <li>• Nadiren antiaritmik ilaç etkinliğini göstermek</li> </ul>                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

- ✓ Eldeki verilere göre Brugada sendromu düşündürülen EKG bulgusu olan tüm olguların elektrofizyolojik çalışma ile değerlendirilmesi önerilir. Ana koroner arter hastalığı ve üç damar hastalığı bulunan hastalar, sol ventrikül çıkış yolunda anlamlı gradienti olan hipertrofik obstruktif kardiyomyopatisi olan hastalar, ağır aort stenozu bulunan hastalar çalışma dışı bırakıldığından invazif bir işlem olarak elektrofizyolojik çalışmanın hemen hemen mortalite riski hiç yoktur. Komplikasyon oranı yaklaşık yüzde iki olarak bildirilmiştir. Komplikasyonların hepsi kataterizasyon işlemine bağlı olarak damar hasarı, triküspid kapak hasarı, pulmoner emboli, transfüzyon gerektiren hemoraji, perikard tamponadı ile sonuçlanan kalp odacığı perforasyonu, girişim yerinde apse oluşumuna bağlı sepsis, miyokard infarktüsü, inme ve ölüm olarak bildirilmiştir. Girişim sırasında indüklenen ciddi ventrikül taşiaritmilerinin hızlı olarak overdrive pacing ya da external countershock tedavisiyle sonlandırılması uzun süren hipotansiyon ve serebral hipoksiye bağlı komplikasyonların önlenmesi için hayati önem taşımaktadır (9,10).

Ablasyon tedavisine kısaca bakarsak, günümüzde atrial fibrilasyon ve ventrikül taşikardisi ablasyonu için kullanılan teknikler hala çok zahmetlidir ve yetersiz sonuç vermektedir. Yeni teknikler önemli olsa da elektrofizyoloji konusunda bilinmesi zorunlu konular anatolarıyla şöyle özetlenebilir: tanısal elektrofizyolojinin temel prensipleri, bu tekniklerin dar kompleksli taşikardi gibi sık görülen durumlarda uygulanması, sık görülen kardiyak aritmilerin elektrofizyolojik özelliklerinin bilinmesi ve bu aritmilerin standart tekniklerle ablasyonu. Elektrofizyolojik çalışma bu konuları tamamen benimsemiş olan klinisyenler tarafından yapılması gereken özel bir girişimdir.

### Kaynaklar

1. Rahimtoola SH, Zipes DP, Akhtar M, et al. Consensus Statement of the Conference on the State of Art on Electrophysiologic Testing in the Diagnosis and Treatment of Patients With Cardiac Arrhythmias. *Circulation* 1987;75:1113.
2. Sherron P, Torres-Arraut E, Tamer D, et al. Site of Conduction Delay and Electrophysiologic Significance of first Degree Atrioventricular Block in Children with Heart Disease. *Am J Cardiol* 1985;55:1323.
3. Benditt DG, Klein GJ, Kriett JM, et al. Enhanced Atrioventricular Conduction in Man: Electrophysiologic Effects of Pharmacologic Autonomic Blockade. *Circulation* 1984; 69:1088.
4. Narula OS, Cohen LS, Samet P, et al. Localization of AV conduction defects in man by recording of His bundle electrogram. *Am J Cardiol* 1970; 25:228.
5. Dhingra RC, Palileo E, Strasberg B, et al. Significance of the HV interval in 517 patients with chronic bifascicular block. *Circulation* 1981;64:1265.
6. Subcommittee to Assess Clinical Intracardiac Electrophysiologic Studies. Guidelines for Clinical Intracardiac Electrophysiologic Studies. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on assesment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures. *Circulation* 1989;80:1925.
7. Narula OS, Samet P, Javier RP. Significance of sius node recovery time. *Circulation* 1972; 45:140.
8. Chadda KD, Banka VS, Bodenheimer MM, Helfant RH. Corrected sinus node recovery time. Experimental physiologic and pathologic determinants. *Circulation* 1975; 51:797.
9. Dimarco JP, Garan H, Ruskin JN. Complications in patient undergoing cardiac electrophysiologic procedures. *Ann Intern Med* 1982; 97:490.
10. Horowitz LN. Safety of electrophysiologic procedures. *Circulation* 1986; 73:1128.



## BÖLÜM 2

# TEDAVİ AMAÇLI PERKUTAN İNVAZİF KARDİYAK GİRİŞİMLER

## 2.1. PERKUTAN KORONER GİRİŞİMLER

### 2.1.A. GENEL BİLGİLER

#### **Kime, Neden, Nasıl:**

Perkutan koroner girişim (PKG) adı, miyokardiyal perfüzyonu cerrahiye gitmeden mekanik olarak düzelten perkutan çeşitli intrakoronar girişimleri tarif etmektir. En sık uygulanan girişim koroner arter lumeninde balon şişirilmesi olan perkutan transluminal koroner anjiyoplasti (PTKA) ile intrakoronar stent implantasyonudur.

**Tanımı:** Koroner arterdeki hastalığın tedavisi için, PTKA ile birleşik perkutan uygulanan diğer işlemlerin tümüne hep birlikte (stentleme, atarektomi, trombus aspirasyonu, gibi) PKG de denmektedir. Tek başına PTKA (stentleme olmayan) ise 'POBA' (Plain Baloon Angioplasty) diye tanımlanmaktadır. PKG ler miyokardiyal perfüzyonun mekanik olarak düzeltilmesi için uygulanan ve en az cerrahi girişimler kadar faydalı olan performansı yüksek perkutan işlemlerdir. Bu yöntemin en eski ve ilk uygulaması PTKA olup günümüzde geliştirilerek etkin olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem geliştirilerek koroner arter içinde lumenini genişletmek için balon şişirilmesine stent implantasyonu da ilave edilmiştir.

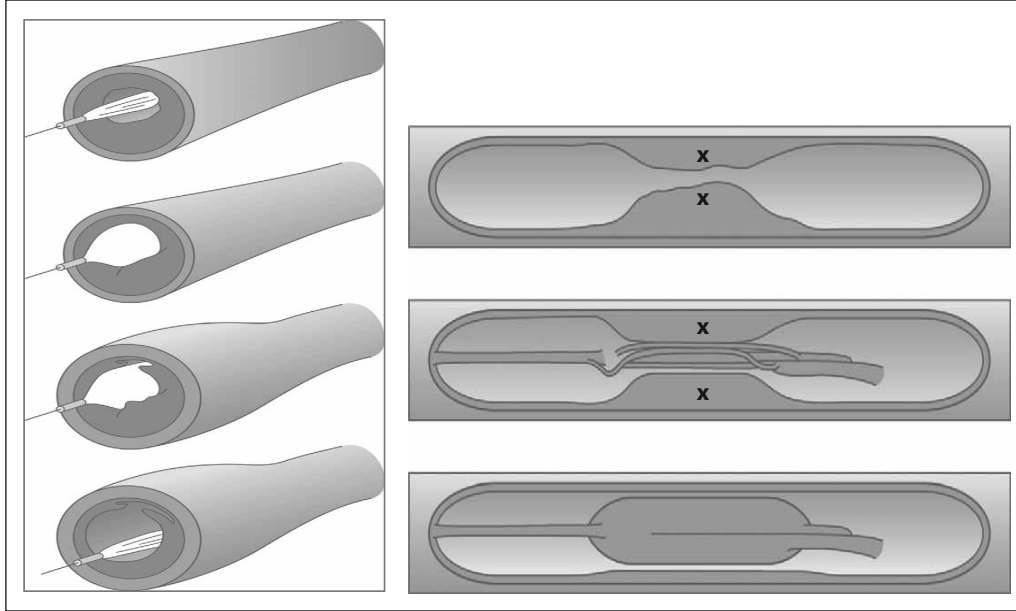
İlk kez 1977 yılında, kan akımını engelleyerek miyokardiyal iskemi ve/veya infarktüse yol açan aterosklerotik darlık **Andreas Gruntzig** tarafından, perkutan yolla darlığın içinde şişirilen balon ile perkutan yolla tedavi edilmiştir. Bu işleme perkutan transluminal anjiyoplasti (PTCA; PTKA) denmiştir.

Genellikle, PTKA ile aynı işlem sırasında stent ve gelişmiş diğer intrakoronar tedavi edici cihazların birlikte uygulanmasına günümüzde yaygın olarak perkutan koroner girişim (PKG) denmektedir. PTKA'nın tek başına, düz kullanımı (POBA) gittikçe azalmakla birlikte prensipte tüm endovasküler tedavi girişimlerinin belkemiğidir.

#### **PKG'nin mekanizması:**

Balonun şişirilmesi çeşitli mekanizmalar ile damar dilatasyonuna sebep olur. Aterotrombotik lezyon üzerindeki (koroner darlığın içinde) balonun şişirilmesi sonucunda; (a) ateromatöz sert plak parçalanır, (b) plağın bulunduğu hasta segment ile komşu sağlam damar bölgesinin birleştiği yerde intimadan mediya içine doğru derin yırtıklar meydana gelir, (c)





**ŞEKİL 1. Balon anjiyoplastinin primer mekanizmasının gösterimi. Solda**-Damarın dikey; **sağda**-uzunlamasına kesitlerde (yukarıdan-aşağıya). Sönük balon kateter darlığın içine yerleştirilir ve şişirilir (ortada), sonunda söndürülür, ateromatöz lezyon (x) şişirilmiş balon ile damar duvarı arasında sıkıştırılarak, dağılır ve darlığın ciddiyeti azalır (en aşağıda).

bazı ateromatöz materyal, lumenden dışı, lamina elastika eksternayı yırtarak adventisyaya doğru damar duvarının içine (itilip, sıkıştırılarak) yer değiştirir ve (d) herhangi bir plak bulunmayan duvar segmentleri gerilir (Şekil 1).

Balonun şişirilmesi ile baştaki intrakoronar '*lumen kazanımı*'; sıklıkla intimanın lokalize diseksiyonu ile birlikte adventisyanın gerilmesi sonucundadır (Şekil 1). PTKA, lezyonun üzerine yerleştirilen balonun şişirilmesi ile aterosklerotik plağın kompresyonu, ateromanın çatlaması ve kırılması sonucunda aterosklerotik plağın sklerotik sabit komponentinde hem derinliğine hem de uzunluğuna önemli kitlesel ve anatomik değişikliklere sebep olarak koroner lumenin geometrisini değiştirir. Bu patofizyoloji PTKA faydasını kısıtlayan iki önemli komplikasyon; balonla akımı yeniden sağlanan ve dilate edilen damarın; (1) elastik damar duvarının geri tepmesi (recoil) ve yırtılan intimanın trombozisi ile akut kapanması (reok-luzyon) ve (2) PTKA ile arteriyel transmural yaralanmanın yeni doku oluşumu (neointimal proliferasyon) ile non-fizyolojik tamiri sonucunda gelişen geç restenoz.

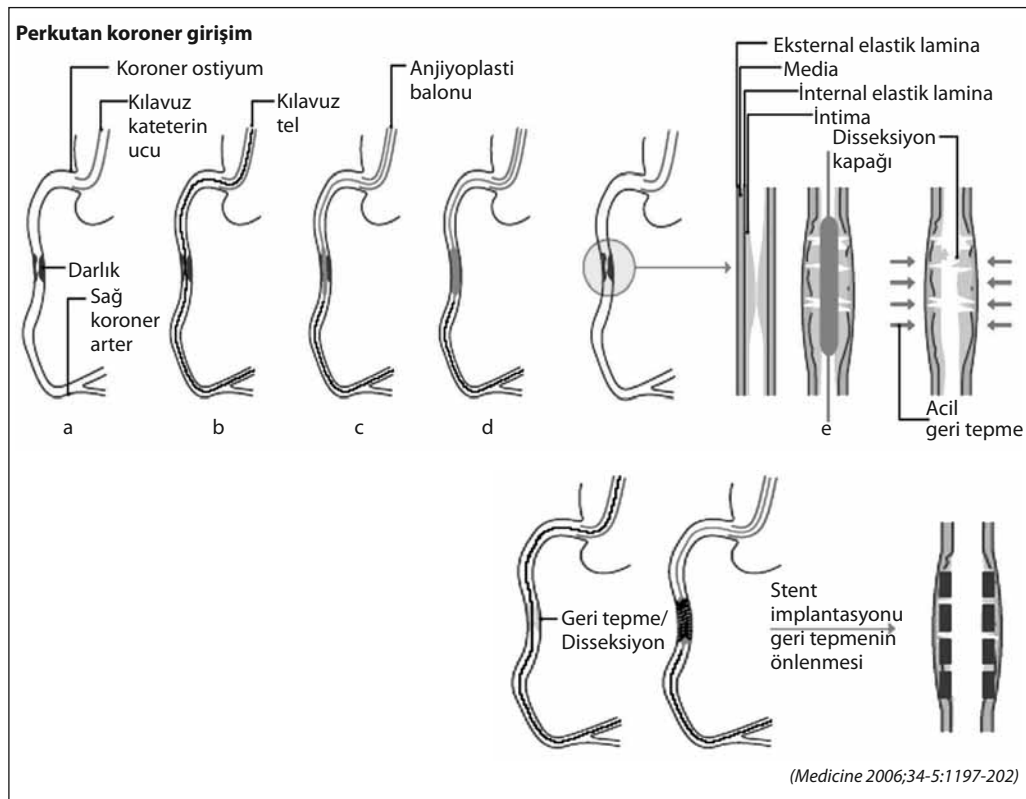
### **Perkutan Koroner Balon Anjiyoplasti ve POBA'nın (stentleme olmadan) Vasküler Cevapları:**

**Erken cevap:** Koroner arterde aşağıya doğru (miyokardiyuma) kan akımını engelleyen darlığı oluşturan lezyonun içine yerleştirilen balon şişirilip söndürülünce, elastik arteriyel du-

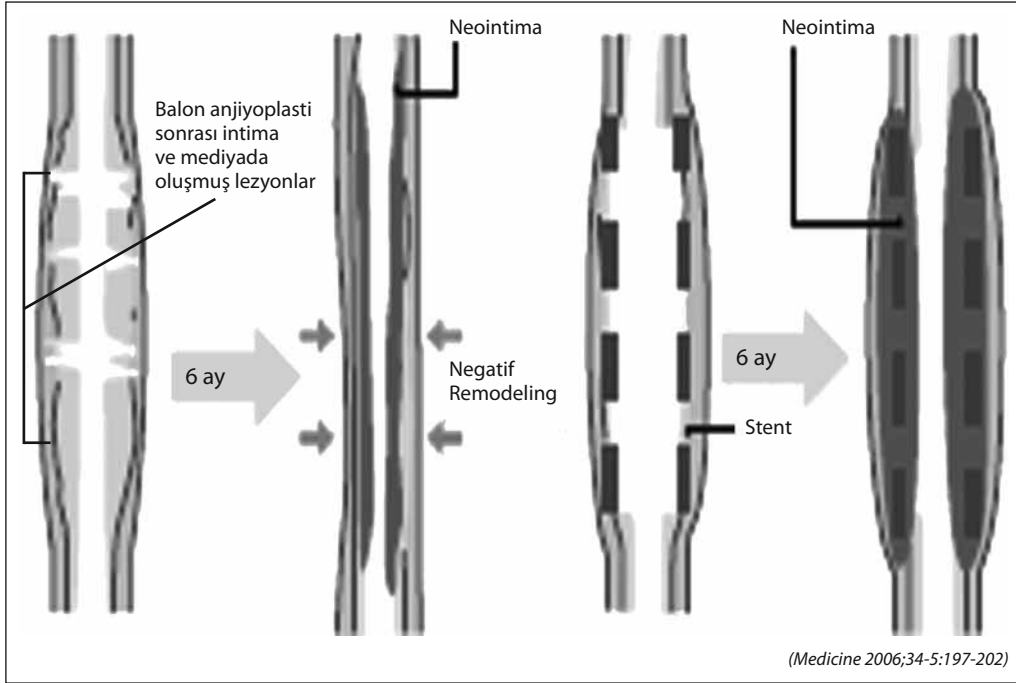
varda bir miktar geri-tepmeye (“*recoil*”) sebep olabilir. Bu olay balon dilatasyon ile sağlanan baştaki akut lumen kazancını erken dönemde azaltabilir, fakat komplike işlemlerde (disseksiyon, trombus oluşumu ve suboptimal sonuç ile) ciddi lumen daralmasına sebep olabilir (Şekil 2).

- Tek basit (stentleme yapılmayan) PTKA’nın ilk 24 saat içinde, %5 akut damar okluzyonu riski vardır. Bunun başlıca sebepleri (a) dilate edilen segmentte oluşan disseksiyon kapağı (‘*flap*’) ile birlikte (akımın engellenmesi ve subendotelyal protrombotik faktörler ile) burada hızla gelişen trombositten-zengin trombus, (b) yavaş kan akımı ve (c) lokal arteriyel spazm bu süreci kötüleştirir.

**Geç cevap:** PTKA’dan sonraki 6 ayda neointimal proliferasyon ile dilate segment iyileşir. Yeni doku teşekkülünden ibaret iyileşme süreci dilate edilip açılan damarın yeniden daralmasına sebep olabilir: (1) Eksternal arteriyel çapı azaltır (*negatif remodeling*) ve (2) me-



**ŞEKİL 2. Şematize edilmiş perkutan koroner girişim; şematize edilmiş balon anjiyoplasti ve stentleme ve mekanizması (a, b, c, d, e’si):** Hedef koroner artere kılavuz kateterin yerleştirilmesi ve darlığın kılavuz tel ile geçilmesi (a, b); tel üzerinde ilerletilen balonun darlığın içine yerleştirilip şişirilmesi ve sonuçları (c, d, e).



**ŞEKİL 3. Restenozun mekanizması:** Stent implantasyonu girişim sırasında balonun söndürülmesi ile oluşan elastik geri tepmeyi önler. İyileşme fazı sırasında ise negatif remodelingden korunur. Fakat, neointimal cevap POBA'ya (tek başına balon anjiyoplasti) göre stentle daha fazladır. Fakat stent implantasyonundan sonra sağlanan daha büyük lumen çapı bunun yerleşmesine yeterli boşluk sağladığından klinik restenoz oranı düşük kalır (ilaçlı stentlerle ise engellenir).

diyadaki düz kaslar proliferer olur ve geriye doğru hasarlı arteriyel lumenin gömleğini (endotelyum) neointimal tabaka ile değiştirmek için subintima tabakasına doğru göç ederler. Şayet lumen kan akımını engelleyecek kadar tekrar daralmışsa 'restenoz' meydana gelir ve hastanın semptomları baştaki post-PKG anginasız birkaç haftadan sonra tekrarlar. Şayet restenoz ilk 6 ayda tekrarlamazsa, arter lumeni uzun süre açık kalabilir (Şekil 3). Restenoz oranı ilaçlı stentlerden önce %20-50 idi.

#### **Perkutan Balon Anjiyoplastinin faydasını azaltan işlem ile ilgili sorunlar:**

1. **Damarın akut kapanması:** Genellikle olguların yaklaşık %3-5'de ilk 24 saatte girişimlerin disseksiyon, akut trombus oluşumu veya herikisinden sonra meydana gelir. PKG'nin bu lokal komplikasyonlarının klinik sonuçları AMİ, acil ACBG ve ölümdür.
2. **Restenoz:** Anjiyoplastiden ilk 6 ay içinde oluşur; fizyopatolojik mekanizması; büyük ölçüde düz kas proliferasyonu, fibrointimal hiperplazi ("neointimal proliferasyon" da denir) ve dilate edilen elastik koroner arter duvarının geri tepmesidir ('recoil').

Restenoz anjiyografik olarak lumen çapının >%50 azalması olarak tarif edilir, insidensi ilaçlı-stenlerden önce %25-50 (en yüksek oranda safen ven greftlerde görülür).

PKG ile semptomatik veya asemptomatik miyokardiyal iskemisi düzeltilen hastalarda; takipte angina (EKG ile) veya iske mi (pozitif stres testi ile) gibi miyokardiyal iske minin semptom ve bulguları yeniden ortaya çıkmış veya tekrarlıyorsa, anjiyografi ve sonucuda gerekirse PKG tekrarlanmalıdır.

- Disseksiyon, önce trombositten zengin trombus, sonra da yeni intima tabakası ile kaplanır. İndeks işlemin başında lezyon üzerindeki balon şişirilirken gelişen tedavi amaçlı disseksiyonun ('gerekli') aniden kapanma oranı %4-7'dir. Oral P2Y12 reseptör antagonisti ve iv. Glikoprotein-2b/3a inhibitörleri ile bu oran düşürülmüştür. Basit, düz balon anjiyoplasti (POBA) ile ve yoğun ikili-antitrombosit tedavi (İATT) kullanımı olmayanlarda; 6 ayda restenoz oranı yaklaşık %30 civarındadır.
- Günümüzde POBA'nın halen kullanıldığı iki durum; orta ve uzun-dönemde antitrombosit tedavi kullanımının riskli olduğu hastalardır:

- (1) Akut koroner sendromlu hastalarda, acil veya rezidüel iske mi ile sonradan ortaya çıkan ACBG indikasyonunda; örneğin çok-damar hastalığı, sol ana koroner arter (SAK) gibi PKG'ye elverişsiz lezyonlar, kardiyojenik şok ve hemodinamiği anstabil mekanik komplikasyonlar. Bu hastalarda kanama riskini artıran antitrombosit ilaç kombinasyonlarının ameliyat öncesi kullanımını engellenmesi, infarktla-İlgili arterin açıklığının POBA ile hızla sağlanması ve zorunlu olmadıkça stent implantasyonu yapılmaması ve antitrombosit tedavi (ile klopidoğrel ve aspirin kombinasyonu) verilmemesi sağlanmışsa (sadece aspirin ve fraksiyone-olmayan heparin ile) acil cerrahi girişim gecikmez.
- (2) Preoperatif çoğu 'nonkardiyak' cerrahiye aday ve anlamlı koroner arter hastalığı bulunan *asemptomatik hastalara*; peroperatif kanama komplikasyonu riskini azaltmak için tekbaşına PTCA yapılabilir. Bununla birlikte zorunlu kalındığı durumlarda (suboptimal sonuç, akımı engelleyen disseksiyon gibi); ilaçsız-stent implantasyonu ile işlem sonrası en az 6 hafta antitrombosit tedavi (bir ay İkili ATT, sonra sadece aspirin) kullanılması yeterli olabilir.

#### **İşlemin Primer Prensipleri:**

Optimal PKG işlemi için bulunması gerekli olan koşullar; tam techizatlı bir kateter laboratuvarı ile deneyimli operatör ve ekip.

- AHA 2011'de fikir birliğine varılan deneyim kriterleri: Operatör için yılda >75, kurum ve ekip için yılda >400 perkutan koroner girişim yapılmasıdır.

#### **PKG'nin Geleneksel İndikasyonu:**

- PKG indikasyonunun temel prensibi; koroner anjiyografide obstrüktif lezyonu bulunan hastada miyokardiyal iske minin objektif olarak gösterilmiş bulgu veya semptomlarının belgelenmesidir.

- *Asemptomatik hastalar* veya canlı veya tehdit altında küçük miyokard alanı bulunan *semptomları hafif* hastalarda; fonksiyonel kapasite ve SV fonksiyonları korunmuş olanlarda (fonksiyonel kapasitesi iyi, egzersiz testinde ileri kademelerde; >10 MET gibi iske-mi gelişmesi) PKG indikasyonu tartışılabilir (bireysel seçim).
- PKG, akut koroner sendromlar (AKS), özellikle akut STEMİ ve hemodinamik ve elektriki instabilite gösteren NSTE-AKS'lerde acil, primer tedavi seçeneğidir.

® *PKG için İdeal Hasta: Koroner anjiyografide,linik olarak manifest miyokardiyal iskemi-den sorumlu, fragil (kırılgan), diskret lezyonun bulunanıdır (balon anjiyoplastinin maksimum faydalı olduğu lezyon ve hasta).*

- *İdeal Lezyon:* PTKA'nın maksimum faydalı (minimum komplikasyon ile başarı) oldu-ğu lezyon, -"Diskret lezyonlardır": uzunluğu: <10 mm. Damar çapı: >2.5 mm olan int-rakoroner obstrüktif lezyondur. Günümüzde gelişmiş PKG ve stent teknolojileri ile bu sınırlar zorlanabilmektedir. Örneğin çapı <2.5 mm ve boyu >20 mm olan lezyonlarda ilaçlı-stentler ile yüksek başarı sağlanmaktadır. PKG'ye uygun lezyonları olan 2-3 damar hastalarında da başarı yüksektir. Rutin olarak, koşullar ne olursa olsun hasta ve yakınla-rına öncesinde girişimin riskleri anlatılmalı, rızaları alınmalıdır.

® *Özetle, ideal PKG için sağlanması gereken optimal koşullar: (1) Deneyimli invazif kar-diyologun, ekip ve tam donanımlı kateterizasyon laboratuvarı. (2) Klinik semptomlar ve ka-nıtlanmış iskemik miyokardiyum. (3) Girişime elverişli intrakoroner obstrüktif sabit lezyon anatomisi. (4) Sorumlu lezyonun bulunduğu koroner arterin beslediği miyokard alanında gösterilmiş miyokardiyal iskemi veya geri-dönümlü disfonksiyon.*

## İŞLEMİN PRATİĞİ

### Temel prensipleri:

PKG, özellikle akut STEMİ dahil akut koroner sendromlarda, tanı amaçlı anjiyografi ile aynı seans içinde (indeks girişim sırası ve sonrasında) yapılabilir.

Koroner anjiyografide iskemiden sorumlu lezyonun değerlendirilip, lezyonun PKG ile tedavi edilmesine karar verildikten sonra kullanılacak balon-kateter ve stent seçilir.

- Arteriyel giriş genellikle sağ femoral veya radiyal arterdendir. Hastaya sıklıkla bilinci açık sedasyon veya anksiyolitik etki sağlamak için işlemde hemen önce iv. diazepam veya 1-2 saat önce oral kısa etkili diazepam gibi ilaçlar verilir; sonra da damara giriş için seçilen arteriyel ponksiyon bölgesine lokal anestezi ile anestezi yapılır ve *modifiye Sel-dinger yöntemi* ile femoral arter duvarının ön yüzü iğne ile ponksiyon edilir ve tekniğine uygun "hemostatik başlı arteriyel kılıf" artere sokulur).
- PKG sırasında ve sonrasında işlem ile ilgili intrakoroner komplikasyonları azaltmak için *ikili antitrombosit tedavi* (ASA, P2Y12 inhibitörü) ve *antikoagülan tedaviler* (antitrom-binler) verilmesi zorunludur, oral antitrombositler (aspirin ile kombine klopidogrel, akut koroner sendromlarda prasugrel veya tikagrelor gibi ADP inhibitörleri) elektif girişim-

lerde klopidoğrel 1-2 gün önce, akut koroner sendromlarda yükleme dozlarında masada (Prasugrel lezyon görülüp PKG'ye karar verildikten sonra 1 saat içinde kontraindikasyonu olmayanlara), antikoagülanlar ise (heparinler) arteriyel giriş kılıfı yerleştirildikten sonra masada yapılır. Hasta ömür boyu aspirin ve stent takılanlarda ADP inhibitörleri tercihen bir yıl sürekli kullanılmalıdır, hasta en az 1 yıl İkili kesintisiz ATT alamayacaksa özellikle ilaçlı-Stent implante edilmemelidir (Rebound fenomeni: stent trombozu riski).

- İşlem sırasında etkili antikoagülasyonu devam ettirebilmek için, fraksiyone olmayan heparin (FOH) iv infüzyon ile ACT ölçülerek dozu ayarlanarak verilir. AKS'lerde trombus yükü fazla hedef lezyonda işlem sırasında iv. Glikoprotein IIb/IIIa antagonisti de (Tirofiban) verilebilir.

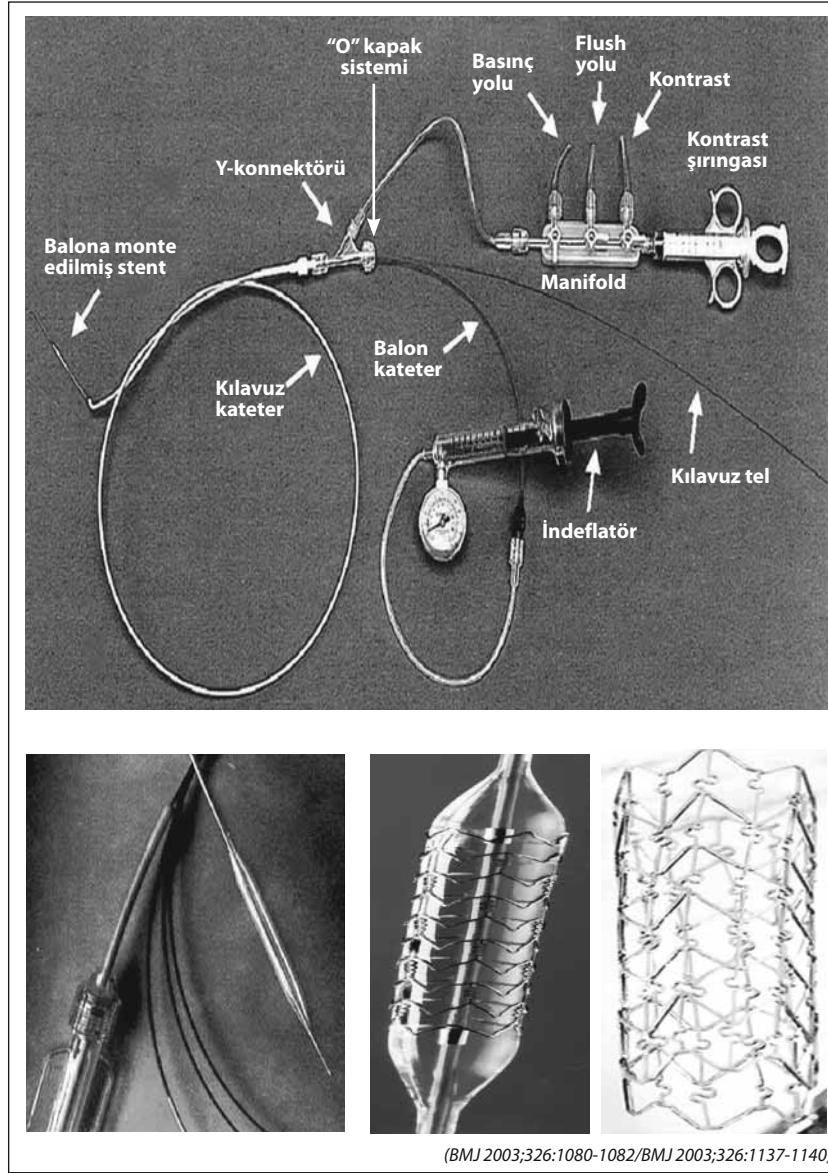
Evveliden yüksek derece ileti bozukluğu bulunan veya AV ileti bozukluğu gelişme riski yüksek hastalara (inferiyör AMİ gibi), işlemden önce yerleştirilen venöz giriş kılıfı ile sağ ventriküle profilaktik kalp pili uyarı verme kablosu takılabilir (özellikle sağ koroner artere girişiminde).

- Tanısal koroner anjiyografideki gibi tekniğine uygun olarak hemostatik arteriyel-kılıf yerleştirilir. Arteriyel giriş için kılıf (femoral artere 6F, radyal artere 5, 6F kısa arteriyel-kılıf yerleştirildikten sonra hasta hızla heparinize edilir (FOH, DMAH ile);
  - Sonra da, önce uzun elastik J-uçlu *Kılavuz-Tel* (0.35-0.38 inç) arteriyel kılıfın içinden geçirilerek artere sokulur, floroskopi altında ilerletilerek aort kemerine ulaşılır ve aort kapakların üzerine gelinir.
- Bundan sonra, *Kılavuz-Kateterin* (KK) lumenine kılavuz-telin (KT) dışarıdaki düz ve sert proksimal ucu sokulur, kateter tel üzerinde kaydırılarak plastik-kılıfın içinden artere sokulur ve telin KK'nin dışında kalan bölümü hastanın femurunun önyüzüne bastırıp sabit ve gergin tutularak KK üzerinden çıkan aortaya ve sol kalbe doğru itilir ve ilerletilir. Kılavuz-kateterin iç boşluğu aynı çaptaki (Fr) tanısal anjiyografi kateterlerinden daha geniş, ucu ise koroner ostiyumuna zarar vermesin diye uca doğru incelmez, künt ve daha yumuşaktır (çapın standart ölçü birimi "French size" dir. Buna göre 1F: 3.14 = mm); 1 F = çap (mm) 1/3 mm. 1F Kateterin çapı 1/3 mm'dir. Dolayısı ile kateterin mm olarak çapı F'nin 3'e bölünmesidir. D (mm) = Fr/3. Kateterin French size'nin 3'e bölünmesidir.

- KT ve Kılavuz-kateter kompleksi floroskopi altında aort kemerini dönünce KT kateterin içinden geri çekilerek çıkarılır, ve ucu koroner ostiyumlardan uzakta çıkan aortada iken kateter lumeninde pıhtı oluşma riskini berteraf etmek için lumendeki kan şırınga ile geri çekilip atılır ve heparinli serum ile yıkanır, sonra da dışarıdaki proksimal ucu içinden geriye doğru pulsatil **kan akıtılırken** uzatma kablosu ile **Y-konnektör** ile iki-yönlü, **üç-musluklu** (basınç, kontrast ve heparinli SF) -*Manifold* sistemine bağlanır (Bakınız, Albüm).

Y-konnektörün manifolda bağlı kolundan KK'nin lümeninden kontrast injeksiyonu, basınç takibi yapılabilir, diğer kolu ile de **O-kapak sistemi** ile girişim donanımları (stent, balon-kateter, intravasküler ultrason gibi) KK içine sokarak kolayca kullanımı sağlanır. İşleme başlamadan önce Y-konnektör ve kılavuz-kateterden hava temizlenmelidir (Şekil 4).

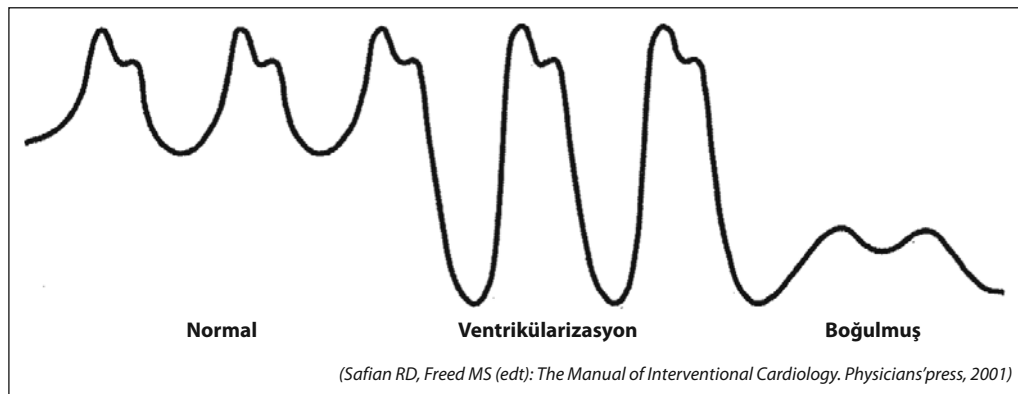
- Y-konnektörünün bir kolu kateterin devamı gibidir, elle açılıp kapanan burgulu kapağı ile intrakoroner işlem yapılmasını sağlar. Diğer kolu yatay olup Manifold sistemi ile basınç transdüserine bağlı olup kan basıncının devamlı takip edilmesini sağlar.



**ŞEKİL 4. PKG Malzemeleri: (Üstte)** Manifold sistemi, Y-konnektör, enflatör, kılavuz kateter, kılavuz tel (0.014 inç). **(Alta)**-Anjiyoplasti balonu, şişirilmiş balon üzerinde açılmış stent ve balon söndürüldükten sonra damar duvarına (mediaya kadar) gömülü kalan stent.

Kılavuz-kateterin dışarıdaki ucu iki-yönlü üçlü Manifolda bağlanıp basınç alındıktan sonra; Manifold yardımı ile bağlı bulunan kontrast boya şırınga ile çekilerek kateterin lumeni doldurulur ve hemen basınca geçilerek sonra da monitoründen basınç kontrolü ile kateter öne doğru yavaşça ilerletilir ve floroskopi altında kateterin ucundan azar azar, yavaşça boya püskürtülerek tekniğine uygun manevra ile koroner arterin ostiyumuna yavaşça sokulur.

- Kılavuz-kateterin ucunda spazm meydana gelmesi veya önceden varolan fakat bilinmeyen ostial lezyona girilmesi durumunda; basınç kaydında arteriyel dalga yerine ventrikülün basınç dalgası ortaya çıkar (*'ventrikülerizasyon'*) veya arteriyel basınç birdenbire düşer, yassılaşır (*'damping'* boğulma); anlamı öne-doğru koroner kan akımının kateterin ucu tarafından kesilmesidir (Şekil 5).
- Bu durumlarda kateterden kontrast madde vererek anjiyografi yapmaya kalkmak tehlikeli sonuçlar doğurabilir (genellikle VF ile kardiyak arrest gelişir). Bu durumda kateter hemen geri çekilip basınç kontrol edilip normal basınç dalgaları görülünce ve ostiyuma yeniden giriş sağlanmalıdır.
- *Koroner anjiyografi* ile görüntü elde etmek ve sorumlu lezyonu tanımlamak için koroner ostiyumuna uygun şekilde (eş-eksenli) sokulan tanı amaçlı koroner kateter ile veya lezyon önceden gösterilmiş ve biliniyorsa PKG işlemi öncesinde direk kılavuz-kateterden floroskopi altında çeşitli projeksiyon açılarında elle kontrast boya vererek yapılabilir. İnt-rakoroner lezyonu doğru değerlendirilebilmek için; lezyon iki farklı görüş-açısında görülüp incelenmelidir.
- PKG'ye başlamadan önce, hedef lezyonun bulunduğu koroner arterde daha iyi görüntü almak ve kılavuz-telin daha kolay ilerlemesini sağlamak için *intrakoroner NTG* uygulanabilir.



**ŞEKİL 5.** Koroner arter ostiyuma sokulan kılavuz kateterden kaydedilen arteriyel basınç dalgaları. Normal arteriyel basınç (koldan ölçülen manuel sistolik arteriyel basınca yaklaşık olarak eşit), ventrikülerizasyon (diastolik basınç beklenenin aksine düşük, kateterin pozisyonu düzeltilmelidir) ve boğulmuş basınç dalgası (Damp) koroner kateter hızla koroner ostiyumdan çıkarılmalı, geri çekilmeli.



® Arteriyel kılıf yerleştirildikten sonra FOH ile IV antikoagülasyona başlanmalı ve işlem tamamlanana kadar etki ACT izlemi ile etkin antikoagülasyon sürdürülmeli.

Hedef koroner arter ostiyumuna doğru olarak yerleştirilmiş Kılavuz-Kateterin proksimal ucuna bağlanmış Y-konektörünün dışarıdan-içeriye doğru geçişi sağlayan ayarlanabilen Manifold sistemine bağlı olmayan diğer kolundaki burgulu-kapaklı 'O' halkasından; önce kılavuz-tel (0.014 inç) sokularak hedef lezyon geçilir, sonra da üzerine geçirilen ve kaydırılarak ilerletilen balon (veya stent monte edilmiş) -kateter Y-konnektör-giriş kılıfı, aorta yolundan koroner artere sokulur (Şekil 6).

- KK'nın dışarıdaki ucundan sokulan yumuşak uçlu kılavuz-tel (0.014 inç); koroner arterde floroskopi altında elle yönelttilerek (sağa sola döndürerek ve ileri geri hareket ettirerek) ve kateterin ucundan az miktarda yavaşça kontrast madde vererek ilerletilir ve sabit darlıktan zorlanmadan geçirilerek arterin distale doğru aşağıya inilir.
- Hedef lezyon kılavuz-tel ile geçildikten sonra tek başına balon veya stent monte edilmiş – balon-kateter, kılavuz-telin üzerine geçirilir ve itilip kaydırılarak floroskopi altında ilerletilerek darlığın içine yerleştirilir.

Koroner arterdeki lezyon için seçilen balon-kateterin çapı balon: arter oranı 0.9-1.1 olmalı, oran >1.2 olursa iskemik komplikasyon riski artar. Bu oran optimal stentleme için de önemlidir. Koroner arterdeki sabit darlık 'direk' stentlenebilir veya stentlemeden önce balon-kateter ile başlangıçta dilate (öndilatasyon) edilerek sonra da stent monte edilmiş balon-kateter ile stentlenir.

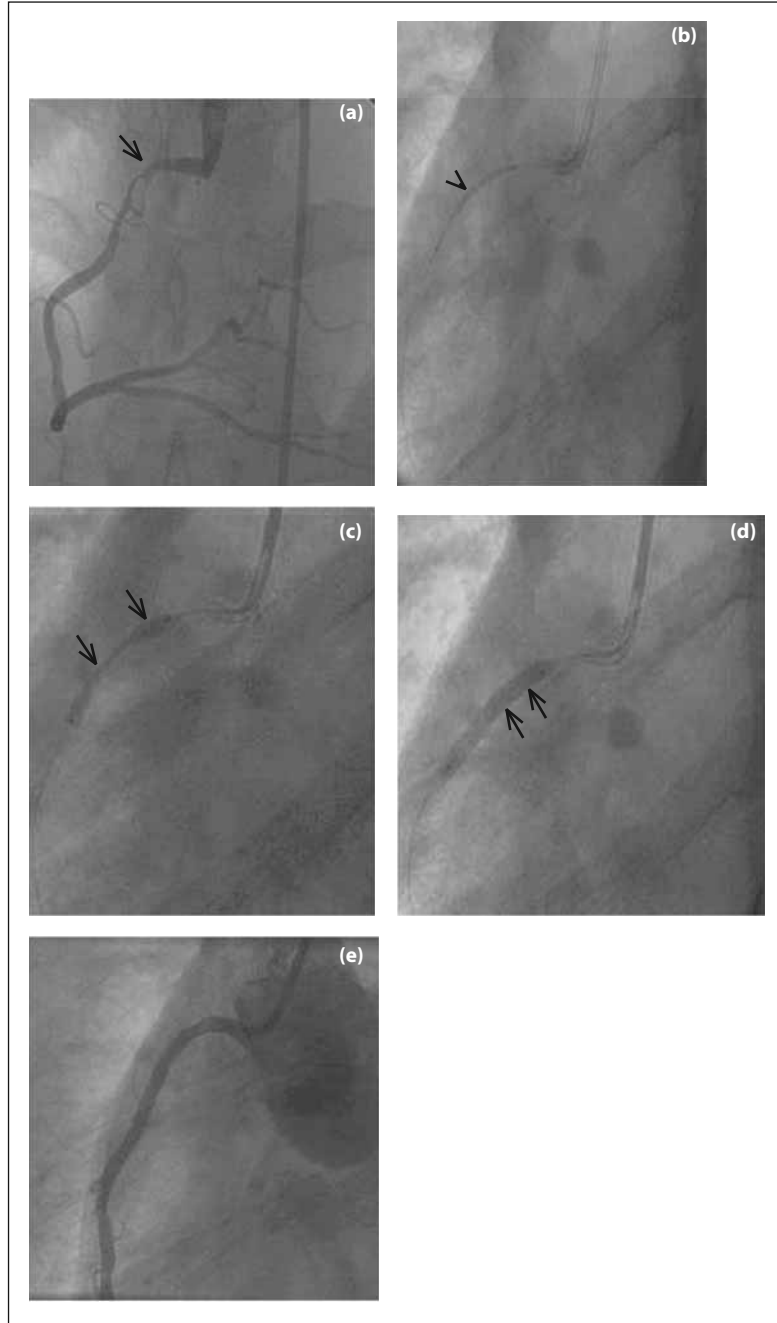
- Dilatastion sırasında balon, %25-50 oranında SF ve kontrast boya karışımı ile şişirilir. Şişirme süresi 1-2 dakikadır, tercihen balon üzerindeki lezyonun beli kayboluncaya kadar.

Intrakoroner balon şişmesi koronerde kan akımını geçici durdurur, bu sırada angina meydana gelebilir, EKG'de geçici iskemik ST-T değişiklikleri ve ventriküler erken vurular görülebilir. Balon söndürüldükten 30-60 saniye sonra hasta bazal durumuna döner. Hastalar intrakoroner kan akımındaki bu geçici kesintiyi genellikle iyi tolere ederler, ancak ağrı veya iskemik bulgular şiddetlenir ve uzarsa hastaya intrakoroner NTG veya intravenöz opiyat, nazal oksijen desteği gerekebilir (akut miyokardiyal iskemi gibi tedavi edilmelidir).

- İşlem tamamlandıktan ve kontrol anjiyografisinde istenen sonuç alınmışsa (rezidüel darlık ve disseksiyon yok, öne doğru akım normal koroner akım) sonra sırası ile önce balon-kateter sonra da kılavuz tel ve kılavuz kateter birlikte geri çekilip vücuttan çıkartılır.

İşlemden sonra, girişim sırasında intrakoroner komplikasyon gelişmemişse, hastanın hemodinamik ve iskemi bulgularının yakından takip edilebildiği kateterizasyon-servisine alınır.

- Arteriyel giriş-kılıfı işlem sırasında yapılan heparinin etkisi kabul edilebilir düzeye düşükten sonra çekilmeli. Elle bastırmaya göre daha avantajlı olan arteriyel kapama cihazları kullanılacaksa kılıf hemen çıkarılabilir.
- Kılıf elle çıkartıldıktan sonra, anjiyografideki gibi giriş yeri kanama durana kadar bir süre (yaklaşık 20 dakika) bastırılarak sıkıştırılır. Sonrada giriş yerinin bulunduğu bacak



**ŞEKİL 6.** Anstabil angina da RCA proksimalinde subtotal lezyon (a, ok). sağ koroner artere stent implantasyonu: Lezyon 0.14 inç kılavuz tel ile geçilmiş (ok başı) ve 3.5 mm X 23 mm stent (↑↑), implante edilmiştir (c,d balonun şişirilip; e konumlandırılması).

dizden kıvrılıp, kalçadan dışa doğru gerilerek kasıktaki giriş bölgesine katlanmış temiz bir sargı bezi kapatılarak sıkıca bandlanır, üzerine 0.5-1 kg ağırlığında bir kum torbası konarak hastanın birkaç saat (yaklaşık 6 saat) sırtüstü yatması sağlanır.

- Bu sırada kontrast nefropatisinden korunmak için hastaya 1-2 litre su içirilir.
- PKG'den 24 saat sonra, yavaş yavaş hastanın hareketlenmesi sağlanmalı, komplikasyon-suz kişiler aynı veya ertesi gün hastaneden çıkarılabilir.

#### **Girişim sonrası işlem ile ilgili hasta bakımı:**

PKG yapılan hasta işlem sonrası kateterizasyon servisine dönünce gelir gelmez post-PKG bazal EKG'si alınmalı ve hastanın kan basıncı ve kalp hızı birkaç saat izlenmelidir.

- Arteriyel girişi sağlayan giriş-kılıfı önceden çıkarılmamışsa, işlemden 4 saat sonra heparinin antikoagulan etkisi geçince çekilir; özellikle uzamış işlemlerde ve yetersiz lokal-anestezik kullanımında giriş-kılıfının çıkarılması ağrılı olabilir, bazen şiddetli vagal reaksiyonlara sebep olabilir (iv. atropin ile hızla düzelen kusma, bradikardi ve hipotansiyon).

Lokal kanamanın tekrarlama riskinden, arteriyel girişin ponksiyon yeri düzenli olarak görülerek kontrol edilmelidir, riskli olgularda ponksiyon bölgesinin daha uzun süre bastırılması gerekebilir, yüksek dozda ve kombine antitrombotik tedavi (oral ASA, antitrombotik ve iv GP-IIb/IIIa inhibitörü ile antitrombin) kullanılanlarda ve giriş-kılıfının travmatik yerleştirildiği durumda kanama duruncaya kadar 2-4 saat kum torbası ile dış-tan ağırlıkla sıkıştırılabilir.

Elle kanülün femoral arterden çıkarılması ile hastanın mobilizasyonu genellikle 4-6 saat sonra başlayabilir; hematoma gelişmiş veya iv. GP-IIb/IIIa antagonisti kullanılmışsa mobilizasyon geciktirilmelidir. Radyal arter girişi kullanılmışsa (hasta sedatize edilmemiş ve komplikasyon gelişmemişse) hareketlenmenin geciktirilmesi gerekmez.

- Kontrast nefropatisinden korunmak için tüm hastalara PKG sonrası ilk saatlerde yeterli hidrasyon yapılmalıdır (6 saatte büyük bölümü oral toplam 2Lt).

#### **PKG'NİN KOMPLİKASYONLARI**

Ölüm, miyokard infarktüsü ve hedef koroner arterin aniden kapanması balon anjiyoplastinin major komplikasyonlarıdır. Ölüm Mİ, kanama, embolizasyon ve acil cerrahi müdahale gerektiren ciddi vasküler komplikasyonlara bağlı olabilir.

**Komplikasyonların insidensi:** Ölüm %0.5-1.4, periprosedürel Mİ (CK-MB'nin normalin üst sınırının 3 katı yükselmesi ile tanımlanan) %8 ve acil ACBG cerrahisi %0.2-0.3.

PKG sonrası hastane mortalitesi oldukça düşüktür (toplam %0.6). İşlem riskinin çoğunu hasta karakteristikleri (hemodinamik ve klinik instabilite, komorbidler) belirler; stabil PKG mortalitesi; koroner sendromların tedavisinde %0.2'dir, STEMİ'nin tedavisinde ise yaklaşık %0.8'dir. Kardiyojenik şokta ise >%50 civarındadır.

#### **Anjiyoplasti sonrası görülen erken komplikasyonlar:**

**Göğüs ağrısı:** Stent yerleştirilmişse, hasta servise döndükten sonra hafif göğüs ağrısı olabilir, koroner arter duvarının adventisiasının gerilmesi sonucunda ortaya çıkabilir, bu durumda

dinamik EKG değişikliği bulunmaz, bu his şiddeti değişmeden bir veya iki saat sürdükten sonra kendiliğinden yavaş yavaş kaybolur.

- Mevcut göğüs ağrısında devam ederken herhangi bir artışta veya yeni oluşan göğüs ağrısında, öncelikle tedavi edilen koronerin ani okluzyonu (akut trombus oluşumu) düşünülmelidir; akut okluzyonda ağrı sırasında çekilen EKG genellikle ST elevasyonu veya yeni T-dalga değişiklikleri gösterir; koroner anjiyografi ile girişim yapılan lezyonun hemen yeniden değerlendirilmesi ile PKG ile tekrar rekanalize edilmesi gerekebilir, bu hastalar bir an önce hızla kateter laboratuvarına alınmalıdır.

Damarın aniden kapanışı, genellikle akımı kısıtlayan intima fleplerin bulunması (*flap*; kapak), suboptimal dilatasyon, veya mediyal disseksiyonlar ile ilişkilidir (Şekil 7). Stentler sahip oldukları *iskelet* özelliklerine bağlı olarak bu komplikasyonun üstesinden gelmiştir.

*Ani kapanma:* 'Major kardiyak istenmeyen, kötü olayların en sık sebebidir (MACE; major cardiac adverse event). Tipik olarak girişimin 6 saati içerisinde meydana gelir. Ani kapanmanın en sık sebebi; suboptimal stent ekspansiyonu veya intima disseksiyonunu takiben gelişen trombus oluşumu, spazm ve yan-dal okluzyonudur. Günümüzde, girişim sırasında yaygın GP-IIb/IIIa inhibitörü ve/veya direk trombin inhibitörlerinin kullanımı ile doğru stent konuşturılması sonucunda sıklığı %5'lerden <%1'e düşmüştür.

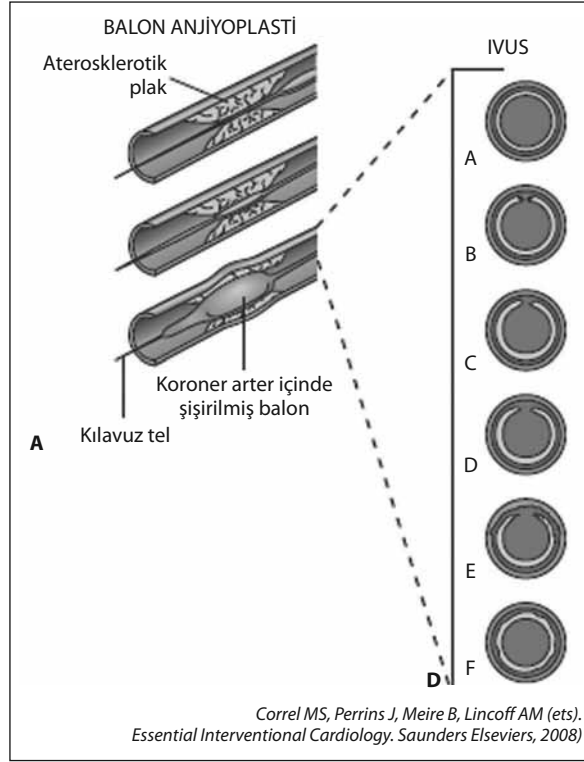
- Ani kapanmanın risk faktörleri; akut Mİ ile geliş, girişim sonrası sağlanan kötü koroner kan akımı (TIMI II akım), kompleks lezyon morfolojisi (C tipi lezyon), anjiyografi veya İVUS (intravasküler ultrason) ile saptanan suboptimal sonuç.

*Perforasyon:* Aterektomi ve stentlemeye göre POBA ile daha az sıklıdır. Dilatasyon sırasında bu komplikasyonun oluşması daha büyük balon seçimi, kalsifik, köşeli eksantrik lezyonlar gibi teknik ve anjiyografik faktörler ve kılavuz tel perforasyonu ile ilişkilidir.

*Atero ve tromboembolizm:* Tüm koroner girişimlerde değişik oranlarda meydana gelebilir. En sık, dejenere ven greft tutulumu gösteren olgularda, akut koroner sendromlu hastalarda ve direk/rotasyonel aterektomide distal koroner embolizasyon daha görülür.

- Distal embolizasyon sonucunda yavaş koroner akım, no re-flow fenomeni (malperfüzyon, doku düzeyinde perfüzyon olmaması), ani kapanma ve periprosedürel Mİ gelişir. Distal damar yatağının tromboembolizmden korunması işlem öncesi ve sırasında kombine edilen güçlü antitrombotik tedaviler (iv GP-IIb/IIIa inhibitörleri, antitrombinler) kullanılabilir, emboliyi distal yatağa ulaşmadan yakalayan ve uzaklaştıran cihazların kullanımı (anjiojet aspirasyon kateteri, PercuSurge, Export filtreler) yararlı olabilir. Adenozin, verapamil ve nitroprussid gibi güçlü vazodilatör no-reflow fenomeninin korunma ve tedavisinde kullanılmaktadır.

*Hipotansiyon:* Hastada işlem sonrası gelişen hipotansiyonda myokardiyal sebepler (iskemik disfonksiyon, pompa yetersizliği, akut mekanik komplikasyon ve sağ ventrikül infarktüsü



**ŞEKİL 7.** Balon anjiyoplasti ile lezyonun histolojik mekanizması ve çizilmiş kesitsel IVUS görüntüsü. Balon hasarının damar duvarı tabakalarındaki etkileri ve hasarın kesitsel şeması: A = Plak kompresyonu; B = Yüzeysel yırtılma/fissür (intima); C = Derin subintimal yırtılma; D = Subintimal yırtılma ile lokal disseksiyon; E = Derin subintimal yırtılma ile mediyaya kadar ulaşan yaygın disseksiyon; F = çevresel subintimal disseksiyon. Eksantrik lezyonlarda, damar duvarının gerilmesi (plak olmayan) ve submediyal disseksiyon olabilir.

gibi) bulunmadığında, hipotansiyona non-miyokardiyal iki problemten birisi sorumlu olabilir; major kanama veya kalp tamponadı.

- Giriş yerinde kanama bazan belirgin olabilir ve dıştan muayene ile tesbit edilebilir (gittikçe büyüyen hematoma, palpasyonla ağrılı kitle ve giriş yerinde açık kanama), bazan da femoral arterden retroperitoneal boşluğa kanama gibi olaylar fizik muayene ile tesbit edilemez; bu olgularda batının palpasyonuna karşı defans gelişmeden oluşan şiddetli karın ve kasık ağrısı ile gelişen ciddi hipotansiyonda abdominal CT veya ultrasonografi ile teşhis konabilir.

*Koroner arter perforasyonu* ile tamponad nadiren gelişebilir, perikardit ağrısı olabilir, akut perikarditin tipik muayene bulguları bulunabilir, PKG'den hemen sonra daha kateter masasındaki hastada floroskopide kalp gölgesinin hızla büyümesi ile tamponad teşhisi düşünülmelidir, çok hızlı derin hipotansiyon meydana gelebilir, teşhisi kanıtlamak ve perikardiyosenteze gitmek için acil ekokardiyografi yapılmalıdır.

- Koroner perforasyon sıklığı: PTKA ile %0.1-1.14, direksiyonel aterektomi ile %0.25-0.70 ve rotasyonel aterektomi ile %1.3, ekstraksiyonel aterektomi ile %1.3-2.1 ve ekzaymer laser anjiyoplastiden sonra yaklaşık %2.0 sıklıklarda bildirilmiştir.

Olguların %80-90'da işlemde kontrast ektravazasyonu görülmesi perforasyonun tipik bulgusudur, %20 olguda perforasyon işlemden birkaç saat sonra bulunabilir, sıklıkla hidrofilik telin küçük damarı delmesi sebep olur. Perforasyonun tedavisi, uzamış balon şişirilmesi (perfüzyon balonu ile), antikoagülasyonun tersine döndürülmesi ve gerekirse greft stent (kaplı 'mesh'-stent) kullanılarak perforasyon yerinin kapatılmasıdır.

**Giriş yeri komplikasyonları:** Giriş yeri komplikasyonları PTKA ile en sık görülen komplikasyonlardır, hastaların %5'de görülür. Arteriyo-venöz fistül <%2, psödoanevrizma %5, akut arteriyel tıkanma <%1 ve giriş yeri infeksiyonları <%0.01 sıklıkta görülmüştür.

- Daha kısa süreli antikoagülan tedavi, vücut ağırlığına göre ayarlanmış antitrombin dozları (heparinler), arteriyel kılıfın erken çıkarılması, pıhtılaşma zamanının (ACT) yakın takibi, daha küçük arteriyel-kılıf kullanımı ve özellikle akut koroner sendrom hastalarında rutin venöz-kılıf yerleştirilmesinin önlenmesi, bu komplikasyonları azaltabilir. PKG'dan sonra işlemde sonra antitrombotik ilaçların (heparinler ve IV GP IIb/IIIa inhibitörleri) durdurulması (aspirin ve oral P2Y12 inhibitörleri devam edilmelidir) sonucunda da kanama komplikasyonları azalabilir.

#### ***Kontrastın neden olduğu Nefropati (Kontrast Nefropatisi)***

Kontrast boya her hastada böbrek yetersizliğini presipite edebilir. Bununla birlikte; yükselmiş kreatinin düzeyi, diyabet, proteinüri veya dehidratasyon bulunan hastalar daha yüksek risklidir.

Olguların %3-7'de oluşur. Serum kreatinini >%2 mg olanlarda, özellikle diyabetiklerde riski 10 kat yükselir. Böbrek yetersizliği kateterizasyondan önce optimal hidrasyonun SF infüzyonu ile sağlanması ve kateterizasyondan önce ve sonra N-asetilsistein (günde iki defa 600 mg), 6-12 saat sodyum bikarbonat infüzyonu, vücut ağırlığına göre az miktarda noniyonik hipoozmolar kontrast boya kullanılması ile önlenabilir.

- Özellikle diyabetik böbrek yetersizliğinde izotonik sodyum infüzyonu kontrast nefropatisi riskini azaltabilir.
- Oral N Asetilsistein 600 mg ile birlikte %0.45 serum fizyolojik ile kontrasttan önce veya kontrast ile birlikte verildiğinde kronik böbrek yetersizliğinde böbrek fonksiyonlarının azalmasını önler.

- Sodyum bikarbonat infüzyonunun kontrast nefropatisinden korunmadaki rolü tavsiye edilen protokol: 3 ampul sodyum bikarbonat 1 litre normal serum fizyolojik (izotonik sodyum) içerisine katılarak hazırlanan infüzyon; işlemden 1 saat önce 3 mL/kg/h, işlem sırasında ve takiben 6 saat 1 mL/kg/h hızında verilir. Sodyum bikarbonat ve N-asetilsistein kombinasyonu kontrast nefropatisinde koruyabilir.
- Kontrastın neden olduğu böbrek yetersizliğini en aza indirmenin en iyi yolu kullanılacak kontrast boyanın kısıtlanmasıdır; 30 mL'den az boya kullanımı çok yüksek riskli hastalarda dahi böbrek yetersizliği insidensini azaltmıştır.

Kontrasta bağlı akut böbrek hasarının markerleri böbrek fonksiyonunun (kreatinin %30 yükselmesi ve oligüri) bozulmasından günler sonra saptanabilir (systatin C, KIM1 ve NGAL gibi).

**Stent trombozu:** Tanım olarak; **akut stent trombozu**-stent implantasyonundan sonra 24 saat içerisinde gelişen vakalara, **subakut trombozu**-24 saat-1 ay içerisinde, **geç stent trombozu** ise 30 gün-1 yıl arasında gelişen tromboza denilmektedir.

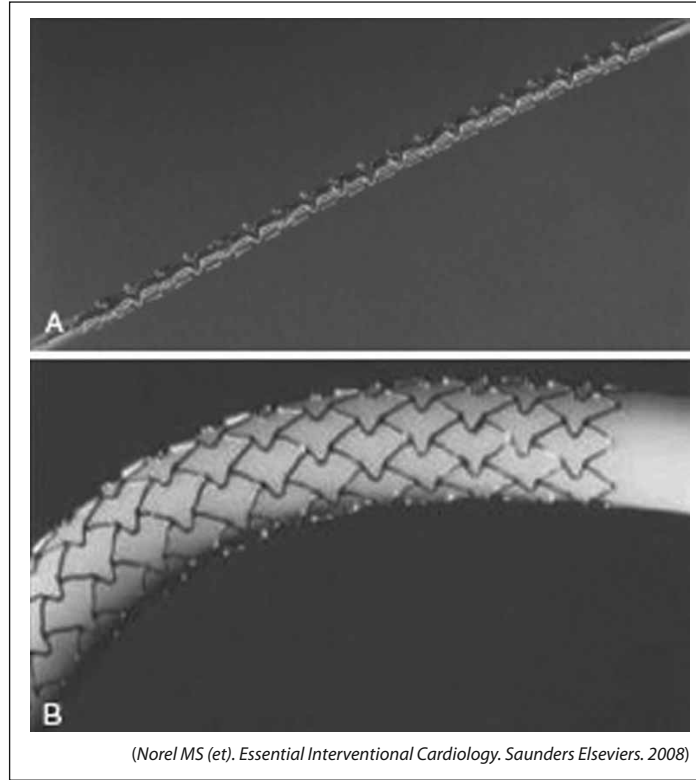
- Özellikle ilaç salınlı stentlerin kullanımından sonra önem kazanan çok **geç stent trombozu** ise implantasyondan 1 yıl ve daha sonra gelişen tromboz olarak tanımlanmaktadır. Hastada önerilen doz ve süre aspirin ve klopidoğrel (veya prasugrel ve tikagrelor) ile ikili antitrombotik tedavi kullanılıyorsa stent trombozu riski %1'den azdır.

İlaçsız-stent implantasyonunu takiben 2-4 haftada endotel tabakası stent tellerinin üzerinde proliferer olur, büyür ve gelişir (*neoendotelizasyon*). Böylece stent ile dolaşımdaki trombositler arasındaki temas kesilir, trombotik risk azalır. İlaçsız-stentler ile yeni-endotelizasyonun aksine, ilaçlı-stent implantasyonundan sonra yeni-endotelizasyon sürecinin stenti kaplaması gecikir, antiproliferatif ilacın etkisi ile neoendotelizasyon anlamlı derecede geriletildiğinden trombositler yıllarca stent telleri ile temas eder, bu patofizyoloji ilaçlı-stentler de çok geç oluşan (>1 yıl sonra) ve ikili antitrombotik tedavi 1 yıldan erken kesilenlerde görülen stent trombozunun gelişmesine sebeptir.

## STENTLER VE STENT İMPLANTASYONU

### Metal Stentler:

Stent ilk kez 1980'lerin sonunda anjiyoplasti sonrası koroner disseksiyonun tedavisinde kullanılmıştır. Koroner stentler; esnek, bükülgen ve lazerle kesilmiş, parlatılmış, balon üzerine yerleştirilmiş ve genişletilebilen (genişleyen) paslanmaz çelik yivli tüplerdir (Şekil 8). Stentler balon anjiyoplasti ile oluşan koroner disseksiyonu tedavi ederek ani kapanma, acil ACBG gereksinimi (<%1) ve restenoz insidensini anlamlı oranda azaltmış ve hastanın kateter laboratuvarı ve hastaneden emniyetli çıkışını sağlamıştır. Stentlerin balon anjiyoplastiye eklenmesi ile PKG'lerin işlem başarı oranı %98'e yaklaşmıştır.



**Şekil 8.** NIR stent (Boston Scientific Inc): **A**-Genişletilmemiş NIR stent. **B**-Aynı stentin balon üstünde genişlemiş şekli. Oluklu tüp balonun şişirilip tellerinin açılması sonucunda radyal gücü ve uyumlu tübüler örgü meydana gelmekte.

Günümüzde PTKA'nın (perkutan koroner anjiyoplasti) kanıtlanmış tamamlayıcısıdır. Rutin stent implantasyonu işleme elverişli ve uygun tüm lezyonlarda uygulanmalıdır.

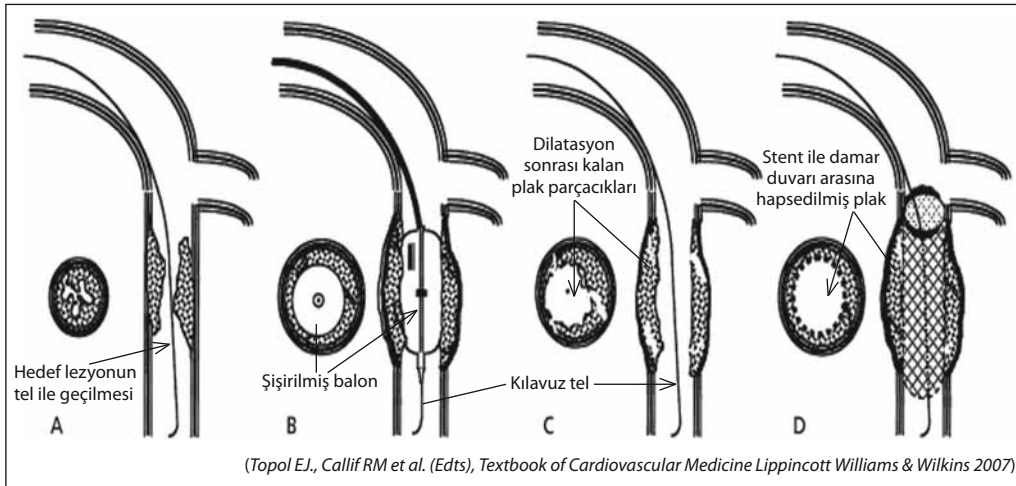
- Basit, yalın tekbaşına PTKA (POBA) ile mukayese edildiğinde, stentler kronik total okluzyonlarda, akut koroner sendromlarda, POBA ile gelişen restenozda ve referans damar çapı >2.75 mm olan nativ koroner arterlerdeki yeni lezyonlarda; restenozu yaklaşık %30 azaltmıştır. Bununla birlikte, stentler POBA'ya kıyasla 6 aylık, orta dönemde estenoz ve tekrar revaskülarizasyon oranını anlamlı düşürürken ilişkili olarak ölüm ve Mİ'yi de anlamlı derecede azaltmıştır.



### Stent implantasyonu:

İntrakoroner ateromatöz lezyon bölgesine stent implantasyonu PTKA ile dilate edilmiş hasta koroner segmentin duvarına metal ağ (çelik veya kobalt-krom karışımı) ile içten-dışa doğru (lumenden –dışa, arter duvarının elastik geri tepme gücüne karşı) mekanik destek sağlayarak, anjiyoplasti sırasında oluşan diseksiyon kapağını yerine oturtur (sayfa 217, Şekil 2), stent implantasyonu akut elastik geri tepmenin engellenmesinden başka kronik süreçte restenoz ile ilişkili remodelingi de azaltır. Bu iki mekanizmanın sağladığı klinik ve anjiyografik faydalar stentlemeyi POBA'dan daha üstün duruma getirmiştir. Stentleme ile restenoz oranı POBA'ya göre %30'dan fazla azalmış ve yaklaşık <%15'e düşürmüştür, düşüş ilaçlı stentlerle çok daha fazladır. POBA ile %5 olan akut damar kapanması ise stentleme ile neredeyse tamamen ortadan kalkmıştır.

- Stentlemenin POBA'ya üstünlüğünün mekanizmaları: (1) başlangıçta daha büyük lumen çapı kazanılması, (2) elastik geri tepmenin büyük ölçüde azalması, (3) anjiyoplasti ile oluşan fizyolojik (dilatasyon ile lezyonun kenarlarında) veya patolojik (akımı engelleyen) diseksiyon kapağının (*flap*) yerine oturtulması, akut trombus oluşumuna yol açan subendotelial protrombotik yapıların trombositler ile temasının önlenmesi ve koroner kan akımını engelleyen büyük diseksiyon kapağının rölatif düzeltilmesi (yerine oturtulması ile) ve (4) balon anjiyoplasti ile kırılan aterotrombotik plağın döküntülerinin stent telleri ile damar duvarı arasına hapsedilmesi ile bunların kan akımına karışarak distal embolizasyonunu kısmen azaltır (Şekil 9).



**Şekil 9. Balon anjiyoplasti ve stentlemenin primer mekanizması.** Hedef lezyonda koroner arteriyel lumende başlangıçta sağlanan kazanımın mekanizması; intimal diseksiyon ve damar dilatasyonu ile sıkıştırılmayan plağın kitlesel damar duvarı içinde sıkıştırılıp dağılması ile yeniden düzenlenmesidir (A-C). Stent geri tepmeyi önler ve doku kapağını (flap) ve plak parçalarını yerine (damar duvarının içersine) tutturur (D).

Bununla birlikte, zamanla, ilk 6 ayda stentin telleri arasından aneointimal proliferasyonun oluşturduğu stentiçi kitle baştaki lumen kazancını silecek kadar büyük değildir. Dolayısıyla ile damar lumenini daha fazla büyütme, POBA ile daha sık görülen restenozu azaltmanın yegane ve kritik mekanizmasıdır: “*Daha büyük daha iyidir*”, atasözü PKG ile izlenen stratejinin hedefidir (Şekil 3).

#### **PKG ile stent konuşlandırmanın (stentleme) temel indikasyonları:**

Stent implantasyonu PTKA'nın akut emniyetini ve geç restenozu riskini düzelterek, klinik ve anjiyografik sonuçları POBA'ya göre büyük ölçüde düzeltmiştir.

Aşağıdaki indikasyonlar, PKG ile birlikte stent implantasyonunun; anjiyografik ve klinik sonuçlarının POBA'ya göre ağırlıklı olarak üstün olduğu durumlardır. Günümüzdeki yaklaşım ise anjiyografik olarak elverişli tüm lezyonlara stentleme yapılmasından yanadır (PKG'lerin >%90'ında).

- Balon anjiyoplasti sırasında akut damar kapanması oluşması (yavaş akım ile) veya akut, subakut tromboz ve düşük distal koroner akım riski (akımı engelleyen disseksiyon gibi) bulunması.
- Damar çapı <3.0 mm ve lezyon uzunluğu >20 mm olan, yeni (“*de novo*”) hedef lezyonda restenozu önlemek.
- Safen ven greftlerdeki fokal lezyonlar.
- Total kronik okluzyonların revaskülarizasyonu.
- Akut koroner sendromlarda, primer perkutan reperfüzyon stratejisinde.

#### **Stent implantasyonunun mekanizması:**

Perkutan koroner balon anjiyoplasti, endovasküler girişimlerin belkemiğidir. Balonun intrakoroner kan akımını engelleyen darlığın içinde şişirilmesi ile sağlanan koroner lumen içindeki ilk kazanç; mediya ve adventisyanın gerilmesi ile intimanın lokal disseksiyonu elde edilmektedir. Disseksiyon trombosit zengin trombus ve yeni gelişen (neointimal proliferasyon) intima tabakaları ile kaplanır. Balon anjiyoplasti sırasında oluşan disseksiyon sonucunda %4-7 sıklıkta koroner lumen ani kapanır, intravenöz GP-IIb/IIIa inhibitörleri ile bu oran anlamlı derecede düşürülebilir.

Perkutan balon anjiyoplasti ile, lumende akımı engelleyen darlık yapan lezyonun içinde balon şişirilmesi ile elde edilen lumen kazancının (çapın artışı) anahtar mekanizması; “plağın kenarlarına komşu ince veya sağlam bölgelerinin intima ve media tabakalarının disseksiyonu ile, oluşan damarın çevresel dilatasyonudur” (sayfa 216, Şekil 1).

Stent, balon ile genişleyen damarın “*elastik geriye tepmesini*” (recoil) önler (Şekil 2). Ayrıca, gevşek intima ve aterosklerotik plak parçacıkları, stent telleri ile mediya arasına hapsedilerek lumenden uzak tutularak, aterotrombotik kalıntıların distal mikroembolizasyon ve trombosit reaktivasyonuna bağlı retromboz oluşması kısmen önlenir (Şekil 8).

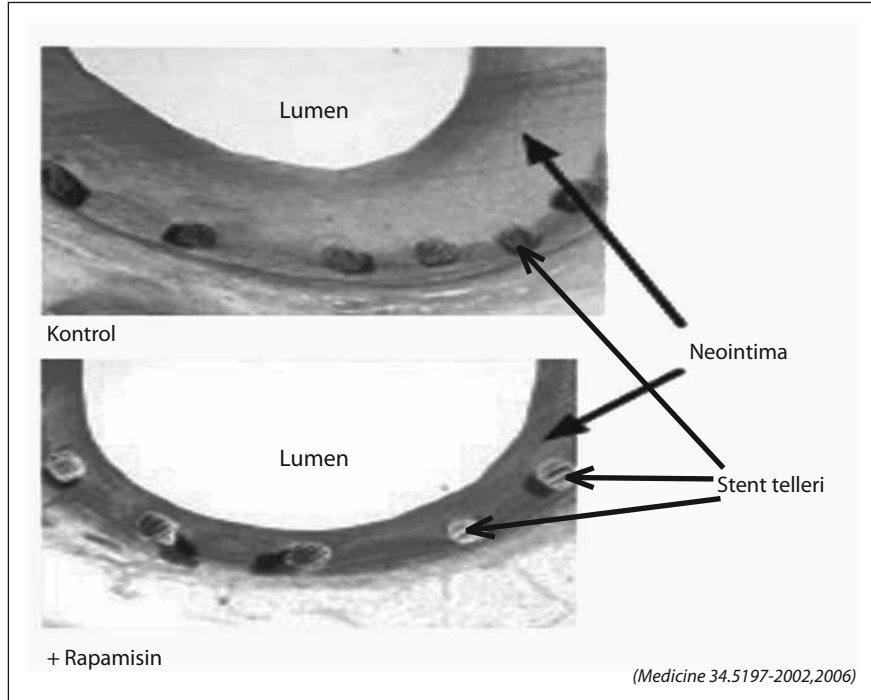
### Stent tipleri:

İlaç-salan, Aktif-stentler (Drug Eluting Stent-DES) birçok avantajı ile yalın, metal, Passif-stentlerin yerini almıştır. Restenoz İlaçlı-stentler ile ilk 6 ayda yalın, metal-stentlere göre daha az görülmüş, buna karşılık 2 yılda ise geç restenoz sıklığı ilaçlı stentlerde az da olsa daha yüksek bildirilmiştir (Şekil 10).

#### A. Yalın, Metal Stentler (ilaçsız-stent) :

Stent implantasyonu POBA'nın sonuçlarını büyük ölçüde düzeltmiştir; akut damar açıklığı oranı artarken, sonra da restenoz oranı azalmıştır. Metal stentler restenozla karşı bağışık olmasına rağmen, hasta koroner arterin kontrolsüz ve disfonksiyone neointimal proliferasyonu sonucunda stent-içi restenoz gelişimi anlamlıdır (%17-30).

- Stent içi restenoz riskinin yüksek olduğu hastalar: Küçük referans damar çapı (<2.5-3.0 mm), işlem sonrası kazanılan lumen çapı miktarının daha az olması ve kalan yüksek rezidüel darlık oranı, uzun lezyon boyu (>20 mm), diyabetik hastalar, LAD lezyonları ve işlem sırasında tedavi edilmemiş disseksiyon.



**Şekil 10.** Rapamisinli ilaçlı stent. Hayvan modelinde (domuz) antimitotik ilacın etkisi ile neointimal proliferasyonun azaldığı görülmekte.

Küçük damarlarda; ilaçsız-stentler ile, POBA'ya göre (damar çapı <3 mm) stent-içi restenoz oranı yaklaşık %5'e, major kötü kardiyak olay (MACE) sıklığı %7'ye düşürülmüştür. Ancak büyük damarlarda POBA ve stentler arasındaki bu fark daha küçüktür (geniş lumen-de stentin üstünlüğü azalır, kaybolur).

Günümüzde tüm PKG'lerin %90'dan fazlasında stent kullanılmaktadır. Stent konuşlanması damar okluzyonu riskini ilk 24 saatte azaltır (<%1). Paslanmaz çelik ve kobalt-krom karışımı metal ağın rijiditesi 6 ayda negatif remodelingi de önler.

Neointimal hiperplazi balon anjiyoplasti sonrası restenozu sebep olan en önemli faktördür, stent implantasyonu ile restenoz gelişiminin sıklığı POBA'ya göre daha azdır. Buna rağmen restenoz PKG'nin önemli teknik sınırlayıcısıdır; olguların %10-30'da başarısız veya suboptimal sonuç ile ilişkilendirilmiştir. Stentler, sub-intimada yeni doku büyümesini önleyip, vasküler hasardan sonra düz kas proliferasyonunu inhibe ederek ve intimal kalınlaşmayı da azaltarak restenozu önemli miktarlarda azaltır.

- Ani damar oklüzyonu; stent implantasyonundan 4 haftaya kadar oluşabilir, ilaçsız-stentin telleri arasına trombositlerin toplanması ve trombus oluşumu olguların %10-30'da ani stentiçi oklüzyonuna sebep olabilir. Antitrombosit ilaçlar ve teknik gelişmeler (yüksek basınç uygulaması) ile insidensi %1-2'ye kadar düşürülmüştür. İmplantasyondan 3-4 hafta sonra stent telleri yeni endotel hücreleri ile kaplanır, bundan sonra stent trombozu oldukça seyrek.

### **B. İlaçlı-stentler (Aktif stentler):**

Tümör büyümesi ve benin neointimal proliferasyon arasındaki benzerlikten dolayı, stentiçi restenozu önlemede immunosüpresan ve sitotoksik ilaçlar faydalı olabilir. Stent tellerinin bu ajanlar ile kaplanması, bunların istenmeyen sistemik yan etkilerini bertaraf ederek etki edecekleri yere direkt olarak salınmasını sağlamıştır. Restenozun hedef mekanizmasının fizyolojik aktif olduğu sırada, stent tellerine kaplanmış antimitotik ve antiproliferatif ajanların histopatolojik olayın cereyan ettiği yerde sürekli salınması sonucunda ilaçlı stentlerin ayrıcalıklı avantajı ve üstünlüğüdür.

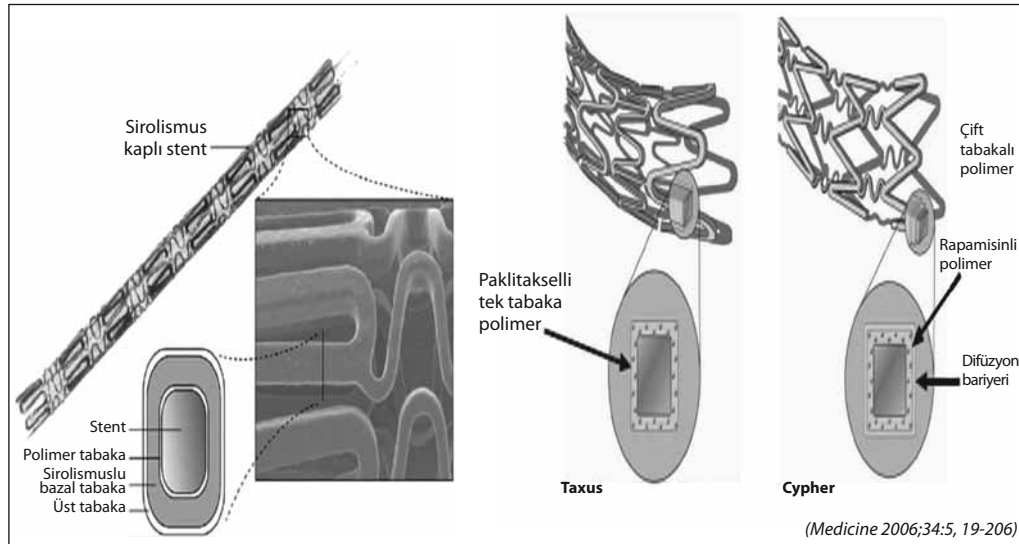
- Sıklıkla kullanılan ajanlar sirolimus ve paklitaksel'dir (üçüncü-jenerasyon diğer ajanlar; everolimus, zatorolimus, Biolimus) (Şekil 11).

Yalın, metal stentlerin klinik uygulamada en zayıf noktası stent-içi restenozdur. Sirolimus ve Paklitaksel gibi antiproliferatif ajanlar mitotik fazda hücre proliferasyonu durdurur (antiproliferatif etki). Stentlerin stent yüzeyini kaplamak için bu ajanların polimerlerinin kullanılması (medikal tedavi edici; farmakolojik etki) neointimal hiperplaziyi önemsiz düzeylere kadar azaltmıştır (hemen hemen yok etmiştir).

İlaçlı-stentlerin, orijinal ilaçsız-stentlerin yüzeyi ilaç polimerleri ile kaplanarak yapısı ve fonksiyonu değiştirilmiştir. Stent implantasyonundan sonraki birkaç haftada polimer tabakalardan arter duvarına doğru bu ajanlar yavaşça ayrılarak (salınarak) hücresel proliferasyonu inhibe eder ve neointimal oluşumu ve restenotik süreci büyük ölçüde azaltırlar.

İlaçlı stentlerin kaplanması en sık kullanılan antiproliferatif etkili iki ilaç:

- **Sirolimus**; *Streptomyces Hygroscopicus* adlı bakteriden izole edilen ve doğal makrosiklik lakton yapısında olan sirolimus, limus ailesinden endovasküler protezde kullanılan ilk ilaçtır. İlk olarak antifungal bir ilaç olarak geliştirilmiştir. Fakat sonrasında güçlü antiproliferatif ve immunosuppressif etkileri olduğu gösterilmiş ve bu sebeple 1999 yılından itibaren böbrek nakli olan hastalarda organ reddini engellemek için kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonra yapılan çalışmalarda ise sirolimusun düz kas hücre bölünmesini ve göçünü engellediği gösterilmiş ve restenoz tedavisinde kullanılabileceği düşünülmüştür. Sirolimus, hücre siklusunda düz kas hücrelerinin G1 fazından S fazına geçişini inhibe ederek sitostatik etki (Şekil 41, sayfa 318) gösterir (“Cypher stent”, Cordis).
- **Paclitaxel** ilk olarak 1963 yılında pasifik keki porsuk ağacından (*Taxus brevifolius*) izole edilmiş yüksek oranda lipofilik bir ajandır ve kuvvetli antiproliferatif etkilerinden dolayı geliştirilmiştir. İSS (stent içi stenoz: instant stenosis)lerde kullanılan ve limus ailesine mensup olmayan tek ilaçtır. Etkisi mikrotübüllerin depolimerizasyonunu bloke ederek ortaya çıkmaktadır. Bu etki sayesinde doza bağımlı olarak bir çok alanda hücresel aktiviteleri engeller. Bunlar, bölünmeyi engelleyici ve antiinflamatuvar etkiler, düz kas hücre göçünü engelleme, büyüme faktörü salınımını ve sitokinleri inhibe etme ayrıca anti-anjiyogenik etkiler olarak sıralanabilir. Paclitaxel G0/G1 ve G1/S safhalarını etkileyerek hücre ölümüne sebep olmadan sitostatik etki gösteririr. (“Taxus stent”, Boston scientific) (Şekil 11).



Şekil 11. İlaçlı stentlerin (Rampamisin Paklitaksel, Cypher ve Taxus) stentlerin yapısı.

- **Everolimus:** Limus ailesinin ikinci üyesi olan everolimus moleküler yapısında sirolimustan farklı olarak 40 Pozisyon da 2-hidroksietil zinciri bulunan bir sirolimus analogudur. Diğer limus ailesi üyeleri gibi hücre siklusunda düz kas hücrelerinin G1 fazından S fazına geçişini inhibe ederek sitostatik etki gösterir (**Xience V** stent, Abbott vascular company).
- **Zotarolimus:** Limus ailesinin üçüncü üyesi olan zotarolimus (ABT-578) diğer limus ailesi üyeleri hücre siklusunda düz kas hücrelerinin G1 fazından S fazına geçişini inhibe ederek sitostatik etki gösterir. Kuvvetli antiproliferatif ve antienflamatuvar özellikleri olan zotarolimusun içerdiği tertrazol halkası sayesinde lipofilik özellikleri sirolimusa göre iki kat daha fazladır. Zotarolimusun bu kimyasal özelliğinin ilacın dokuya daha fazla geçmesine ve daha uzun süre ile dokuda kalmasına yardımcı olduğu düşünülmektedir. (Endeavor stent, Medtronic).
- **Biolimus:** Biolimus A9 T hücre ve düz kas hücre proliferasyonunu inhibe eden yüksek oranda lipofilik bir sirolimus analogudur. Everolimus ve sirolimustan 10 kat daha fazla lipofilik olan biolimus hücrelerin içerisindeki sitoplazmik proteinlere geri dönüşümlü olarak bağlanır. Diğer limus ilaçlar gibi sitostatik etki gösterir. Kuvvetli antiproliferatif ve antiinflamatuvar özellikler gösteren biolimus A9 diğer limus ilaçlardan farklı olarak Cytochrome P450'den ziyade CYP3A4 yoluyla metabolize olmaktadır (Biomatrix stent, Biosensors).

Antiproliferatif bu ajanlar mitotik büyüme fazında hücre bölünmesini durdurur. İlaçlı-stentler özellikle diyabetikler, kompleks koroner lezyonlar ve referans damar çapı küçük lezyonlarda (<2.5 mm) stent-içi restenozu ve major kardiyak olay (-MKO: ölüm, Mİ, hedef lezyonun revaskülarizasyonu) insidensini anlamlı azaltmıştır (Tablo 1). İlaçlı stentler ilaçsız-stentlere göre; her hastada klinik sonuçları (infarktüs, hedef damara acil revaskülarizasyon) %70-75 anlamlı düşürmüştür.

**TABLO 1.** İlaçlı veya ilaçsız stent tercihi ile ilişkili klinik durumlar

| İlaçsız Stent Yerine Genellikle İlaçlı Stente Tercih Edilmeli                                                                                                                                                                                                           | İlaçlı Stent Yerine İlaçsız Stent Tercih Edilmeli                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol koroner arter hastalığı</li> <li>• Küçük damarlar</li> <li>• Stent-içi Restenoz</li> <li>• Bifürkasyonlar</li> <li>• Diyabet</li> <li>• Uzun lezyonlar</li> <li>• Çoklu lezyonlar</li> <li>• Safen ven greftler</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• İkili AT tedaviyi tolere edemeyen veya kullanmaya razı olmayanlar</li> <li>• 12 ay içinde ikili AT tedavinin kesilmesi gereken cerrahi girişim bekleyenler</li> <li>• Yüksek kanama riski</li> </ul> |

(ACCF/AHA/SCAI Guideline 2011)

Kısalt: AT-Antitrombosit tedavi

Restenoz riski yüksek hastalarda (uzun lezyonların tedavisi veya küçük damarlar ve diabetik hastalarda gibi) dahi ilaçlı stentlerin ilaçsız-stentlere kıyasla üstünlüğü görülmüştür.

Geç tromboz riski ise ilaçlı stentler ile artmıştır; girişim sonrası (1-6 ayda) Antitrombosit tedavinin (klopidogrel ve aspirin) erken kesilmesini takiben geç retrombozda küçük fakat anlamlı artış olmuştur; bu risk stentin antiproliferatif ajan ile kaplı olmasına bağlı gecikmiş endotelizasyon ile ilgili görünmektedir.

- **Klinik kanıtlar:** (a) Çapı 2.5-3.5 olan damarların lezyonlarında Rapamisinli stent standart yalın metal stente göre 6 aylık anjiyografik restenoz oranı (lumen çapının %50'sinden fazla azalması) %0 ve MKO (major kardiyak olay: ölüm, Mİ, hedef damarın revaskülarizasyonu) %3.3 ile anlamlı daha az gelişmiştir; standart stent ile sırası ile %26 ve %27.1 bulunmuştur (RAVEL). (b) *Kompleks koroner lezyonlarda* (uzunluğu 15-30 mm, damar çapı 2.5-3.5 mm); Sirolimuslu ilaçlı stent (SES), standart metal stentlere kıyasla toplam MKO (ölüm, Mİ, hedef damarın revaskülarizasyonu) ve özellikle hedef lezyonun revaskülarizasyonu (HLR) anlamlı %12 azaltmıştır (SIRIUS). (c) *Kompleks nativ koroner arter hastalarında* (uzunluğu 10-28 mm, çapı 2.5-3.75 mm); ilaçlı stentlerle (sitolimus: SES ve paklitaksel: PES) 9 ayda HLR (Hedef Lezyonun Revaskülarizasyonu) anlamlı olarak metal stentlere göre %8 daha fazla azalmıştır (TAXUS-IV, SIRTAX).

® Yukarıdaki kanıtların ışığında; özellikle diyabetik hastalar ve kompleks koroner lezyonlarda. İlaçlı-stentler ile stent-içi restenoz ve MKO dramatik olarak azalmıştır.

- Semptomatik KAH ile ilgili stent kullanımı için önerilen; lezyonun bulunduğu damarın çapı <3 mm veya lezyonun uzunluğu >15 mm olan hedef arterlerde ilaçlı-stent kullanılmalıdır (AHA/ECC/ESC).

### **Intrakoroner Stent seçimi:**

PKG sırasın kullanılacak stent tipinin seçiminde stent maliyetinin ötesinde, ilaçlı-stentlerin ikili ATT (Antitrombosit tedaviler) ile yakından ilişkili ve bağımlı daha düşük erken reok-luzyon ve orta dönem restenoz faydası göz önünde tutulmalıdır (Tablo 1). Buna göre:

- *İlaçlı stent-implantasyonundan önce*, ikili ATT için gerekli süre ve zorunlu tedavi kompliyansı için ve tedaviyi tolere edebilirliği hasta ile tartışılmalı ve rızası alınmalıdır.
- İlaçlı-stentler, restenoz riski yüksek ve uzamış ikili ATT'yi tolere edebilen, rızası olan ve elektif (acil olmayan) PKG'ye gidecek hastalarda dahi, restenozu azaltarak ilaçsız-metal stentlerin daha avantajlı pozitif alternatifi olarak yararlıdır (özellikle diyabetiklerde ve çapı <3 mm, boyu >20 mm lezyonlarda).
- (i) Kanama riski yüksek, (ii) 12 ay ikili ATT kullanımına rızası olmayan hastalarda veya (iii) sonraki 12 ayda invazif veya cerrahi girişim bekleyenlerde, ikili ATT süresi kesilebileceğinden POBA veya ilaçsız-metal stent kullanılmalıdır.

### **Nonkardiyak cerrahiden önce perkutan revaskülarizasyon:**

Nonkardiyak cerrahiye giden hasta grubunda, cerrahi girişimin kanama riskinden dolayı uzun süreli antitrombosit tedavilerin kullanımı sakıncalıdır. Dolayısı ile: (a) sonraki 12 ayda

elektif nonkardiyak cerrahi programına alınmış ve PKG gereken hastalarda tavsiye edilen strateji; basit, yalın balon anjiyoplasti (POBA) veya 4-6 hafta ikili AT tedavi ile ilaçsız Metal-stent uygulaması faydalı olabilir (sınıf IIa indikasyon).

- (b) Acilen cerrahi girişime gidecek ve ikili AT tedavinin zorunlu kesilmesi gereken hastalarda ASA'ya devam edilmesi uygundur, daha sonra da postoperatif dönemde P2Y12 inhibitörüne mümkün olduğunca en kısa zamanda hemen tekrar başlanmalıdır (2011 AHA).

## **PKG'NİN (PTKA ve stentleme) İŞLEM SONRASINDA ORTAYA ÇIKAN SORUNLARI**

Başta POBA olmak üzere tüm perkutan koroner girişimlerin fizyopatolojisinin merkezindeki sorunlar (komplikasyonlar) benin intima disseksiyonu, endotel lezyonu ve trombosit aktivasyonunun yol açtığı restenoz ve trombus gelişimidir.

### **1. Hedef lezyonun geçilememesi:**

Sorumlu koroner arterdeki total oklüzyonun proksimalinde güdüğün bulunmaması veya distalinin hiç görünmemesi, sorumlu lezyonun kompleks olması (dar açılı lezyon ve içinden yandal çıkması, tortuöz segment, oklüzyonu yapan lezyonun trombus dışındaki aterom plağının oluşturduğu, darlığın sabit bölümünün fazla olması) ve kronik total oklüzyon bulunması durumunda; POBA'dan önce öncelikle kılavuz telin sonra da yardımcı cihazların (stent) lezyonu geçmesi güçleşir. Günümüzde gelişen stent, balon ve kılavuz tel teknolojisi ve uygun lezyon seçimi ile bu sorun <%1-5'lere kadar inmiştir.

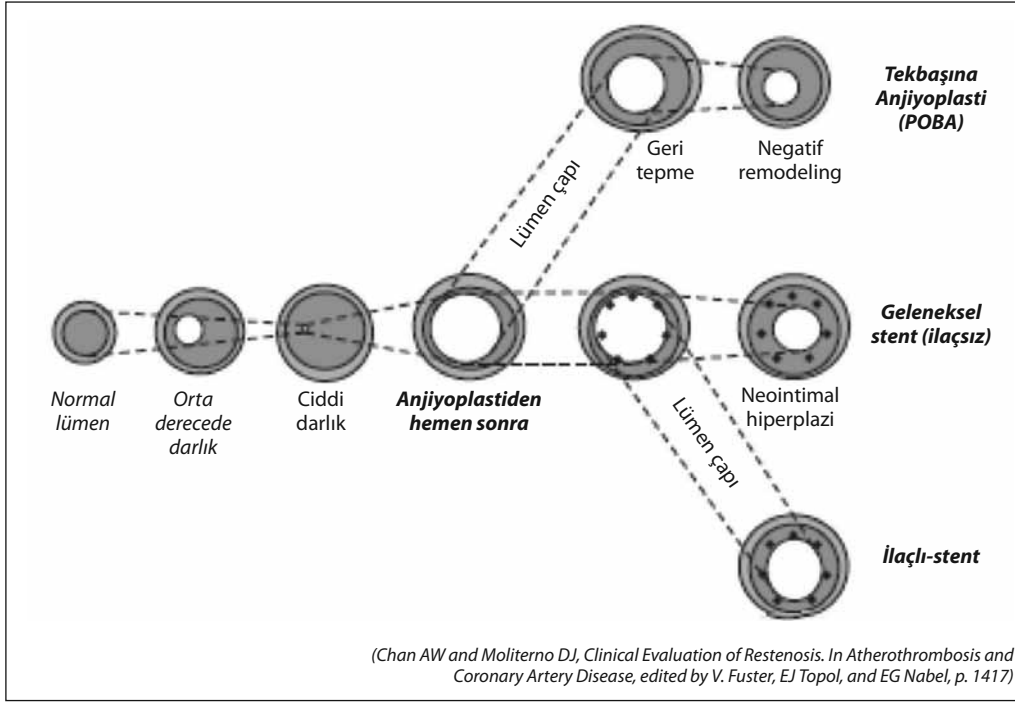
### **2. Restenoz, Stentçi Restenoz:**

Balon anjiyoplastiden sonra hedef lezyondaki darlığın tam olarak açılıp optimal sonuç alınması için intima disseksiyonunun kontrollü olması gerekir (dilate edilen segmentlerin %60-70'ine kadar). Anjiyografik restenoz, günümüzde kantitatif anjiyografi ile %50 stenoz olarak tanımlanmaktadır. İskeminin tekrarlayan semptom veya objektif bulguları bulunan hastalarda, klinik olarak restenoz düşünülmelidir.

Restenoz sıklığı tekbaşına balon anjiyoplasti (POBA) ile stentlemeye göre daha yüksektir (%30-50). Stentlemenin üstünlüğü damarın büzüşmesine (elastik geri-tepme ve konstriktif remodeling) karşı stent tellerinin sağladığı mekanik desteğe ve iskelet etkisine ve POBA'ya göre daha büyük lümen kazanımına bağlıdır. Balon anjiyoplastiden sonra gelişen damar remodelingi, basit bir neointimal proliferasyonun ötesinde restenozun major sebebidir.

Balon anjiyoplastiden sonra, birçok mekanizma restenozun gelişmesine katkıda bulunur; düz kas hücrelerinin göçü ve proliferasyonu, trombosit aktivasyonu ve depolanması, elastik geri-tepme ve negatif arteriyel remodeling (Şekil 12). Stent elastik geri-tepmeyi ve negatif remodelingi bloke eder, ve stent implantasyonundan sonra restenozun ağırlıklı mekanizması neointimal hiperplazidir. Restenozun tanımı ve buna bağlı sıklığı; tanımı: Anjiyografik restenoz; anjiyografik takipte anjiyografide damar çapında >%50 darlık görülmesi, klinik restenoz ise; hedef lezyon veya damarın revaskülarizasyonunu gerektiren semptomların bulunması olarak tanımlanmaktadır, sıklığı hasta karakteristikleri, koroner anatomi, uygulanan stent ve cihazın tipine de bağlıdır.





**ŞEKİL 12.** PKG'den sonra vasküler remodeling: Restenozun klinik değerlendirilmesi: POBA ile kazanılan lümen çapının akut ve geç kaybının mekanizması.

### İnsidens:

Komplike-olmayan lezyonlarda POBA'dan sonra %32-42, ilaçsız-stentlerden sonra %16-32 ve ilaçlı-stentlerden sonra <%10 bildirilmiştir. Anjiyografik restenoz hastalarının ancak yarısından azı semptomatiktir. Klinik restenoz ile ilgili semptomlu hastalara ilaçsız-stent implante edilenlerin 1 yıllık takipte hedef-lezyonların %12'e (PKG) hedef-damarların ise %14'ne (ACBG) revaskülarizasyon yapılmıştır. Klinik restenozlu hastalar tipik olarak tekrarlayan angina ile bulunmuştur. Hastaların %5-10'unda AMİ ve %25'inde anstabil angina tesbit edilmiştir. POBA'dan sonra klinik restenozda; stent implantasyonu balon anjiyoplastinin yinelenmesinden veya ateroablasyondan daha üstün bulunmuştur (REST).

- **Yüksek Restenoz riski ile ilişkili faktörler:** Klinik tablo (STEMİ, akut koroner sendrom, sık, her gün angina); hasta karakteristikleri (diyabet, yaş <55-60, geçmiş PKG, erkek cinsiyet, çok-damar KAH); lezyonun lokalizasyonu (korunmasız sol-ana koroner, safen ven reft) ve girişim ile ilgili özellikler (minimum stent çapı  $\leq 2.5$  mm, total stent boyu  $\geq 40$  mm).

**Restenoz sınıflaması:**

İlaçsız-stentten sonra stentiçi restenozun anjiyografik karakteristikleri ile ilgili:

- *Örnek (Patern)-I:* Fokal lezyonları ihtiva etmektedir, uzunluğu  $\leq 10$  mm, restenoz stentin içi ile sınırlıdır. .
- *Örnek-II:* Stentiçi restenozun uzunluğu  $>10$  mm'dir, stentin içi ile sınırlıdır.
- *Örnek-III:* Stentiçi restenoz  $>10$  mm olup, stentin dışına taşmıştır.
- *Örnek-IV:* Stentin lumenini tam olarak tıkamış stentiçi restenoz.
- Fokal restenozun prognozu diffüz restenoza göre daha iyi olup, tedaviye daha iyi cevap verir.

Örnek I-IV restenozlarda, Stentiçi restenozun POBA, tekrar ilaçsız-stent implantasyonu (stent-in-stent), veya ateroablasyon cihazları ile tedavinin bir yıllık (hedef lezyon) revaskülarizasyon oranı sırası ile (örnek I'den-IV'e) %19, %35, %50 ve %83 olmuştur.

- İlaçlı-stentlerden sonra restenoz sıklığı kullanım yaygınlığı arttıkça girederek yükselmektedir. İlaçlı stentlerde ağırlıkta olan anjiyografik stentiçi restenoz örneği fokaldır (uzunluğu  $\leq 10$  mm). Birçok biyolojik, mekanik ve teknik faktör ilaçlı-stent içi restenoza katkıda bulunur, örneğin; ilaç direnci, hipersensivitesi, stentin daha az genişletilmesi, stentin tellerinin kırılması, düzensiz tel içeriği, stent tellerinde aralıklar bulunması ve lezyonun stentle tam örtülmemesi. IVUS Stentiçi restenozun sebebinin bulunması ve tedavisine yol göstermesi için düşünülmelidir. İlaçlı-stent içi fokal restenozun tedavisinde POBA, nonfokal restenozun tedavisinde ACBG veya başka antiproliferatif ilaçlar ile kaplı ilaçlı-stent implantasyonu faydalı olabilir.

**Patofizyoloji:**

Başta balon anjiyoplasti, sonra da stentin damar duvarı içine gömülerek yerleştirilmesi ile oluşan intima ve subintimal yapılarıdaki (endotel ve lamina elastika internaya kadar subendotelyal tabakalar) hasar, trombosit aktivasyonunu tetikleyerek ve lokal trombus oluşumuna neden olur. Hasarlı damar bölgesine göç eden nötrofil, monosit ve lenfositler İnflamatuar reaksiyonun oluşmasına sebep olur. Aktive olmuş trombositler ve inflamasyon hücrelerinden açığa çıkan protrombotik ve proliferatif mediyatörler arterin mediyasındaki düz kas hücrelerinin proliferasyonuna yol açarak ve sonunda *negatif remodeling* (içe, lumene doğru doku artışı) oluşması ile lumenin şekil ve çapı bozularak Restenoz gelişir. Bu süreçler her hasta ve lezyonda benzer ve homojen gelişme göstermez, lezyondan lezyona değişen farklı derece ve oranlarda meydana gelir. Damar lezyonunun doğası, girişimin tekniğine ve bireysel hasta karakteristiklerine bağlıdır.

Anjiyografik olarak belirgin restenoz her zaman semptomatik ve tekrarlayan anginaya sebep olmaz ("*linik restenozun paradoksu*"), miyokardiyal iskemiye bağlı ağrı bazı hastalarda hafif olup antianginal ilaçlar ile iyi tolere edilebilir. Stentleme yapılmadan POBA ile restenozun tekrar dilate edilmesi durumunda tekrarlama sıklığı yüksektir. Restenoz tedavisinde kullanılan henüz onaylanmamış yöntemler: Restenotik dokunun atarektomi ve lazer cihazları ile çıkarılması; Cutting-balon ile yeniden dilate edilmesi; "beta ve gamma-radyasyon" veren intrakoronar kateter ile '*brakiyoterapi*' uygulaması ile istent-içi stenozunu azaltılması gibi.

Sonuç olarak; stent implantasyonu vasküler geri tepme ve remodelingi önlemekle beraber, stent telleri arasından başlayıp stentin lumen yüzeyini tamamen örten neointimal proliferasyonunun yol açtığı restenoz (“*stent-İçi stenoz*”) girişimin en önemli sekelidir. Stent-İçi stenoz perkutan revaskülarizasyonun en zayıf noktasıdır, çoğunlukla stentlemenin ilk 6 ayı içinde gelişir.

### **Restenozdan korunma:**

- Stent implantasyonu, balon anjiyoplastiden sonra stent yerleştirilmesi mekanik olarak ortalama lumen çapını daha fazla artırarak ve elastik geri tepme ile adventisyal konstriksiyonu önleyerek restenozu azaltır.  
Stentlemenin performansını ve avantajını artıran İVUS kullanımı ve ikili antitrombosit ilaçlar gibi stent konuşlandırılmasına eklenen girişimler:
- İVUS kılavuzluğunda stentin yerleştirilmesi stentin hedeflenen yere, sadece gerekli lezyon bölgesini kaplayarak konuşlandırılmasını sağlar.
- İlaçlı-stentlerin ilaçsız stentlere üstünlüğü daha düşük oranda restenoz gelişimi hastanın ikili antitrombosit (AT) tedaviye uzun-dönemdeki (>1 yıl) kompliyansına bağlıdır.

### **Restenozun tedavisinde tavsiye edilen (sınıf I ve IIa) stratejiler (AHA 2011) :**

1. *Balon anjiyoplastiden sonra gelişen klinik restenozda; şayet anatomik faktörler uygunsa ve hasta da İkili AT tedaviyi tolere edebiliyor ve kullanmaya razı olmuşsa, ilaçlı-stent veya ilaçsız-stent ile tedavi edilmelidir (Sınıf I).*
2. *İlaçsız-stent'ten sonra klinik restenoz gelişen hastalarda; anatomik faktörler uygun ve hasta İkili AT Tedaviyi tolere edebiliyor ve kullanmaya razı olmuşsa ilaçlı-stent ile tedavi edilmelidir (Sınıf I).*
3. *Stent restenozunun mekanizmasını İVUS ile belirlemek faydalı olabilir (Sınıf IIa).*

### **3. Stent Trombozu:**

Stent trombozu anjiyografi ile gösterilerek değerlendirilmelidir, bu strateji stent trombozun insidensinin gerçek sıklığından daha az hesaplanmasına neden olmaktadır, çünkü restenoz hastalarının bazılarında Mİ gelişmekte veya anjiyografiye gitmeden ölmektedir.

® *İlaçlı stent ile gelişen restenozda bir başka tip ilaçlı stent implantasyonu veya POBA uygulanması uygun olabilir.*

Stent trombozunun büyük bölümü erken meydana gelir (0-30 gün). Geniş anlamda klinik pratikte erken stent trombozunun beklenen oranı <%1, 30 günün ötesinde yılda %0.2-0.6'dır. Akut stent trombozu sıklıkla STEMİ'de gelişir, akut stent trombozunun mortalitesi yüksek olduğundan bu hastalarda acil revaskülarizasyon indikedir, (%20-45), kurtulanlarda ise stent trombozunun yineleme riski vardır.

- Akut stent trombozunun en sık sebepleri mekanik ve farmakolojik faktörlerdir; referans çapa göre daha küçük stent implante edilmesi, stent appozisyonu (-stentin damar duvarına tam gömülememesi sonucunda, duvar ve stent telleri yan yana durur, aralarında da boşluk kalmıştır); rezidüel darlık, disseksiyon ve stentleme sonrası tedaviler.

- En sık sebep hastanın İATT'ye uyum gösterememesidir, bunun yanında aspirin veya tiyenopiridin (klopidogrel) direnci ve protrombotik durumlar; konjenital ve akiz trombofilik nedenleri (malinite) de ilave risk faktörleridir.

### Stent Trombozunun Tanımı:

Stent trombozu teşhisinde tek biçimliliği sağlamak ve duyarlılığı düzeltmek için FDA ve ARC (*academic research consortium*) aşağıdaki üç kanıt düzeyli yeni tanımlamayı önermiştir:

#### 1. Kesin Stent trombozu:

TIMI akımı ile anjiyografik doğrulanmaya dayanır,

- a) Stent içinde veya stent segmentinin 5 mm proksimali veya distalinden kaynaklanan; trombus bulunmasına eşlik eden okluzyon ile TIMI 0 akım.
- b) Stent içinde veya stent segmentinin 5 mm proksimali veya distalinden kaynaklanan; trombus bulunması ile birlikte TIMI 1, 2 veya 3 akım.
- c) ..... **VE (+) aşağıdaki kriterlerden en az birisinin 48 saat içinde hastada bulunması:**
  - Dinlenimde yeni başlayan iskemik semptomlar.
  - Akut iskemiye gösteren yeni iskemik EKG değişiklikleri.
  - AMİ kanıtı olarak kardiyak biyomarkerlerin yükselip düşmesi.
- d) *Patolojik kanıt:* Otopsi veya aterektomiden sonra alınmış dokunun muayenesinde trombus görülmesi.

#### 2. Muhtemel Stent trombozu:

İntrakoronar stent implantasyonundan sonra aşağıdaki olgularda stent trombozunun meydana geldiği düşünülmeli:

- Stent implantasyonundan sonra ilk 30 günde açıklanamayan ölüm.
- İndeks girişim zamanına bağlı olmayan ve anjiyografik stent trombozu kanıtlanmayan ve başka bir net nedeni bulunmayan ve stent implante edilen miyokard bölgesindeki akut iskemi ile ilgili oluşan her Mİ olayı.

#### 3. Olası Stent trombozu:

- İntrakoronar stentlemeden 30 günden sonra açıklanamayan her ölüm.

### Stent Trombozunun İlaçlı-stentin implantasyonundan sonra geçen zamana göre tanımlanması:

- **Akut:** Stent implantasyonu sonrası 0-24 saatte.
- **Subakut:** Stent implantasyonundan sonra 24 saatten 30 güne kadar.
- **Geç:** Stent implantasyonundan sonra 30 günden 1 yıla kadar.
- **Çok geç:** Stent implantasyonundan sonra >1 yıl.

## PKG'NİN KLİNİK İNDİKASYONLARI:

*Perkutan koroner girişimin temel indikasyonu;* akut ve kronik koroner sendromlarda primer tedavi kabul edilen PKG'nin indikasyonu; miyokardiyal iskeminin üç temel kriterinin bir arada bulunmasına dayanmaktadır (Tablo 2). Aşağıdaki temel prensipler doğrultusunda, akut ve kronik miyokardiyal iskekiye sebep olan koroner lezyonlarda PKG indikasyonu genel olarak hastanın klinik tablosuna ve PKG'nin başarısını ve faydasını öngören klinik ve anjiyografik faktörlere (Tablo 3) dayanmaktadır, kötü sonuçların öngörünleri dikkate alınmalıdır:

- 1) Kritik düzeyde azalmış veya durmuş koroner kan akımının *klinik bulguları*,
- 2) İntrakoroner kan akımını engelleyen veya durduran, hedef koroner arter lumeninde, kritik *darlık yapan* PKG'ye elverişli hedef lezyon
- 3) Sorumlu koroner arterin kanlandığı miyokardiyum bölgede *iskemik ve/veya geçmişte infarktüs hikayesi bulununlarda canlı miyokardın* bulunması.

**TABLO 2.** Klinik ve Anjiyografik PKG İndikasyon ve Kontrindikasyonları

| Klinik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Anjiyografik                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| İNDİKASYONLAR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | İNDİKASYONLAR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Akut koroner sendromlar (ST yükselmeli ve yükselmez MI).</li> <li>Progressif stabil angina pectoris</li> <li>Angina eşdeğer (aritmi, dispne, baş dönmesi gibi).</li> <li>Çok-kesitli CT ile belirgin proksimal darlık</li> <li>Geri-dönüştürülebilir iskeminin objektif bulguları (dinlenimde EKG, ambulator EKG izleme-Holter, egzersiz testi, stres ekokardiyografi, miyokardiyal sintigrafi, pozitron emisyon tomografi-PET, fonksiyonel MRI-magnetik rezonans görüntüleme).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>PKG'ye uygun 1-4 lezyon</li> <li>Bu lezyonların herhangi birinin 1 dakikalık okluziyonunun hayati-tehdit edici olmaması.</li> <li>Lezyonlar ile ilişkili fonksiyonel, canlı miyokardiyum veya ilgili kollateraller bulunması.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| KONTRİNDİKASYONLAR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | KONTRİNDİKASYONLAR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Hızlı seyirli kardiyak veya diğer hastalıklar (kontrol edilemeyen angina hariç).</li> <li>MI'den sonra uzamış kardiyojenik şok (çoklu organ yetersizliği).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sol ana koroner arter darlığı (greft veya kollateraller ile korunmuş, uygulanabilir lezyonlar ve opere edilemeyen hastalar hariç).</li> <li>Sol ana koroner arter hastalığına eşdeğer lezyonlar (aşamalı girişim, uygulanabilir lezyonlar, opere edilemeyen hastalar hariç).</li> <li>Son kalan damar (uygulanabilir lezyon, opere edilemeyen hasta, sol ventrikül desteği hazır olanlar hariç).</li> <li>Üç-damar hastalığı (uygulanabilir lezyonlar, ikincil damarlar, aşamalı girişim, opere edilemeyen hasta hariç).</li> </ul> <p><b>Lezyon karakteristikleri</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kronik total okluzyon: Distal artere kollateraller olması, uzun ve eski lezyon, kök kalıntısı yaygın köprüleyen kollateraller olmaması.</li> <li>Altta anlamsız lezyon ile trombotik darlık</li> <li>Difüz hasta ve küçük çaplı koroner arter</li> <li>Hastalanmış veya tıkanmış safen ven greft.</li> </ul> |

(Topol EJ., Callif RM et al. (Edts), Textbook of Cardiovascular Medicine Lippincott Williams & Wilkins 2007)

### A. Akut Koroner Sendromlar:

ST-elevasyonlu MI'de (STEMİ) akut reperfüzyon stratejilerinden primer PKG (PPKG) fibrinolitik tedaviden daha etkili ve güvenlidir. ST elevasyonsuz (NSTE) akut koroner sendromlarda (NSTEMİ ve anstabil angina) elektrik (ventrikül taşikardisi) ve hemodinamik instabilite (hipotansiyon, kalp yetersizliği, kardiyojenik şok) gösteren hastalarda acil (<2 saatte) ve yüksek-riskli hastalarda (yükselmiş kardiyak troponin düzeyi) <24 saatte erken PKG stratejisi daha sonraki koroner olay ve mortalite riskini anlamlı azaltmıştır (reinfarktüs, tekrarlayan iskemi) (Bakınız PKG-2011 kılavuzu tavsiyeleri).

**a. Akut STEMİ'de:** EKG'de ST-segment elevasyonu veya yeni olduğundan şüphelenilen sol dal bloğu ile AMİ semptomlarının başlamasından 6-12 saat içinde bulunan Akut STEMİ'li hastalar; deneyimli PKG merkezi ve ekibi ve aşağıdaki tedavi zamanı ile ilgili koşullar sağlanabiliyorsa Primer PKG'ye gitmelidir.

1. Hasta Primer PKG-olanağı olan merkezde; kapı-balon süresi (balonun şişirilip perfüzyonun sağlanması)  $\leq$  90 dakika,
2. Hasta PPKG olanağı olmayan merkezde ise; PPKG olanağı merkeze gönderilip (transfer) ilk tıpsal temastan (İTT) veya EKG değerlendirildikten sonra geçen balon süresi  $\leq$  120 dakikada sağlanabilecekse hasta transfer edilmelidir.
3. Şayet yukarıdaki zaman koşulları sağlanamıyorsa; hastaya İTT'den <30 dakikada FLT verilmelidir (tercihen fibrin spesifik hızlı-infüzyon tPA, bolus TNK-PA).
4. Ancak akut STEMİ'de bazı durumlarda PPKG için gecikme ne olursa olsun (balon zamanından bağımsız) PPKG stratejisi uygulanmalıdır ("*zorunlu PPKG indikasyonu*"): FLT kontrindikasyonu; ciddi KY veya KŞ'de ve >12-24 saatte gelen akut iskeminin semptom ve bulguları devam eden veya tekrarlayan hastalar. Bu özel hasta grubunda FLT uygulanmadığından veya etkisiz olduğundan PPKG gecikmeye rağmen yegane seçenektir.
5. Başlangıçta FLT uygulanan, fakat ilacın verilisinden 90-120 dakika geçmesine rağmen ağrısı şiddeti azalmadan ve ST elevasyonları en az %70 gerilemeden devam eden hastalarda "fibrinoliz yetersizliği veya başarısız reperfüzyon" düşünülüp, AMİ semptomların başlangıcından <24 saatte, özellikle geniş (anteriyör) infarktüslerde "*Kurtarıcı PKG*" yapılmalıdır.
6. AMİ semptomların başlamasından 12-24 saat sonra geç gelen ve baştaki göğüs ağrısının şiddeti azalmadan (veya azalıp tekrar şiddetlenen), hiperakut ST-elevasyonları devam eden hastalarda ("Stuttering MI") da PPKG düşünülmelidir.

**b. ST-segment yükselmez akut koroner sendromlarda:** PKG indikasyonları; ciddi vital komorbiditesi (böbrek, akciğer ve karaciğer yetersizliği, ve kanserler) ve perkutan girişimin kontrindikasyonu (kontrast alerjisi gibi) olmayan aşağıdaki hastalarda:

1. Gelişte hemodinamik (KY, KŞ) ve elektrik (hemodinamiyi bozan VT) instabilitesi bulunan hastalarda; (acil PKG).
2. Yüksek-riskli hastalarda (kardiyak troponinleri yükselmiş, dinamik ST-T değişikliği bulunan, tekrarlayan iskemik şikayet, GRACE risk skoru yüksek); ilk 24-72 saatte (Erken PKG).
3. Hastaneden çıkışta ekokardiyografide SVEF <%45-50 ve egzersiz testi pozitif bulunan hastalarda çıkış öncesi koroner anjiyografi ve gerekiyorsa PKG (elektif strateji) yapılmalıdır.

### B. Kronik stabil angina:

Kronik stabil angina, PKG ile hedef lezyonun revaskülarizasyonu genellikle elektif koşullarda yapılmaktadır.

- Medikal tedaviye dirençli angina (veya yan etkilerinden dolayı optimal medikal tedaviyi iyi tolere edemeyen hastalar),
- non-invazif testlerde (pozitif egzersiz testi (özellikle düşük efor kapasitesi ile), ekokardiyografide düşük EF ( $\leq$  %40-45 gibi) ve yüksek-riskli hastalarda elektif revaskülarizasyon düşünülmelidir (ACBG veya PKG).

Yaygın koroner arter hastalığı (3-damar hastalığı gibi) ve bozulmuş SV fonksiyonu olan hastalarda ACBG'nin faydası PKG'ye göre (özellikle diyabetiklerde) prognostik üstünlük sağlar; hasta asemptomatik olsa bile ACBG düşünülmelidir.

## PKG'NİN KONTRİNDİKASYONLARI

PKG kontrindikasyonları Klinik ve anjiyografik olarak ikiye ayrılır (Tablo 2).

### Klinik kontrindikasyonlar:

Yapılacak girişimin sağlayacağı fayda yüksek komplikasyon riskinden dolayı üstünlüğünü kaybetmiştir. Nonkardiyak komorbidlere bağlı olarak, PKG kısa dönemde kardiyovasküler olay riskini hafif azaltsa dahi orta-uzun dönemde yaşam kalitesi ve beklentisini artırmamıştır. Vital organ fonksiyonunu bozan önemli komorbidler; solunum fonksiyonu bozulmuş KOAH, karaciğer yetersizliği, böbrek yetersizliği, karaciğer yetersizliği siroz ve maliniteler.

### Anjiyografik Kontrindikasyonlar:

Revaskülarizasyona giden iskemiden sorumlu koroner lezyonun kritik lokalizasyonu (ostiyal, darlığın içinden önemli yan-dal çıkması gibi) ve anjiyografik karakteristikleri (kompleks, Tip C lezyon gibi) PKG işleminin yapılmasını güçleştirir, başarısını azaltır. Bu gruptaki faktörler PKG'nin akut başarısını ve uzun-dönem faydasını anlamlı derece azaltır (tam açıklık sağlanamaması, no-reflow, akut miyokard infarktüsü, akut trombotik reokluzyon ve erken restenoz gibi).

Safen venlerde bulunan sorumlu lezyon anjiyografik lokalizasyonu ve karakteristiği ne olursa olsun her zaman risklidir.

**TABLO 3.** PKG'nin kötü sonuçlarının anjiyografik ve klinik öngörünleri

| Klinik öngörünler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Anjiyografik öngörünler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• İleri yaş</li> <li>• Anstabil angina</li> <li>• Akut MI</li> <li>• Kardiyojenik şok</li> <li>• Konjestif KY</li> <li>• Sol ventrikül fonksiyonu</li> <li>• Çok-damar koroner hastalık</li> <li>• Diyabetes mellitus</li> <li>• Böbrek disfonksiyonu</li> <li>• Periferik damar hastalığı</li> <li>• Vücut kitle indeksi düşük</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trombus</li> <li>• Bypass greft</li> <li>• Sol ana koroner</li> <li>• &gt;20 mm uzunluğunda lezyon</li> <li>• Proksimal segmentte aşırı tortuözite</li> <li>• &gt;90° fazla açılı lezyonlar</li> <li>• &gt;3 ay eski ve/veya köprüleyen kollateralli total okluzyon</li> <li>• Major yan dallarının korunamaması</li> <li>• Gevrek lezyonlar ile dejenere ven greftleri</li> <li>• Korunmasız sol ana koroner</li> </ul> |

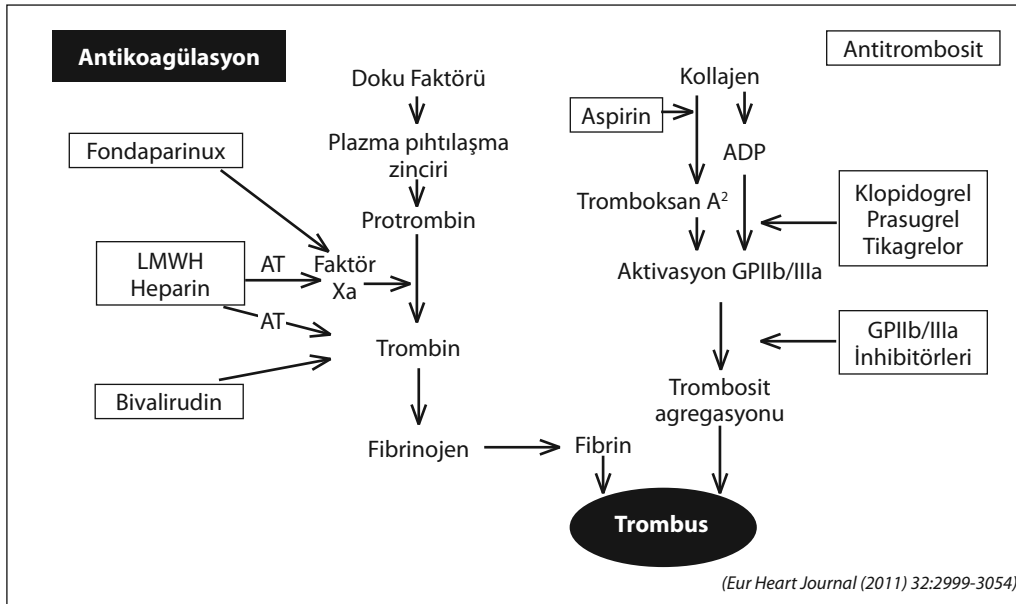
## PKG VE STENT İMPLANTASYONUNDA İŞLEME EKLENEN TEDAVİLER:

### A. Antitrombinler:

Koagülasyon kaskadına farklı düzeylerde etki ederek trombini bloke eden birçok antikoagülan bulunmaktadır (Şekil 13): (i) İndirek trombin inhibitörleri (FOH); bunların tam etki gösterebilmesi için antitrombin gerekir, fraksiyone-olmayan heparin. (ii) İndirek faktör Xa inhibitörleri; DMAH, fondaparinux. (iii) Direk koagülasyon inhibitörleri; Apiksoban, Rivaroksoban. (iv) direk trombin inhibitörleri; bivaluridin, Dabigatran.

Sonuçta trombin inhibitörleri Trombin oluşumunu önleyerek ve/veya trombin aktivitesini inhibe ederek trombinin özellikle trombositler üzerindeki (aktivasyon) istenmeyen etkilerini (en güçlü aktivatör) bloke eder.

- Fraksiyone-olmayan heparin (FOH, standart heparin), Bivaluridin (direk trombin inhibitörü), veya Enoksaparin (düşük molekül ağırlıklı heparin) gibi antitrombinler ve Fondaparinux gibi faktör Xa inhibitörleri. Bu ilaçlar PKG işlemi sırasında kullanılan gereçler (kılavuz kateter, stent monte edilmiş balonlu kateter gibi) ve bunlarla gerçekleştirilen işleme bağlı (stent implantasyonu, trombus aspirasyonu aterektomi gibi) gelişen trombus oluşumunu önlenmesi için (plağın kırılması, lokal intimal disseksiyon sonucunda protrombotik subendotelyal yapının açığa çıkması ile) tüm koroner girişimlerde işlem sırasında antitrombinler kullanılmalıdır. Prensipte olarak bu ajanlar protrombin zamanı ve İNR yüksek olsa dahi uygulanmalıdır.



**ŞEKİL 13.** Antitrombotik ilaçların hedefleri ve etki mekanizmaları.

Kısaltmalar: AT-Antitrombin, GP-Glikoprotein, LMWH-Düşük molekül ağırlıklı heparin.



**Fraksiyone-olmayan heparin:** Fraksiyone olmayan heparin (FOH) Moleküler ağırlığı 2000 – 30 000 Da arasında polisakkarid molekülleri karışımıdır. Standart FOH moleküllerin 1/3'ü pentasakkarid zinciri ihtiva eder; bu moleküller antitrombine bağlanarak faktör Xa'yı antitrombinin inhibe etme hızını artırır. Faktör IIa'nın inhibisyonu için heparinin trombin ve antitrombinin herikisine bağlanarak köprü oluşturması gerekir. FOH subkutan yol ile iyi absorbe olmaz, dolayısı ile in devamlı infüzyon şeklinde uygulanması tercih edilen yoldur, tedavinin etkinliği için yatakbaşında aPTT, PKG sırasında ACT ile monitorize edilmesi gerekmektedir. aPTT için hedeflenen optimal düzey 50-75 saniyedir (normalin 1.5-2.5 katı). Yüksek aPTT düzeylerinde daha fazla antitrombotik fayda sağlamadan kanama komplikasyonları riski yükselir, <50 saniyede ise antitrombotik etkisi sınırlıdır.

FOH ile kompleks oluşturan antitrombin, trombin ve aktive olmuş faktör X'un (Xa) herikiside inaktive eder. Heparin tüm vucutta değişik yerlere bağlanır (endotel hücreleri, makrofajlar, plazma proteinleri gibi) ve sonuçta düşük-orta dozlarda dozla lineer-olmayan antikoagulan etkiler gösterir. Dolaşımdaki antikoagulan etkiyi oluşturan plazma düzeyleri, sadece reseptörleri doyurulunca ortaya çıkar.

- Klirensi büyük ölçüde renal yollardır, yarılanma ömrü 60-90 dakika. Tipik dozu; 100 ünite/kg, iv GP-IIb/IIa inhibitörü verilenlerde 60-70 ünite/kg.

PKG sırasında akut Antikoagülasyon düzeyi ACT ile (aktive pıhtılaşma zamanı) takip edilmelidir; hedef ACT 300-350 saniyedir. ACT >400 saniye kanama komplikasyonları riski ile ilişkili bulunmuştur; buna karşılık ACT ani damar kapanma olasılığı ile ters ilişkilidir.

Arteriyel hemostatik plastik-kılıf, ACT düzeyi 180 saniye altına düşünce çıkarılmalıdır.

Uzamış ve tekrarlayan FOH kullanımında so trombositopeni meydana gelebilir, immunolojik "*Heparin-İnduced-Trombositopeni*" (HIT-1), heparinin neden olduğu trombosit agregasyonuna bağlıdır, sonucunda trombosit sayısı hafif azalır. İmmunolojik HIT-2, trombositlere doğru IgG oluşumu ile intravasküler trombus oluşumuna yol açabilir.

**Düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH):** Moleküler ağırlığı 2000-10 000 Da bileşimlerden türeyen bir heparin sınıfıdır. Dengeli anti-Xa ve anti-IIa aktivitesi vardır; moleküler ağırlığına bağlı olarak moleküler ağırlığı arttıkça daha büyük anti-IIa aktivitesi gösterir.

FOH'a göre üstün başlıca avantajları: Subkutan uygulamadan sonra neredeyse tam olarak absorbe olur, proteine çok az bağlanır ve böylece daha öngörülen doz-etki ilişkisi bulunur, HIT riski FOH'a göre daha düşüktür. DMAH'ler, kısmen böbrek yolu ile atılırlar, böbrek fonksiyonu azalanlarda kanama riskini artmasına sebep olan ilacın birikme riski vardır. Kreatinin klirensi <30 mL/dk olan hastalarda kontraindikedir.

Faktör-Xa trombin oluşumu için gereklidir (Şekil 13). DMAH'ların FOH'a göre biyoyararlılığı daha yüksektir, bunların sağladığı antikoagülasyonun monitorizasyonu gerekmez (FOH'taki gibi (APTT ile). Yüksek major kanama riskine rağmen akut koroner sendromlarda FOH'a üstünlüğü kanıtlanmıştır (tekrarlayan angina, Mİ, ölüm FOH'a göre daha az meydana gelmiş, ancak karşılığında major kanama sıklığını artırmıştır). Pratikte kolaylıkla uygulanabilirliğinden ve yüksek biyoyararlılığından dolayı özellikle akut koroner sendrom hastalarında kullanımı artmıştır. AKS ile PKG'ye giden hastalarda FOH'un makul alternatifi; hastanın vucut ağırlığı, yaş ve kreatinin klirensine göre dozu dikkatle ayarlanmalıdır.

Orta-derecede böbrek yetersizliği ve yaşlı hastalarda DMAH kullanımına çok dikkat edilmeli ve dozu azaltılmalıdır (Tablo 4).

**Fondaparinux:** Faktör Xa'nın selektif inhibitörüdür, pentasakkarid yapısı heparinin şekillerinin antitrombin bağlanan zincirine benzer. Antitrombine yüksek afinite ile geri-dönüştü bağlanarak faktör Xa'yı inhibe eder. Antitrombinin yönettiği faktör Xa'nın inhibisyonunu katalize ederek trombin oluşumunu önler ve antitrombininin faktör Xa'yı inhibe edebilirliğini 300 kat artırır.

Akut koroner sendromlarda (NSTEMI, STEMI), DMAH (enoxaparin) ile karşılaştırıldığında aralarında klinik sonuçları bakımından anlamlı fark bulunmamıştır (ölüm, MI, 9 günde tekrarlayan iskemi), ancak fondaparinux ile birlikte major kanama oranı bivaluridine göre anlamlı daha azalmıştır (OASIS 5).

**TABLO 4.** PKG sırasında parenteral antikoagulanların dozu  
(ACCF/AHA/SCAI Guideline 2011)

| İlaç                 | AKOAG Tedavi Almış                                                                                                                                                                                                                                                        | AKOAG Tedavi Almamış                                                                                                                                                                |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FOH:</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>iv. GPI planlanmışsa: Gerekirse ACT'nin 200-250 s sağlanması için iv. FOH (2,000-5,000 U) ek olarak verilir.</li> <li>iv. GPI planlanmamışsa: ACT 300-350 sn olması için gerekirse FOH ek olarak 2,000-5,000 U verilir.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>iv. GPI planlanmışsa: ACT 200-250 olması için 50-70 U/kg.</li> <li>iv. GPI planlanmamışsa: ACT 300-350 sn olması için 70-100U/kg.</li> </ul> |
| <b>Enoksaparin:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Enoksaparin ile geçmişte tedavi: Son sk doz 8-12 saat önce veya sadece bir doz ENOX verilmişse 0.3 mg/kg iv. verilmelidir.</li> <li>Son doz önceki 8h içinde verilmişse ek enoksaparin verilmemelidir.</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.5-0.75 mg/kg iv bolus.</li> </ul>                                                                                                          |
| <b>Bivaluridin:</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOH alan hastalarda: 30 dakika beklenip sonra 0.75 mg/kg iv. Bolus verilir.</li> </ul>                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.75 mg/kg iv. bolus, 1.75 mg/kg/h infüzyon.</li> </ul>                                                                                      |
| <b>Fondaparinux:</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Öncesinde Fondaparinux ile tedavi: GPI verilip verilmemesine göre iv. anti-IIa aktivitesine sahip antikoagulan ile ek tedavi verilmeli</li> </ul>                                                                                  | –                                                                                                                                                                                   |
| <b>Argatroban:</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>200 mcg/kg . İv bolus, 15 mcg/kg/dk İv. İnfüzyon.</li> </ul>                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>3350 mcg/kg bolus, 15 mcg/kg/dk infüzyon.</li> </ul>                                                                                         |

(JACC 2011;58:December 6)

Kısalt: IV GPI-glikoprotein IIb/IIIa inhibitörü; ACT-Activated clotting time. s-saniye; sk-subkutan; h-saat.

**Bivaluridin:** Bivaluridin trombine (faktör IIa) direk olarak bağlanarak trombinin neden olduğu fibrinojenin fibrine çevrilmesini inhibe eder. Fibrine bağlı ve trombinin sıvı-fazındaki trombini inaktive eder. Plazma proteinlerine bağlanamadığından, antikoagülen etkisi daha öngörülebilir. Böbrekten atılır. Koagülasyon testleri (aPTT ve ACT) plazma konsantrasyonları ile iyi korelasyon gösterir, heriki test de monitorizasyon için kullanılabilir.

Direk trombin inhibitörlerindendir. Sülüklerin tükrük salgılarından izole edilmiştir. Bu ajanlar direk olarak pıhtıya-bağlı trombini inhibe ederler, bivaluridin trombine bağlanırken FOH gibi antitrombin kofaktörü gerekmez. Direk trombin inhibitörleri trombosit zengin trombus ortamında, trombinin sıvı-fazı ve pıhtıya-bağlı fazının ikisinde bloke eder. PKG'ye giden özellikle kanama riski yüksek hastalarda kullanımı önemli antikoagülandır, HIT'lı hastalarda PKG'de kullanımı onaylanmıştır.

Elektif PKG'ye giden düşük-riskli hastalarda GP-IIb/ IIIa inhibitörü ve FOH kombinasyonunun yerine tek başına güvenle kullanılabilir.

Bivaluridin FOH'a göre daha iyi öngörülen ACT düzeyi sağlar.

#### **PKG sırasında parenteral antikoagulan kullanımı:**

® PKG'ye giden her hastaya antitrombosit tedavinin yanında parenteral antikoagülen tedavi verilmelidir.

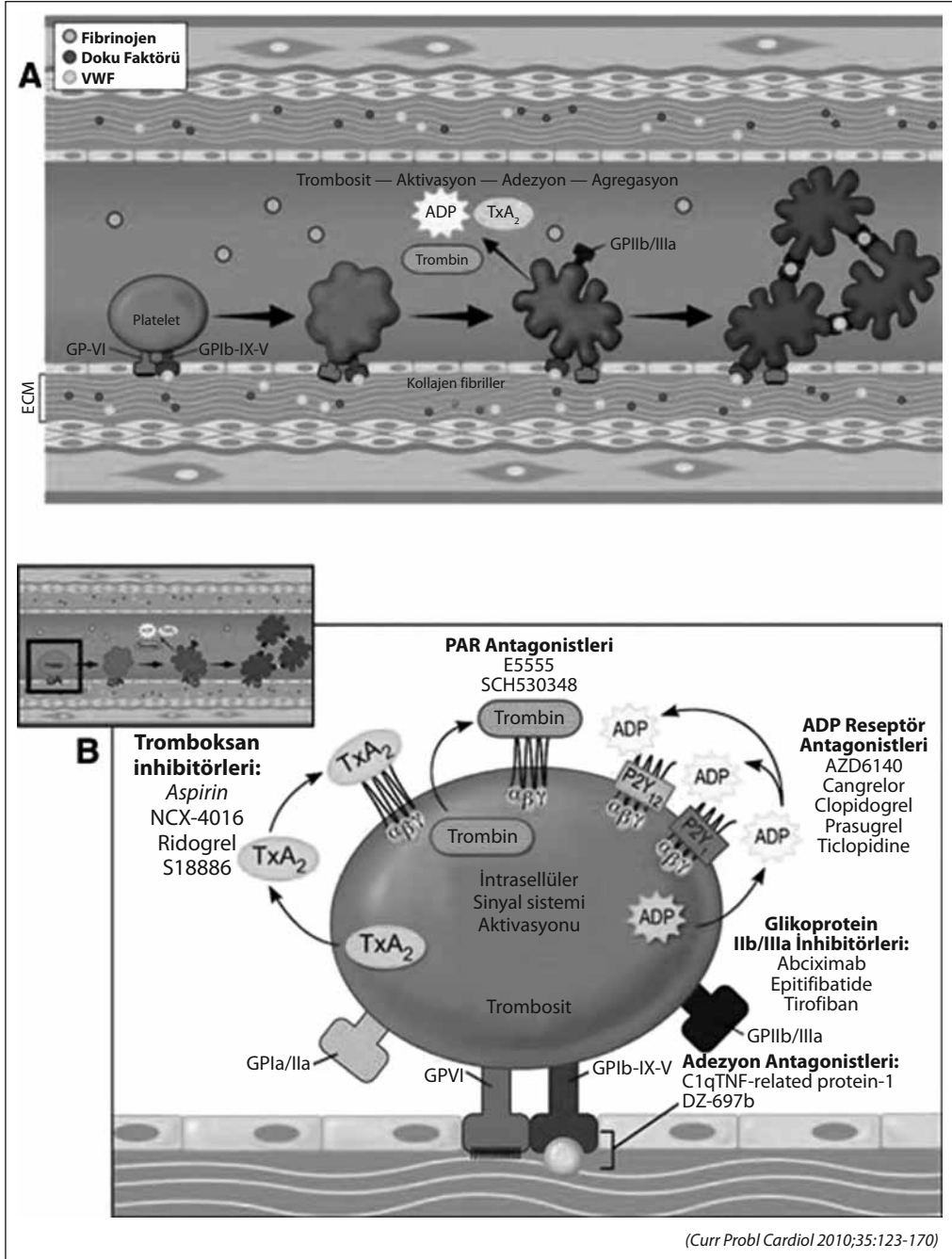
#### **Antikoagülen tedavinin prensipleri:**

- PKG'ye giden (özellikle akut koroner sendrom hastaları) hastalarda ikili antitrombosit tedavi zemininde verilmelidir.
- Akut koroner sendrom hastaları PKG öncesi antikoagülen kullanıyorsa; PKG sırasında tipi değiştirilmemeli, aynen devam edilmelidir.
- FOH, KG'ye gidenlerde faydalıdır. Dozu işlem sırasında ACT'ye göre ayarlanmalıdır.
- Enoxaparin, PKG'den 8-12 saat öncesinde, tedavi edici subkutan 2 dozdan daha az enoksaparin verilenlere; ek olarak 0.3 mg/kg İV enoksaparin verilmelidir.
- Bivaluridin, önceden FOH ile antikoagülen tedavi verilsin, verilmesin; PKG'ye gidenlerde faydalıdır. HIT hastalarında, FOH ile Bivaluridin veya Argatrobanın değiştirilmesi tavsiye edilmiştir.
- Fondaparinux, PKG'yi desteklemek için antikoagulan olarak tekbaşına kullanılmamalıdır. Kateter trombozu riskinden dolayı bu hastalara anti-IIA aktivitesi ile ek antikoagülanda (tercihen FOH) verilmelidir.

#### **B. Antitrombosit tedavi:**

Trombositler trombus oluşumunda başroldedir. Başta aspirin ve de tiyenopiridinler gibi bazı antitrombosit tedaviler özellikle PKG sırasında ve sonrasındaki sekonder korunma stratejisinde "olmazsa olmaz" ilaçlardır.

Antitrombosit tedaviler trombositler etki mekanizmaları birbirinden farklı 3 sınıf ilaç ile inhibe edilebilir (Şekil 14) : (1) Aspirin, hedefi doku faktörü ile teması sonucunda trombosit adezyonunu aktive eden COX-1 olup, Tromboksan A2 oluşumunu inhibe ederek trombositlerde fonksiyonel devamlı inhibisyona neden olur. (2) Trombosit aktivasyon ve agregasyonunda ADP bağlayan reseptörlerin (P2Y12) önemli rolü vardır (Şekil 14, Tablo 5). Ön ilaç



**ŞEKİL 14.** Trombus Oluşumu Trombositlerin Rolü (A) ve Çeşitli Antitrombosit İlaçlar etki mekanizmaları ve tedavinin hedefleri (B).

Kısaltma: vWF-von Willebrand Faktörü;  $\text{TxA}_2$ -Tromboksan A<sub>2</sub>; PAR-Proteaz aktive reseptörler; ADP-Adenozin Difosfat.

**TABLO 5.** PKG sırasında oral P<sub>2</sub>Y<sub>12</sub> reseptör antagonistleri ve farmakokinetik özellikleri  
(ACCF/doi:10.1093/eurheart/ehr236))

|                                        | Klopidogrel                                                                                                                                                                                                                              | Prasugrel                                                                                                                                                                                    | Tikagrelor                                                                                                                  |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sınıf:</b>                          | Tiyenopiridin                                                                                                                                                                                                                            | Tiyenopiridin                                                                                                                                                                                | Triazolopirimidin                                                                                                           |
| <b>Reversibilite:</b>                  | Geri-dönüşsüz                                                                                                                                                                                                                            | Geri-dönüşsüz                                                                                                                                                                                | Geri-dönüşlü                                                                                                                |
| <b>Aktivasyon:</b>                     | Ön-ilaç metabolizması ile kısıtlanır                                                                                                                                                                                                     | Ön-ilaç metabolizması sırasında kısıtlanmaz                                                                                                                                                  | Aktif-ilaç                                                                                                                  |
| <b>Etkinin başlaması:</b>              | 2-4 h                                                                                                                                                                                                                                    | 30 dk                                                                                                                                                                                        | 30 dk                                                                                                                       |
| <b>Etkinin süresi:</b>                 | 3-10 gün                                                                                                                                                                                                                                 | 5-10 gün                                                                                                                                                                                     | 3- 4 gün                                                                                                                    |
| <b>Major cerrahi öncesi kesilmesi:</b> | 5 gün                                                                                                                                                                                                                                    | 7 gün                                                                                                                                                                                        | 5 gün                                                                                                                       |
| <b>Dozu:</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• YD: 600 mg PKG'de veya öncesinde. FLT'de 300 mg.</li> <li>• İD: 75 mg/gün.</li> <li>• Erken PKG'ye gidenlerde, kanama riski düşük hastalarda 600 mg YD'yi takiben, 7 gün 150 mg/gün.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• YD: 60 mg, koroner anatomi görülüp PKG'ye karar verildikten sonra 1 saat içinde.</li> <li>• İD: 10 mg/gün. &lt;60 kg olanlarda 5 mg/gün.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• YD: 180 mg, PKG'de veya öncesinde.</li> <li>• İD: 90 mg, günde iki defa</li> </ul> |

Kısalt: AT-antitrombosit, İD-idame doz, YD-yükleme dozu, FLT-Fibrinolitik tedavi

tiyenopiridinler (klopidogrel, prasugrel) aktif olarak biyotransformasyona (plazma ve karaciğerde esterazlar ile) uğrayarak, aktif metabolitleri P2Y12 reseptörlerine geri-dönüşsüz bağlanarak onları bloke ederler. (3) Pirimidine türevi Tikagrelor, aktif ilaç olup direk olarak P2Y12 reseptörlerine geri-dönüşlü bağlanır, ADP sinyallerini ve trombosit aktivasyonunu antagonize eder. (4) GP-IIb/IIIa reseptör antagonistleri (tirofiban, ebtifibatid, abciximab) ise ortak trombosit agregasyonunun ortak yolunu inhibe ederler.

**Aspirin (Tromboksan A2 inhibitörü):** Trombosit siklooksigenaz-1 inhibisyonu ile tromboksan A2 oluşumunu geri-dönüşsüz inhibe ederek trombosit agregasyonunu bozar.

- İdeal olarak PKG'den 2 saat önce, hasta evvelce ASA almamışsa, oral yükleme dozunda 325 mg aspirin verilir (nonenterik, çiğnetilmeli), ve tedaviye takiben işlemten sonra en az 1 ay, kontraindikasyonu oluşmadıkça ömürboyu devam edilir, damarın retromboz ile yeniden ani kapanışını önler. İlaçlı-stent olgularında aspirine daha uzun süre devam edilmeli (tercihen ömürboyu).

**ADP reseptör antagonistleri (klopidogrel, tiklopidin, prasugrel):** Tiyeopiridinler (klopidogrel ve tiklopidin gibi) P2Y<sub>12</sub> reseptörleri ile trombosit agregasyonuna neden olan ade-nozin difosfatı (ADP) inhibe ederler.

- Günümüzde PKG'ye giden her hastalardada ADP inhibitörleri aspirine hızla eklenmelidir (Tiklopidin, Klopidergrol, Prasugrel veya Tikagrelor). Daha hızlı ve güçlü etkilerinden dolayı akut koroner sendromlarda koroner anjiyografide hedef lezyon görülüp PKG'ye karar verilenlerde; NSTEMI-AKS'de Tikagrelor, STEMI'de ise Prasugrel tercih edilmektedir, heriki durumda da klopidogrel üçüncü alternatiftir, tiklopidin ise sadece Klopido-grel alamayanlarda önerilmektedir.

Tiklopidin, antitrombosit etkisi geç başladığından (5-7 gün) ve nötropeni ve trombotik trombositopenik purpura (TTP) yan etkilerinden dolayı terk edilmiştir.

Klopidogrel, daha iyi tolere edilir, etkin trombosit inhibisyonu (dolaşan trombositlerin yaklaşık %80'ini) oral bolus yükleme dozunda (300-600 mg) 3-4 saat başlamaktadır, yan etkileri tiklopidinden ise daha azdır; TTP ve nötropeni tiklopidine göre çok az görülmektedir.

- Girişim sırası ve sonrasında: aspirin klopidogrel ile kombine edilerek verilmelidir. Hasta önceden almıyorsa, kateter laboratuvarında masada başlanmalıdır (oral-bolus; yükleme dozunda Aspirin 350 mg, Klopidogrel 300-600 mg). Klopidogrel en az 1 ay, ilaçlı stent takılanlarda 1 yıla kadar kullanılmalıdır, aspirin ömür boyu kullanılmalıdır.

*Prasugrel*, ikinci jenerasyon yeni bir P2Y<sub>12</sub> inhibitörü tiyeopiridindir. Ön-ilaçtır ve aktif metabolitinin oluşması için iki metabolik adım gerekir; birincisi plazma diesterazları, ikincisi karaciğerde sitokrom enzimleri ile yönetilir. Klopidogrelle göre daha hızlı ve güçlü antitrombosit etkisi vardır, öldürücü major kanamaları artırdığı bildirilmiştir.

### **PKG zamanı Oral Antitrombosit Tedavi Tavsiyeleri (2011-AHA):**

Önceden ASA almakta olan hastalara, PKG'den önce 81-325 mg ASA verilmelidir. ASA tedavisinde olmayan hastalara ise, PKG'den önce nonenterik 325 mg ASA verilmelidir. ASA PKG'den sonra kontraindikasyonu oluşmadıkça ömürboyu kullanılmalıdır.

- PKG ile stentlemeye giden hastalara, yükleme dozunda P2Y<sub>12</sub> inhibitörü verilmelidir (tercihen; Klopidogrel girişim öncesi, Prasugrel ve Tikagrelor anjiyografiden sonra PKG'ye karar verildikten sonra masada) verilmeli.
  - Klopidogrel AKS ve non-AKS hastalarına 600 mg. (b) Prasugrel 60 mg (AKS hastalarına). (c) Ticagrelor 180 mg (AKS hastalarına).
- FLT'den sonra PKG'ye gidenlerde Klopidogrel dozu; FLT ile başlangıçta verilen 300 mg bolus klopidogrel verilenlerde, masada ikinci 300 mg bolus eklenerek, ilk 24 saatte toplam 600 mg olmalıdır.
- İntrakoroner stent (özellikle ilaçlı-stent) yerleştirilmeden önce hastanın İkili AT tedaviye (İATT) ihtiyacı ve riskleri değerlendirilmelidir ve şayet hasta tavsiye edilen süre İATT kullanımına uymakta isteksiz ve razı edilememişse, ilaçlı stent implantasyonundan vazgeçilip alternatif stratejiler (POBA veya ilaçsız-stent) düşünülmelidir.
- Stent implantasyonundan sonra P2Y<sub>12</sub> inhibitörü tedavisinin kullanma süresi aşağıdaki gibidir:
  - AKS için PKG sırasında stent takılanlarda, P2Y<sub>12</sub> tedavisi en az 12 ay kesintisiz verilmelidir. AT tedavi Seçenekleri (idame tedavi): Klopidogrel 75 mg/gün, Prasugrel 10 mg/gün ve Ticagrelor 90 mg/günde 2 defa.

- b. Non-AKS indikasyon için ilaçlı-stent konuşlandırılanlarda hastanın yüksek kanama riski yoksa en az 12 ay verilmelidir.
- c. Non-AKS indikasyonla ilaçsız-stent takılanlarda; Klopidoğrel en az 1 ay, ideal 12 aya kadar verilmelidir, (özellikle non-kardiyak cerrahiye gidenlerde) hastanın kanama riski yükselmedikçe; sonra en az 2 hafta verilmelidir.

**IV. Glikoprotein IIb/IIIa-inhibitörleri:** Glikoprotein-IIb/IIIa reseptörlerinin inhibisyonu, trombus oluşumu için gerekli olan bu reseptörlerin fibrine bağlanmasını ve trombositler arasında fibrin çapraz bağlarının oluşmasını engeller. Glikoprotein IIb/IIIa reseptör blokajının (*abciximab*, *ebtifibatide*, *tirofiban* ile) >%80'e ulaşması ile trombus gelişimi önlenir.

- *Abciximab*, glikoprotein IIb/IIIa reseptörlerine bağlanan insan-fare şimerik antikor fragmentleridir, antitrombosit etkisi geri dönüşüzdür ve trombositin yaşamı boyunca etkisi devam eder, trombosit inhibisyonu ilacın plazma düzeyi düşünceye kadar devam eder. İlacın kesilmesi ile plazmadan hızla temizlenir ve takiben trombosit agregasyonu 12-36 saatte normale döner.
- *Tirofiban*, tirozinden meydana gelen non-peptid mimetiktir, plazma ömrü kısadır, agregasyonu ilaç kesildikten sonra 30 dakika ve 4 saatte normalleşir.
- GP IIb/IIIa inhibitörlerinin tüm PKG tiplerinde işlem sırasında kullanımı ile kötü olay riski önlenmiştir, bu fayda özellikle anstabil angina, diyabet ve girişimi kurtarma için yapılan (*bailout*) stentlemede daha fazladır. *Abciximab* 30 günde tirofibandan daha üstündür. Fakat 6 aydaki faydaları ikisininde birbirine benzerdir.

#### **PKG Zamanı İntravenöz Antitrombosit Tedavi Tavsiyeleri (2011-AHA):**

1. Primer PKG'ye giden ve FOH ile tedavi edilen hastaya, klopidoğrel ile ön tedavi alsın, almasın GP-IIb/IIIa-inhibitörü verilmesi faydalı olabilir (Sınıf IIa).
2. AA/NSTEMİ'de, yüksek risk özellikleri olan hastalarda klopidoğrel verilsin verilmesin uygulanması tavsiye edilir (Sınıf IIa ind.).
3. STEMI'de, geniş anterior MI ve/veya büyük trombus yükü bulunan hastalar en uygun hastalardır.
4. 2012, 2013 AHA/ACC ve ESC NSTEMI, STEMI AKS kılavuzlarının ortak görüş birliği: Sadece yoğun trombus oluşumu gösterilmiş hastalara (anjyografik trombus, no-reflow fenomeni ve yavaş akım, erken tek-rarlayan iskemi, akut stent trombozu ile damar kapanması gibi) ve de oral ADP verilemeyenlerde iv. Glikoprotein IIb/IIIa-inhibitörü verilmelidir (sadece *Tirofiban*).

Kanama komplikasyonu riski yüksek olmayan hastalarda kullanılması tavsiye edilmektedir.

#### **C. İntrakoronar Vazodilatörler:**

PKG ile epikardiyal koroner arterde obstrüktif lezyon bulunmadan koroner kan akımının doku düzeyinde azalması ile tanımlanan (malperfüzyon) '*no-reflow fenomeni*' gelişebilir (%5-30). En yüksek olasılıklı sebepleri mikrovasküler spazm ve distal mikroembolizasyondur. Adenozin, nikardipin, nitroprussid veya verapamil gibi güçlü mikrovasküler dilatörler intrakoronar verildiklerinde sık olmasa da normal antegrad koroner akımı geri getirebilir.

- Nitrogliserin ise epikardiyal spazmı azaltmak için öncelikli ve mantıklı ilk seçenektir, mikrovasküler etkisi gösterilememiştir.

**PKG sonrası Tedavi:**

Amacı intrakoronar sorumlu lezyonda PKG ile sağlanan erken faydanın, geç ve orta dönemde (6 ayda ve >1 yıl) devam etmesini sağlamak ve yeni lezyonların (de novo) oluşmasını önlemektir. Bu stratejinin ekseninde aspirinin içeren antitrombosit ilaçlar bulunmaktadır.

**Antitrombosit Tedavi:**

PKG sonrası ilaçlı veya ilaçsız stent konuşlandırılışın konuşlandırılmasının uygulanacak ikili AT tedavi prensipleri:

- Aspirin: Yalın veya ilaçlı-stent implantasyonunu takiben 1 ay, günde 325 mg aspirin ile tedavi edilmeli (ADPİ ile kombine edildiğinde, 80-100 mg aspirin faydayı azaltmadan knama riskini düşürmüştür), ondan sonra 162 mg aspirin ömürboyu kadar sürdürülmelidir. Kullanılmalıdır.
- Klopidogrel; günde 75 mg ilaçlı veya ilaçsız stentlerde, AKS ve non-AKS'de tercihen 1 yıl kullanılmalıdır. İlaçsız stent konuşlandırılan, kanama riski yükselmiş hastalarda minimum 2 hafta kullanılmalıdır. AKS hastalarında öncelikli tercih edilen tikagrelor veya prasugrel de tercihen 1 yıl kullanılmalıdır.

Geçmişte gastrointestinal (Gİ) kanama hikayesi olan ve ikili-antitrombosit tedavi gerekenlerde PPI'ler (omeprazol hariç) kullanılmalıdır (özellikle geçmişte kullananlarda). Gİ kanama riski düşük hastalarda ve profilaktik tedavinin potansiyel faydası daha az olanlarda PPI tavsiye edilmez.

**Sekonder korunma tedavileri:**

KAH'nın tedavisi ve sekonder korunması için, PKG'den sonra aterosklerozun ve KAH'nın risk faktörlerine yönelik korunma tedavisine rutin olarak başlanmalı ve sürdürülmelidir (Tablo 6).

**TABLO 6.** PKG'ye Giden Hastalarda Girişim-Sonrası Sekonder Korunma Tavsiyeleri (AHA/ACC/SCAI, 2011)

|                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lipid yaklaşımı ile yaşam şekli düzenlemesi ve Lipid-düşürücü farmakolojik tedavi: Statin ve Fibratlar</b> | <b>Yaşam şeklinin düzenlenmesi.</b><br><b>Statin tedavisi</b><br><b>Statin ile:</b><br>LDL-K <100 mg/dL ve LDL-K'yi en az %40-50 daha düşük tutmak.<br>Çok-yüksek riskli hastalarda*statin ile LDL-K <70 mg/dL tutulmalı. |
| <b>Kan basıncı kontrolü (Kan basıncı hedefi &lt;140/90 mmHg):</b>                                             | Yaşam şekli düzenlemesi<br>Farmakolojik tedavi<br>135/85 mmHg                                                                                                                                                             |
| <b>Diyabet tedavisi:</b>                                                                                      | Yaşam şekli düzenlemesi ve farmakoterapi HbA <sub>1c</sub> <6%<br>• Haftada en az 5 gün, toplam 150 dk egzersiz<br>• Bel çevresi erkek/kadında <94/80 cm                                                                  |
| <b>Sigaranın bırakılması:</b>                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                           |



- Risk faktörlerinin tedavisinde yaşam şeklinin düzenlenmesi, hipertansiyon, diyabet ve dislipideminin yakından kontrol edilmesinin yanında, bunların tedavisinde, primer etkilerinin yanında pleotrofik faydaları da bulunan aşağıdaki ilaçlar tercih edilmelidir:
- ASA ve klopidoğrel ile birlikte Beta blokerler, Renin anjiyotensin aldesteron inhibitörler (ACEİ veya ARB ve AA) ve statinler veya fibratlar.

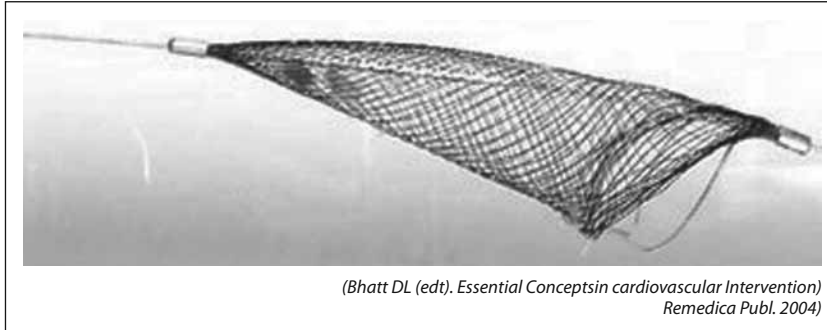
## A.PKG'YE YARDIMCI CİHAZLAR:

### DİSTAL KORUNMA VE TROMBEKTOMİ CİHAZLARI:

Kolay dağılan (gevrek) ateromatöz materyal ve trombusun anjiyoplasti sırasında distal embolizasyonu meydana gelebilir, parçalanan ve kırılan aterotrombotik materyalden lumene dökülen mekanik (ateroma ve trombosit trombusculukları gibi) ve şimik (trombin kalıntıları ileve PAİ gibi) yıkıntılar çok küçük damarlarda embolik ve mikrovasküler spazm ile tıkanmaya sebep olarak doku düzeyinde perfüzyonun kesilmesine yol açabilir; bu fenomenin klinik yansımaları yavaş akım, *no-reflow fenomeni* ve miyokardiyal mikronekrozdur ('infarct', infarktüsçük).

Bu sorunlar özellikle dejenere safen ven greftlerin PKG ile tedavisi ve ağrı başlamasından >12 saatte bulunan akut STEMI'nin primer PKG ile geç reperfüzyon tedavisinde sık görülmektedir (özellikle proksimal LAD okluzyonunda), bu hastalarda girişim sırasında %15-18 hastada biyoşimik olarak tesbit edilebilen (çoğunlukla kardiyak troponinlerde normalin üst sınırının üzerine hafif yükselme ile) mikroskopik Mİ meydana gelebilir.

Distal embolizasyonu önlemek için geliştirilen birçok cihaz PKG sırasında lumene dökülen aterotrombotik materyali aspire eder veya hedef-lezyonun revaskülarizasyonu sırasında işlem devam ederken veya hemen sonrasında meydana gelen aterotrombotik yıkıntıları lezyonun distalinde distal damarın çıkış-yolunda filtre eder ve yakalar (Şekil 15a).



(Bhatt DL (edt). Essential Concepts in cardiovascular Intervention)  
Remedica Publ. 2004)

**ŞEKİL 15A.** Distal korunma: Spider Embolik korunma cihazı.

## I. DİSTAL EMBOLİZASYONDAN KORUNMA

PKG'ye giden hastalarda atero-trombotik yıkıntılar özellikle trombus yükü fazla akut koroner sendromlar ile safen ven greft (SVG) hastalığında mortalite ve morbiditenin önemli fizyopatolojik kaynağıdır. 2011 ACC/AHA/SCAI PKG kılavuzu; “perkutan SVG girişimine gidenlerde teknik olarak uygulanabilirse, distal embolik korunma cihazlarının kullanılması teşvik edilmelidir (tüm lezyonlarda değil)”. Teknik olarak kullanımı düşünülecek durumlar; yeterli distalinde “iniş alanı” bulunması, major yan dalın korunamaması, tortuöz olmayan greft, aorto-ostiyal lezyon olmaması ve yeterli büyüklükte damar çapı.

SVG'lerin %15'i cerrahiden sonra 1 yıl içinde, %40'ı 10 yılda tıkanmaktadır. Tekrar operasyonun mortalite ve morbidite riski yüksek olduğundan PKG birçok SVG hastalığında alternatif tedavidir.

SVG yaşlanınca dejenere ve ülseratif olur. Ateroma daha yaygın ve kırılındır, plak lipitten zengin, kalsiyum içeriği azdır. Bundan dolayı SVG girişimlerinde, no-reflow, distal embolizasyon ve periprosedürel Mİ ağırlıkta olmak üzere kardiyak olay riski yüksektir.

Distal korunma cihazlarının 3 tipi vardır: (1) Distal balon okluzyon cihazları, (2) distal filtre cihazları, ve (3) proksimal okluzyon/akımı tersine çevirme cihazları.

### Distal Balon Okluzyon Cihazları:

- The GuardWire (Medtronic, Inc., of Santa Rosa, California)

Okluzyon cihazları balon şişirme ve stentleme sırasında damarın içinden geçen kan akımını durdurur. Sonra da aspirasyon kateteri tedavi edilmiş damardan yıkıntıları, döküntüleri (plak enkazını) uzaklaştırmak için kullanılır; balon söndürülür ve öne-doğru kan akımı yeniden sağlanır.

Balon okluzyon cihazı tedavi edilen segmentin distalini “mühürleyip” embolik yıkıntılarda korur. Yakalanan yıkıntıların miktarında sınır bu sistemin dezavantajı; balon şişirilir şişirilmez distal damarın akımı balon söndürülünceye kadar yoktur; bu süreç prosedürün süresine ve kollateral damarların varlığına bağlı olarak iskemi, göğüs ağrısı, hipotansiyon ve sol ventrikül disfonksiyonuna yol açabilir. Bu iskemi hasta tarafından iyi tolere edilebilir. Okluzyon balonun yerleştirilmesi güç olabilir. Cihaz yan dalın distaline yerleştirilmişse yıkıntılar serbestce aşağıya doğru yan dala serbestce akar.

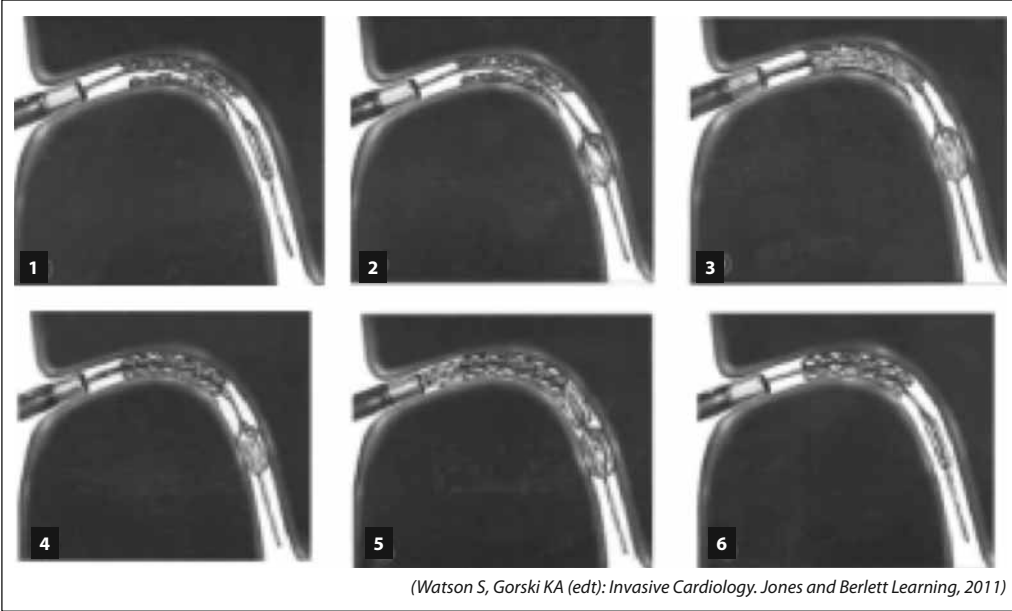
**İşlemin teknik prensipleri:** Diğer balon okluzyon cihazları da benzer şekilde çalışır (Şekil 16).

### Distal Filtre Cihazları:

- Filterwire EZ. (Boston Scientific Inc).

Kılavuz telin distal ucuna net veya şemsiye birleştirilmiştir (Şekil 15B).

Filtre cihazlarının avantajı üzerinde bulunan okluzyon balon cihazıdır; böylece daha kolay kullanılır ve işlem sırasında damardan öne-doğru devamlı yeterli kan geçmesini sağlar, kan distale devamlı aktığından (net yıkıntılar ile dolmadıkça), balon okluzyon cihazı ile ilgili iskemi yoktur. Filtrenin dizaynı her zaman kontrast madde enjeksiyonuna izin verir.



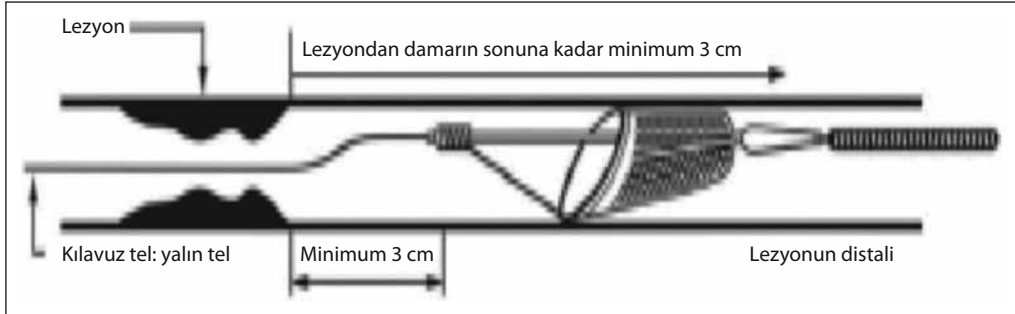
**ŞEKİL 16.** Distal Balon oklüzyon cihazı ve çalışma mekanizması.

- 1) Distal balonun özel kılavuz teli lezyonun ötesine damara yerleştirilir
- 2) Distal oklüzyon balonu dikkatle şişirilir. Oklüzyon balonunun ötesinde akım olmadığını kanıtlamak için, kontrast madde kılavuz kateterden injekte edilir.
- 3) Kılavuz telin üzerine sadece balon-kateter veya stent monte edilmiş balon-kateter yerleştirilir ve lezyona konuşlandırılır ve balon şişirilerek stent lezyona implante edilir.
- 4) Balon söndürülerek lezyondan çıkarılır.
- 5) Aspirasyon kateteri oklüzyon balonunun kılavuz telinin üzerinde ilerletilir (mekanik trombektomi cihazları balon oklüzyon cihazına ilave olarak kullanılabilir)
- 6) Aspirasyon kateteri çıkarılır ve oklüzyon balonu söndürülür.

Distal filtre cihazlarının bazı dezavantajları vardır; damarın şekline ve kullanılan cihaza bağlıdır; filtrenin duvar ile duvar ile kötü appozisyonu (yan yana gelememe) olabilir. Balon cihazların aksine bu durum distal damarı total olarak tıkayabilir, bazı embolik yıkıntılar filtrenin etrafından akabilir. Filtre cihazları lezyonu geçerken biraz embolizasyona sebep olabilir. Filtrenin yakalayabildiği yıkıntı miktarı sınırlıdır; limite ulaşıldıktan sonra akım yavaşlar ve sonunda kesilir. Bu oluşmuşsa filtre çıkarılmalıdır.

**İşlemin teknik prensipleri:** Çoğu distal filtre cihazı benzer şekilde çalışır

- 1) Paketlenmiş olmadığında, filtre dağıtma kılıfının içerisine konulmuştur. Bu kılıf-filtre seti, filtre tedavi edilen segmentin distaline oturana kadar taşıyıcı kateterin içinden damara geçirilir. Lezyon distalinin 15 mm iniş zonuna filtre açılıp yerleşince kılıf çıkarılır.
- 2) Kılıfı taşıyan Kateter geri çekilince, kendiliğinden genişleyen filtre damarın içinde ortaya çıkar. Cihaza bağlı olarak, filtre kılavuz telin şaftında konsantrik veya eksantrik olarak sabitlenir.



**ŞEKİL 15B.** Distal filtre cihazı örneği (Filterwire EZ).

- 3) Balon veya stent mobbte edilmiş balon kateter filtrenin kılavuz telinin üzerine yerleştirilir ve damar normal PKG işlemindeki gibi tedavi edilir. Lezyon balon ile tedavi edildikten sonra, balon-kateter çıkarılır.
- 4) Filtre cihazını taşıyıcı kateter kılavuz telin arkasına yerleştirilir ve damarın içinde ilerletilir; taşıyıcı kateter filtre cihazına kadar ilerlemişse, tel geri çekilir. Filtrenin kısmen düşer ve tromboembolik yıkıntıyı yakalar. Sonra da filtre damardan, kılavuz kateterden tamamen çıkarılır, en sonunda anjiyogram yapılır.

#### Proksimal Okluzyon/Akımın Tersine Çevirme Cihazları:

- Proxis (St. Jude Medical of Minneapolis).

Diğer embolik korunma cihazları, cihaz yerleştirilmeden önce hedef damarı proksimalinden tıkayarak geçici olarak kan akımı durdurarak korur. Kan akımının durması ile hasta bölgede girişim yapılır, işlem tamamlanınca distal embolizasyonu bertaraf etmek için proksimal okluzyon balonu söndürülmeden önce sıvı ve yıkıntılar damardan aspire edilir.

Teknik olarak embolik korunma sağlamak için en güç metod olabilir, fakat bu tip cihazlar trombotik lezyonlarda avantajlı olabilir. Proksimal embolik korunma cihazları büyüklüğü ne olursa olsun embolik partikülleri tahliye edebildiğinden distal korunma cihazlarından avantajlı olabilir. Bunlar, distal filtre sepeti olmadığından damar yıkıntılarını sınırsız miktarda yakalayabilir. Proksimal okluzyon cihazları her zaman embolik risk taşıyan cihazın kılavuz teli ile lezyondan geçilmeden önce distal damarı korur.

#### İşlemin teknik prensipleri:

- 1) Öne-doğru kan akımını engelleyecek düşük basınç balonu lezyonun öncesine yerleştirilir.
- 2) Balon şişirilir ve damar yatağının görünmesine yetecek kadar az miktarda kontrast madde enjekte edilir.
- 3) SF infüzyonu ve yıkıntıların aspirasyonu yapılır.
- 4) Lezyon kılavuz tel ile geçilir.
- 5) Öne-doğru akımın durdurulması sürerken, seçilmiş girişim cihazı lezyona ilerletilir. Cihaz konuşturıldıktan sonra, cihaz çıkarılır ve damardaki tüm yıkıntılar aspire edilir.

## II. ATEREKTOMİ VE TROMBEKTOMİ

“Tekbaşına balon anjiyoplasti ‘**karda ayak izi gibi**’ aterosklerotik plağı damar duvarına karşı sıkıştırır” - Gruntzig.

- POBA, germe, değiştirme, ayırma ve plağın kontrollü diseksiyonu ile damarın lumenini artırır.
- Aterosklerotik plaklar komplekstir, karışık mimorfolojiye sahiptirler. Plaklar sadece yumuşak, akışkan/yağlı değil daha katı, fibrotik/kalsifik olabilir.

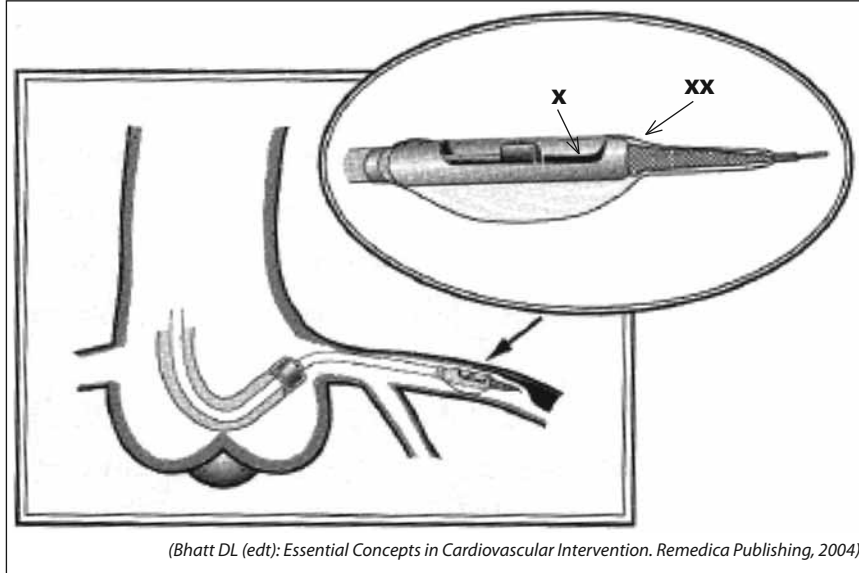
POBA ile aterosklerotik materyal çıkarılamaz, diseksiyon ve ani kapanıştan akut reokluzyon meydana gelebilir. Elastik geri tepme, vasküler remodeling ve inflamatuvar cevap POBA uygulananların %30-50’sinde görülür; büyük plak yükünün restenoz oranı daha yüksektir.

### ATEREKTOMİ CİHAZLARI

#### Çift-yönlü Koroner Aterektomi:

Çift-yönlü koroner aterektomi cihazı; DCA-*bidirectional coronary atherectomy*), Tel-üzerinde balon anjiyoplasti kateterini tasarlayan Dr. John Simpson tarafından geliştirilmiştir. 1991’de çift-yönlü koroner aterektomi için *The Simpson Atherocath* PTCA’da alternatif olarak onaylanmıştır.

Çift-yönlü koroner aterektomi, ortadan kaldırmak için damar duvarındaki plak materyalini dilimleyerek uzaklaştırır ve çıkarmak için toplar (Şekil 17).



**ŞEKİL 17.** İki-yönlü aterektomi cihazının işleme mekanizması: (A) Yuvarlak fincan şeklindeki kesiciler (x) lezyon ve plağa doğru ilerletilir. (B) Kesilen parçacıkları konik burnunda (xx) toplar.

**Cihazın parçaları:** Kateterin distal ucuna yakın, bir tarafında pencere bulunan boş metal bir barınak vardır. Plağın çıkarılması sırasında ÇYA kesicisini stabilize eden küçük balon bulunur. Distal ucu kesilen plak materyalinin toplandığı boşluk ile esnek burun-konisi bulunur; kılavuz tel lumeni 0.014 inç kılavuz tel ile uyumludur (Şekil 18). Kesici-sürücüsünün şaftıyla tutularak çalıştırılır. Pil ile çalışan motor sürücü ünitesi, kesiciyi 2000 rpm ile döndürür.

- Kesici yavaşça ilerletilir 2000 rpm’de döndürerek plağı traşlayıp ve distal konik burun boşluğunda toplayarak uzaklaştırır.
- Yerleşmiş balon söndürüldükten sonra, kateterdöndürülerek, işlem başarılı anjiyografik sonuç sağlanana veya konik burun materyalle dolana kadar tekrarlanır.

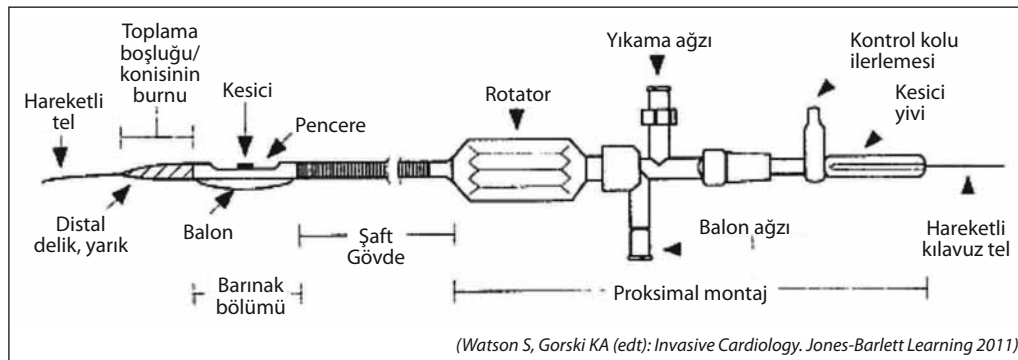
ÇYA cihazlarının kullanımının neredeyse terk edilmesinin sebebi plağı körlemesine kesmesi ve medianın ötesine adventisya tabakasının içerisine kadar çok derin kesme riskinin olması.

### Rotasyonel Aterektomi:

Rotasyonel Aterektomi, plağı çok küçük parçacıklara kadar ezen yüksek hızlı dönüşlü-cihazın kullanımını kapsar. Bu parçacıklar eritrositlerden daha küçüktür, koroner arterin içinden distaline doğru yıkanır, sonra da vucuttan retiküloendotelial sistem yolu ile atılır.

Hasta damar duvarındaki ateromatöz materyali yüksek hızda enerji oluşturan cihaz selektif olarak çıkarır, halbuki normal elastik damar duvarı cihazdan emniyetle itilerek uzaklaştırılır, ateromatöz doku ise normal dokuya göre daha serttir ve hasta olmayan kompliyan damar duvarının aksine cihaza karşı direnir .

- Rotablator (*Boston Scientific Corporation of Natick MA*).
- Spesifik lezyonlar için geliştirilmiştir; uzun, kaya gibi sert, yüksek diseksiyon oranı ile ilişkili diffüz hasta kalsifiye lezyonlar ve sıklıkla POBA ile etkin tedavinin yetersiz kaldığı fibrotik ostiyal aortik lezyonlar. Kalsifik lezyonlar için rotablatörün selektif doku ablasyon etkisi en iyi seçenektir.



(Watson S, Gorski KA (edt): *Invasive Cardiology*. Jones-Barlett Learning 2011)

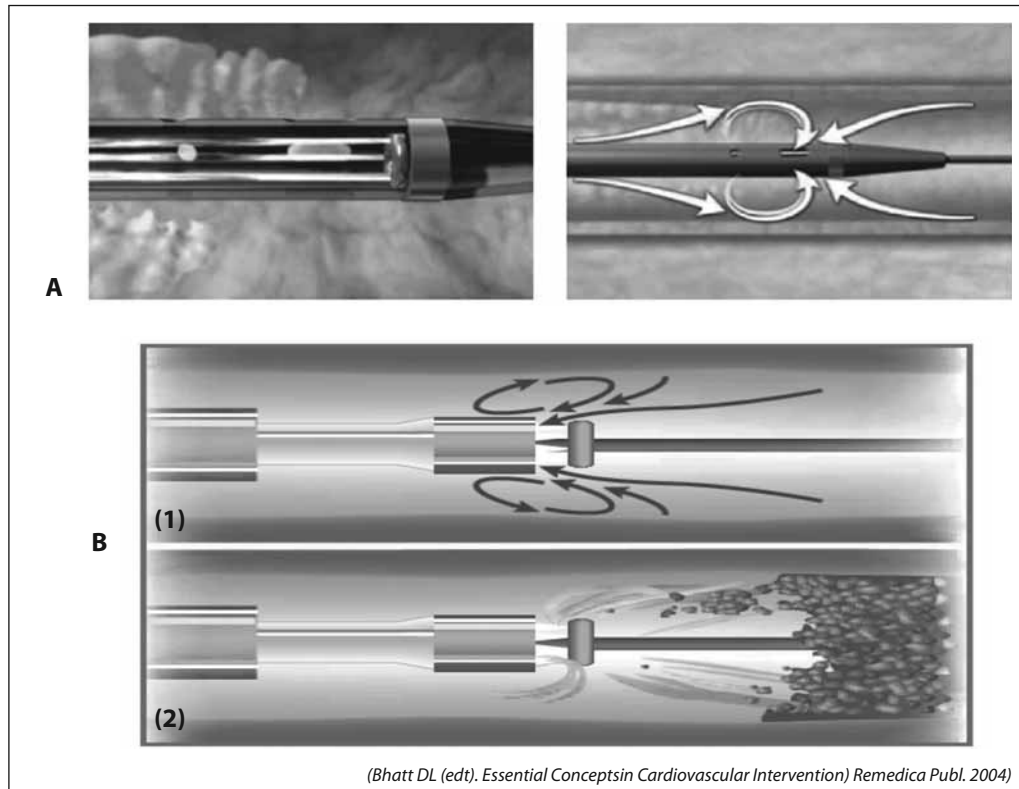
**ŞEKİL 18.** Aterocath ve motor-sürücüsü.

**Cihazın parçaları:** Rotablatör *Rotasyonel Anjiyoplasti sistemi*, rotablatör ilerletici (*rotablator advancer*) ihtiva fiberoptik takometre kablosu, yıkama, lavaj girişi ve nitojen gazı besleme hortumu ile kontrol edilir.

- Sistem basınçlı nitrojen ve kateterin dönüş hızı ile desteklemekte ve sürücü konsolda tedavi zamanı izlenir ve dijital olarak gösterilir.
- Rotablator Rota Link kateter, sürücü şaftın distal ucunda gümüş tozları ile nikel kaplanmış pirinç kapak kaplamalı oval-şekilli çekirdek (*burr*) ihtiva eder.
- Sürücü şaft sürekli basınçlı sıvı solusyon ile yağlanan 4F Teflon kateter ile örtülür.

### Possis AnjioJet:

Mekanik trombektomi cihazıdır (Şekil 19). Ucunda trombusu ıslatarak yumuşatan ve *Bernoulli* prensibine göre negatif basınç (yaklaşık 760 mmHg) bölgesi yaratarak geriye kateterin lumenine doğru aspire eden 6 yüksek hızlı serum fizyolojik jeti yaratan ‘hipotüp’ ihtiva eden çift lumenli esnek 5F kateterdir.



(Bhatt DL (edt). Essential Concepts in Cardiovascular Intervention) Remedica Publ. 2004)

**ŞEKİL 19.** Reolitik Trombektomi Sistemi (*Anjio Jet. Medical Inc.*). Anjiojet (üstte)-Anjiyojetin işleme mekanizması: **(A)** sol- da serum fizyolojik jeti 390 mph hızda geriye doğru gider ve böylece basıncı düşük bir bölge oluşturur. **(B1)** Sağda çapraz-akım penceresi trombusun daha etkili uzaklaştırılması için "çekme etkisini" oluşturur **(B2)**.

**Pratik ipuçları:** AMİ'de kullanılmaktadır, inferiyor duvarı kanlandıran damarın (inferiyor miyokard infarktüsü) tedavisinde geçici AV blok riskinden dolayı femoral ven yolu ile geçici uyarı verme (pacing) kablosu da takılmalıdır. Yüksek basınçlı SF injeksiyonuna bağlı <2.0 mm çapındaki damarlarda perforasyon meydana gelebilir.

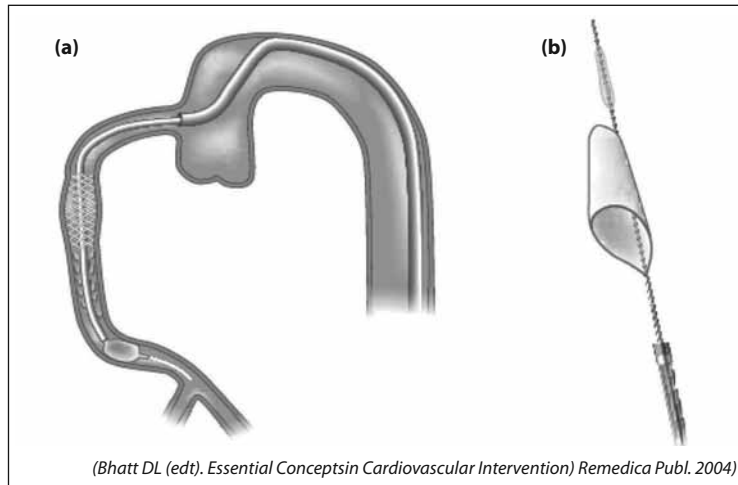
Akut koroner sendromlarda PKG'ye ilave uygulandığında klinik faydası gösterilmiştir, tekbaşına PKG'ye göre mortaliteyi düşürmüş, infarkt alanını küçültmüştür.

#### Trombektomi Cihazları:

Trombotik materyalin damar içinden aspire edilmesi için bir çok kateter geliştirilmiştir. Bunlar *Pronto* (Vascular Solutions), *Export* (Medtronic), *Probing* (Boston Scientific), *Rescue* (Boston Scientific) ve *Diver* (EV3) kateter sistemleridir. Genel olarak, bu kateterler iki lümeninden oluşur. Birinci lümen kateterin distalinde bulunur ve trombüsü aspire ederek uzatma tüpü yardımı ile şırıngaya ulaştırır. İkinci lümen ise kateterin damar içinde daha rahat ilerletilebilmesini sağlayan kılavuz tel bulunur. Bu kateterlerin birçoğu 6 Fr kılavuz kateter ile uyumludur, özellikle primer PKG işleminde görünür trombüsün aspirasyonu için kullanılırlar. Yapılan çalışmalarda özellikle *Export* kateterinin kullanımı ile infarkt büyüklüğü ve major kardiyak olay sıklığında belirgin azalma görülmüştür. Bu sebeple Primer PKG sırasında uygun hastalarda kullanımı kılavuzlarda önerilmiştir.

#### PercuSurge GuardWire:

Ateromatöz distal embolizasyon, dejenere olmuş safen ven greft (SVG) girişiminin sık ve korkulu komplikasyonudur, SV disfonksiyonlu hastalarda fatal sonuçlanabilir *PercuSurge Guard Wire* ve *Export kateter*, FDA tarafından onaylanmış ilk distal emboli korunma cihazlarıdır (Şekil 20). Bu cihaz, distal ucuna balon monte edilmiş sabit floppy (ucu yumuşak ve sarkık tel) tel bulunan 0.014 inç hipotüptür (içi boş).



**ŞEKİL 20. (a)** PercuSurge GuardWire sistemi (Medtronic), **(b)** Filtre sisteminin filtresi (Boston Scientific).



**İşlemin prensibi:** Sönük balon SVG lezyonuna yöneltilerek lezyon geçirilir ve greftin distal bölümünde şişirilir, sonucunda SVG’de distale doğru antegrad akım kesilir; sonra da hedef-lezyona Anjiyoplasti ve stentleme yapılır ve takiben *Export kateter* ile kan sütunu aterom plağı döküntüleri ile aspire edilerek lümeninden çıkarılır, atılır; daha sonra *PercuSurge GuardWire balon* söndürülerek akım düzeltilir.

SVG anjiyoplastisinde olguların %93’de ateromatöz yıkıntıların (83-204 micm) geri alındığı saptanmış, bunun sonucunda bu hastalarda bağlı ölüm veya Mİ gibi major komplikasyonlar %42 azalmıştır. Periprosedürel yavaş akım sıklığı da daha düşmüştür (SAFER).

Akut STEMI’de, miyokardiyal perfüzyonuna, ST-segment elevasyonunun rezolusyonuna ve 30 günde infarkt büyüklüğüne PercuSurge GuardWire cihazının faydası bulunamamıştır (ESMERALD).

- *AHA-2011 kılavuzunun embolik koruma cihazları ve aspirasyon trombektomisi ilgili tavsiyeleri: (1) Safen ven greft PKG’inde klinik olarak uygulanabiliyorsa, embolik korunma cihazları kullanılmalıdır (Sınıf I). (2) Primer PKG’ye giden hastalarda trombus aspirasyonu faydalı olabilir, düşünülmelidir (Sınıf IIa).*

## KORONER ATEREKTOMİ

Balon dilatasyon plağı parçalayıp, yerinden oynatmasına rağmen tamamen ortadan kaldıramaz.

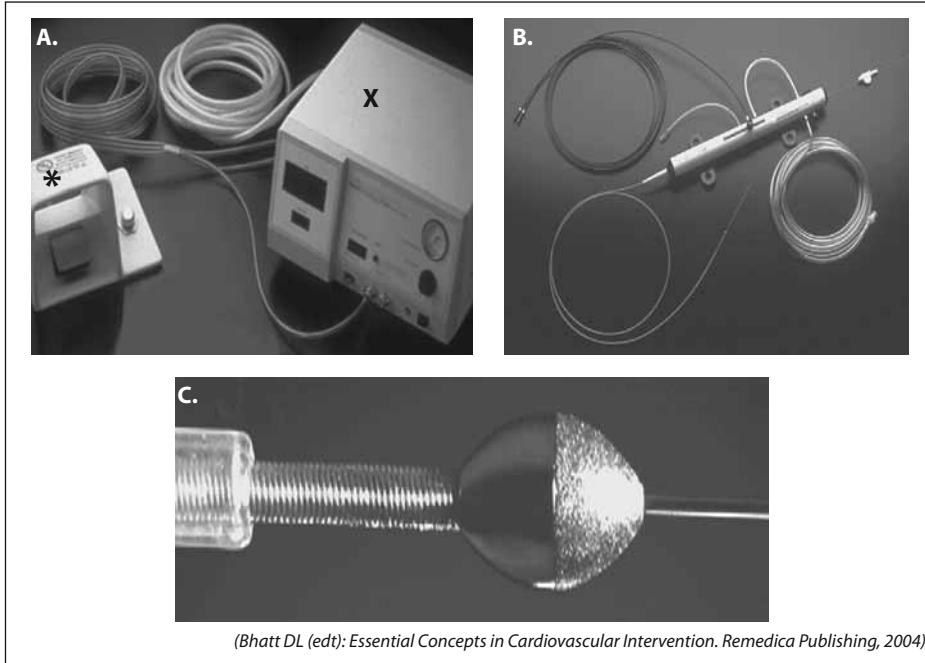
### Rotasyonel aterektomi:

Rotasyonel ablasyon Rotablator, 0,009 inç tel üzerinde yüksek hızda kullanılır. Dönen (160,000 rpm) elmas kaplı çekirdek (*burr*) plak kitlesinin gövdesini çıkarır (Şekil 21). Rotasyonel ablasyonun ana prensibi; çok yüksek hızda dönen çekirdeğin sürtünmesi ile plağın diferansiyel kesilmesi ve dikey olarak yerinden çıkarılmasıdır. Bu süreç distale embolize olarak mikrodolaşımın kan akımı azaltabilen ve miyokardiyal stunning, periprosedürel Mİ ve hedef damar bölgesinde SV disfonksiyonuna sebep olabilen mikropartiküler yıkıntılar meydana getirir.

Yoğun, ağır şekilde kalsifiye plaklarda faydalıdır. Kalsifik plak esnek olmayan rijid materyalin simgesidir; Rotablatorün eliptik çekirdeğinin başına gömülmüş mikroskopik elmasın dönerek kalsifik plak kitlesine sürtünmesi ile oluşan toz halinde mikroskopik parçacıklar öne doğru kan akımı ile distal embolizasyon sonucunda miyokardiyal risk oluşturabilir.

### İşlemin prensibi ve tekniği:

- Anjiyoplasti teli üzerine yerleştirilmiş elmas başlı “burr” hızı 200,000 rpm’ye kadar plağa karşı hareket ederek döner; cihaz 0.009 inç tel üzerinde kaydırılarak koroner lezyona doğru ilerletilir. Öne-doğru intermitan basınçla ‘*zımparalar*’ gibi yavaşça ilerletilirken kalsifik materyale çekirdeğin sürtünmesi ile elmasın (matkap) kırıntılarından daha küçük partiküller meydana gelir (Şekil 22). Rotasyonel ablasyonun teknik uygulaması sı-



(Bhatt DL (edt): Essential Concepts in Cardiovascular Intervention. Remedica Publishing, 2004)

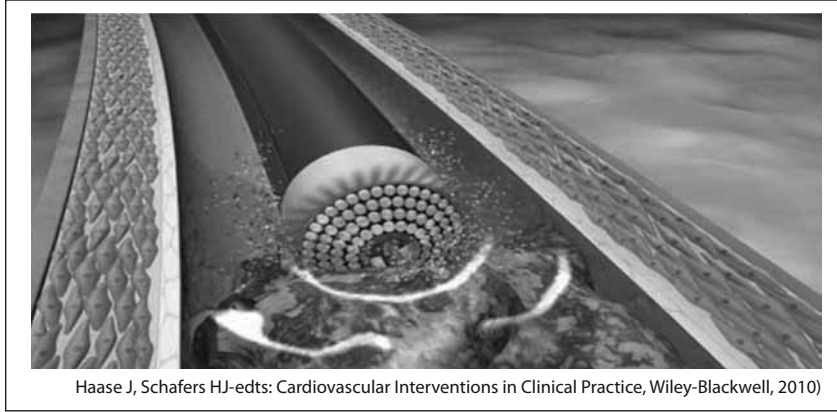
**ŞEKİL 21.** Rotablatör: **A.** Rotablatör konsolu (X) ve ayak pedalı (\*), **B.** Rotablatör cihazı: – Burr kateteri ve ilerletici, **C.** Rotablatör Burr.

rasında çekirdeğin kılıf muhafazasının içerisinde doğru sürekli tazyikli su ile temizleme yapılır. İşlem sırasında çekirdeği taşıyan kılavuz tel gergin tutulmalıdır. Koroner spazm ve no-reflow fenomenini önlemek için işlem sırasında hastaya aspirin ve heparin, nitrat ve beta blokerler verilir.

- İşlem yapılacak hedef lezyonda lokal trombus bulunan hastalarda rotasyonel ablasyon uygulanmamalıdır.

İşlem sırasında meydana gelen ve distale embolize olan mikropartiküler yıkıntıların, %90'ı kan hücrelerinden daha küçüktür, distal damar yatağında dolaşımı kötüleştirebilir; bu zerrecik embolileri distal mikrodolaşımda tıkanmalara sebep olarak mikrodolaşımı engelleyip azaltabilir. Açığa çıkan bu partiküllerin büyük bölümü mikrodolaşıma karışarak karaciğer, akciğer ve dalaktan temizlenir. Bu hastalarda koroner arterde yavaş akım oluşabilir, bu nedenle işlem sırasında vazodilatörler kullanılması gerekebilir (nitrogliserin, verapamil, adenozin). Hastaların yaklaşık %1'de koroner perforasyon gelişmiştir.

Aterektominin teorik faydası POBA ile görülen damar duvarı gerilmesi ve elastik geri tepmesinin çok az olmasıdır. Standart rotasyonel ablasyon ile barotravma çok azdır, ablasyonu takiben ek olarak balon kullanılacaksa düşük basınç uygulanmalıdır. Ablasyon ile daha düzgün kanal elde edilir; daha az türbülanslı akım ve intima yırtılması sonucunda subakut



Haase J, Schafer HJ-edts: Cardiovascular Interventions in Clinical Practice, Wiley-Blackwell, 2010)

**ŞEKİL 22.** Spectranetics ELCA Lazer kateter sisteminin etki mekanizması.

tromboz veya rezidüel restenoz az sayıda görülür. Klinik sonuçları POBA ile mukayese edildiğinde rotasyonel aterektomi, girişimin başarı şansını artırırken, restenoz veya major kötü olay risklerini azaltmamıştır.

**Rotasyonel ablasyona uygun lezyonlar:** (a) Ağır kalsifiye lezyonlar, kronik total okluzyonlar, küçük damarlar, uzun koroner segmentleri tutmuş diffüz hastalık; (b) balon dilatasyon ve stentlerin yan-dal okluzyonuna sebep olduğu bifürkasyon lezyonları (Tablo 7).

**Girişimin Kontraindikasyonları;** trombus, koroner diseksiyon veya SV'nin sistolik fonksiyonunun ciddi derecede azalması.

#### **İki-yönlü aterektomi (Bi Directional Atherectomy-DKA):**

Kesici cihaz kılavuz tel üzerine yerleştirilmiştir. Lumende akımı engelleyen darlığın ulunduğu lezyon bölgesinin içinde balon şişirilerek ateroma kesici ile sıkıştırılır (Şekil 23) sonra da; DKA cihazının keskin bıçağı defalarca öne-arkaya doğru hareket ettirilerek eksantrik plak traşlanır; kesip çıkarılan materyal cihazın burnundaki konide toplanır. Yeterli miktarda aterosklerotik kitlenin çıkarıldığından emin olmak için işleme ara verilip, cihaz hedef koroner arterden ve vucuttan çıkarıldıktan sonra İVUS yapılması gerekir.

#### **İşlemin prensibi:**

DKA, plağı fiziksel olarak keser ve kesilen plak materyalini koroner arterden çıkarır. Anjiyografik veya intravasküler ultrason görünümü ile değerlendirilen sonuç kabul edilebilir oluncaya kadar, gerekirse kateter tekrar sokularak aterektomi işlemi yinelenir. Kateterin ucuna yerleştirilmiş DKA cihazının lezyona net etkisi; lezyonun lümenine doğru çıkmış kitlelerini noktalar gibi dağıtmak (*dottering*), kesmek ve balon anjiyoplastidir.

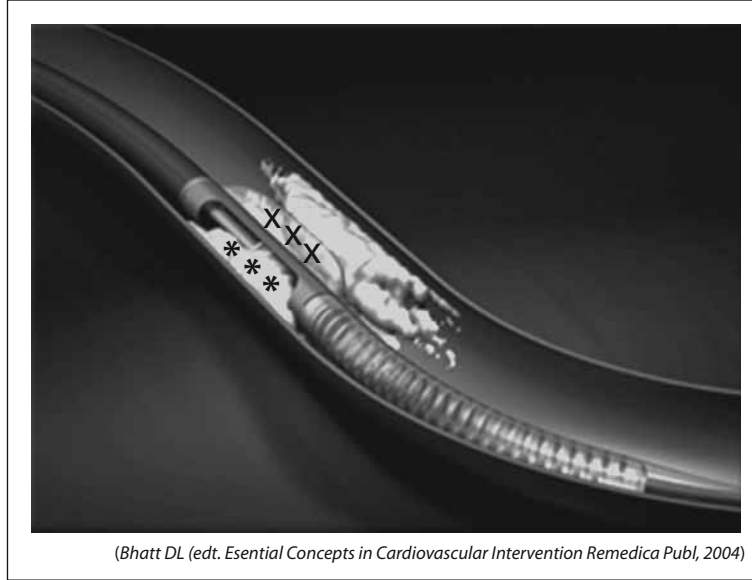
**TABLO 7.** PKG'ye Yardımcı Tanısal ve Terapötik Cihaz kullanımı için tavsiyeler (AHA, 2011 PKG Kılavuzu tavsiyeleri)

| DİĞER TANISAL CİHAZLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | DİĞER TEDAVİ EDİCİ CİHAZLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>FFR:</b> Anjiyografik İntermediyer koroner lezyonları (%50-%70) değerlendirmede ve semptomlu iskemik kalp hastalağında revaskülarizasyona karar vermeye yardımcı olmak için faydalı olabilir (Sınıf IIa).</p> <p><b>İVUS:</b> (1) Anjiyografik olarak belirlenemeyen sol ana Koroner arter hastalığının değerlendirilmesinde faydalı olabilir (Sınıf IIa).<br/>(2) Stent restenozunun mekanizmasını belirlemek için faydalı olabilir (Sınıf IIa).<br/>(3) PKG veya ACBG tasarlandığında, lezyonun İVUS ile rutin olarak değerlendirilmesi tavsiye edilmemektedir (Sınıf III).</p> <p><b>OCT:</b> Klinik karar vermede OCT'nin uygun rolü saptanmamıştır.</p> | <p><b>Koroner Aterektomi:</b> Balon kateter ile geçilemeyen veya stent implantasyonundan önce yeterli dilate edilemeyen fibrotik veya ağır kalsifik lezyonlarda düşünülmelidir (Sınıf IIa).</p> <p><b>Trombektomi:</b> Primer PKG'ye gidenlerde faydalı olabilir (Sınıf IIa).</p> <p><b>Laser Anjiyoplasti:</b> Geçilemeyen veya geleneksel balon anjiyoplasti ile dilate edilemeyen fibrotik veya orta derecede kalsifik lezyonlarda düşünülebilir (Sınıf IIb).</p> <p><b>Cutting Balon Anjiyoplasti:</b> PKG sırasında, stentiği restenozda veya yan dallarda ostiyal lezyonlarda, kaymanın neden olduğu koroner arter travmasını önlemek için "Cutting Balon Anjiyoplasti" düşünülebilir (Sınıf IIb).</p> <p><b>Embolik korunma Cihazları:</b> Teknik olarak yapılabilir olduğunda safen vene greftde PKG sırasında kullanılmalıdır (Sınıf I).</p> <p><b>Perkutan Hemodinamik destek cihazları:</b> Dikkatle seçilmiş yüksek-riskli hastalarda, PKG'ye ek olarak destek cihazların kullanımı mantıklı olabilir (Sınıf IIb).</p> |

- Kateterin lümende darlık yapan lezyon üstünde şişirilen balonu lezyonun lumene bakan yüzünü sıkıştırdıktan sonra distal kesici pencere bölümü içinde bulunan dönerek kesen bıçak ağzı, penceresinin bir tarafından ötekine elle ilerletilerek bıçağın kesici kenarının dönmesi ile plağı keser, kırpar. Kesilen materyal pencerenin distalindeki boşluğa yerleştirilir. Böylece Aterosklerotik obstrüksiyona neden olan lezyon materyalini kesilir ve kırılan döküntüler ele cihazın ucundaki boşluğa depolanır.
- DKA sonunda balon şişirilmesinden sonra artakalan lezyon kalıntısı %15'den daha az olmalı, dokunun etkin çıkarılmasının kanıtı TIMI 3 akımın sağlanması ve stent kullanılmışsa rezidüel darlık kalmamasıdır. Rezidüel plağın belirlenmesinde İVUS yardımcı olabilir.

### İşlem:

- Cihaz kılavuz telin üzerinde lezyona doğru elle öne-arkaya ilerletilerek lezyondan birçok geçiş yapılır, aterosklerotik materyali keser kateterin içindeki boşlukta depolar.
- Sonra da lezyonda düşük basınçlı balon şişirilerek, üzeri traşlanarak açılan bölge damar duvarına doğru sıkıştırılır.



**ŞEKİL 23.** Direksiyonel aterektomi. Balonun şişirilmesi (xxx) ve kesici ile ateromanın çıkarılması (\*-\*).

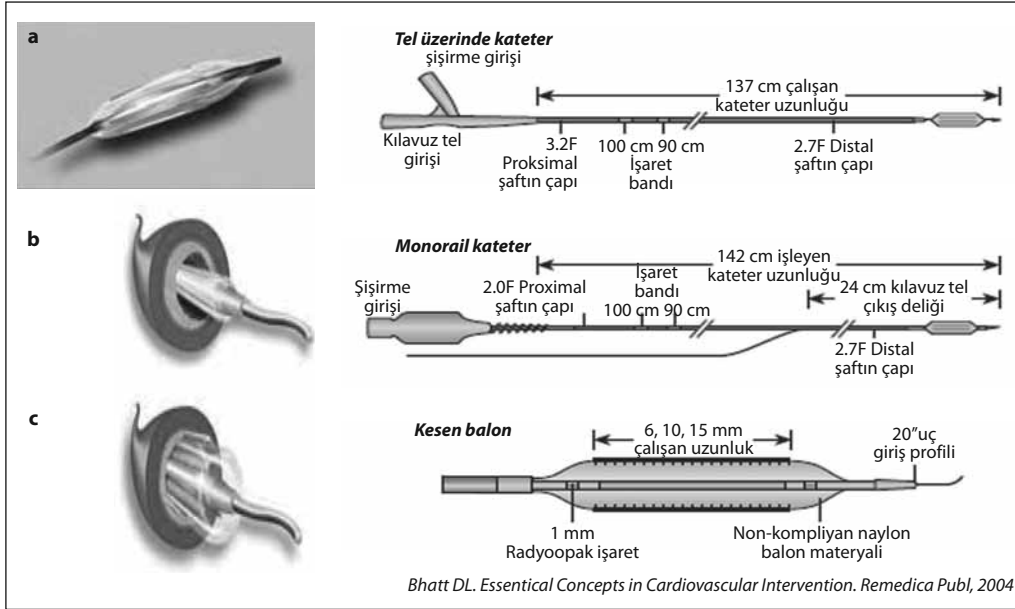
3. Balonun söndürülmesi, kateterin tamamının geri kalan ostrüksiyona doğru dairesel döndürülmesini sağlar. Plak döküntülerini almak için kateter dışarı gövdeden çıkarılmalıdır.

#### **Klinik indikasyonları:**

- *DKA kullanımına uygun lezyonlar*; ostiyal lokalizasyonlu (özellikle kollateraller ile korunan) sol ana koroner arterde ve LAD ve yan dalda kan akımını bozan eksantrik plak dağılımı. DKA ile revaskülarizasyon proksimal, büyük damarların (>3 mm) fibrotik, ağır kalsifiye olmayan, ostiyal, bifurkasyon, yan dal ostiyumuna lokalize ve/veya büyük yer kaplayan eksantrik lezyonların tedavisinde etkilidir. Ancak cihazın tortüöz arterlere ulaşması güçtür, bu tekniğin damar bifurkasyonlarında rolü olabilir (Tablo 7).
- *DKA'ya uygun olmayan lezyonların karakteristikleri*: Ağır kalsifikasyonlar, tortüöz damarlar, çapı 3 mm'den daha küçük damarlar ve dejenere olmuş ven greftlerdir.
- *AHA 2011 kılavuzunun koroner aterektomi indikasyonu*: Balon kateter ile geçilemeyen veya stent implantasyonundan önce yeterli dilate edilemeyen fibrotik ve ağır kalsifik lezyonlarda aterektomi düşünülebilir, faydalı olabilir (Sınıf IIa).

#### **Kesen (cutting) Balon aterektomi:**

Bu teknik başta balon anjiyoplasti sırasında kontrollü disseksiyon meydana getirilmesi için geliştirilmiştir.



**ŞEKİL 24. Soldaki sütunda** kesen-balonun mekanizması, Sağda-Balon kateterlerin yapısı (yukarıdan aşağıya: "Tel-üzerinde"; Kesen-Balon"): **(a)** Kesen-balonun büyütülmüş görüntüsü. **(b)** Öndilatasyon. **(c)** Dilatasyon sonrası (Boston Scientific).

Kesen-balonun uzunlamasına monte edilmiş 3-4 kesici usturası, 'aterotomları' vardır. Bu aterotomlar plak ve damar duvarının ikisini de keserek daha damar dilatasyonunun daha düşük balon basıncı ile gerçekleşmesini sağlar (Şekil 24).

Stent telleri arasından geçirilerek ve kıvrımlı tortuöz, damarlarda aşağıya distale doğru itilerek balonun yerleştirilmesi sırasında balon burada yakalanabilir veya perfore olabilir. Rüptür olasılığını azaltmak için bu balonlar sadece 6-10 atmosfer ile şişirilmelidir.

- AHA-2011 Kesen-balon anjiyoplasti indikasyonu: Stentli stenozda veya yan-dalların ostiyal lezyonlarında balonun şişirilmesi sırasında kaymanın neden olduğu travmayı önlemek için kesen-balon ile anjiyoplasti düşünülebilir (Sınıf IIb).

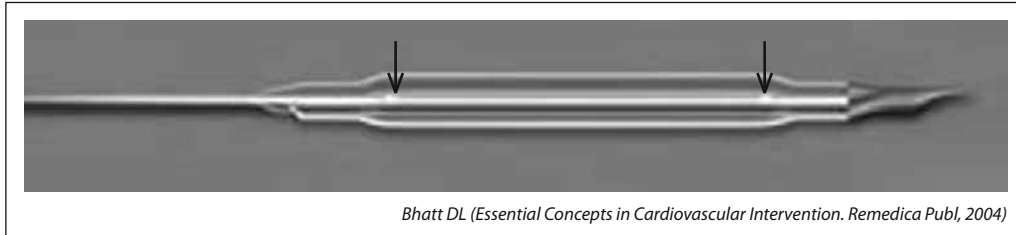
**Excimer Lazer (ELCA):**

Lazer dokunun buharlaşmasına sebep olur. “Excimer” lazerler aterosklerotik plağın su-olmayan komponentlerini absorbe eder (Şekil 25). Excimer lazer kateteri (ELCA)’nın ucu hedef lezyon ile temas eder duruma getirilir; cihaz yüksek enerjili xenon ve klorid dimerik molekülünden saniyede 25-40 vuru hızında ultraviyole ışığı yaratarak (300 nm) saniyede 0.5 mm hız ile dokuyu keserek gaza ve subsellüler yıkıntılara dönüştürerek hedef dokuyu azaltır (Şekil 22). Yaratılan Lumenin büyüklüğü ELCA kateterinkine eşdeğerdir. Cihazın damar perforasyon ve diseksiyon riski kısıtlıdır. Kronik tıkalı damarlar ve ostiyal lezyonlar ve stent-içi restenozda kitlenin uzaklaştırılmasında rolü olabilir.

- ELCA total okluzyonlar, orta derece kalsifiye darlıklarda, ostiyal lezyonlar, bypass greft ve uzun diffuz hastalık için FDA tarafından onaylanmıştır (1992).
- Köşeli lezyonlarda, koroner diseksiyon, trombotik lezyonlar ve ağır kalsifik lezyonlarda kullanımı kontraindikedir.

ELCA ile anlamlı restenoz oranı gösterilmiştir. Ayrıca rutin kullanıldığında POBA’ya göre komplikasyon oranını artırdığından, hedef-lezyonun revaskülarizasyonu için ELCA’nın primer strateji olarak kullanılması düşünülmemelidir (ACC/AHA PKG).

- *AHA-2011 kılavuzunda Lazer anjiyoplasti indikasyonu: Geleneksel baloon anjiyoplasti (POBA) ile dilate edilemeyen fibrotik veya orta derece kalsifik lezyonlarda düşünülebilir (Sınıf IIb).*



Bhatt DL (Essential Concepts in Cardiovascular Intervention. Remedica Publ, 2004)

**ŞEKİL 25.** GALİLEO intravasküler radyasyon kateterinin büyütülmüş görünüşü. Balonun ortasında kısa tel lumen ve de proksimal ve distal kenarlarında altın distal işaret (ok) görülmekte (Guidant Corp).

## KILAVUZLARDA PKG TAVSİYELERİ:

*Tanısal koroner anjiyografiden kompleks perkutan koroner girişime kadar işlemin yapılması, sadece doktorun tercihi ve hasta yakının rızasına bağlı olmayıp, bilinci açıkta durumu bilgilendirildikten sonra öncelikle hastanın kendisinin onayı alınmalıdır.*

### 2011- AHA/ACC/SCAI-PKG Kılavuzu Tavsiyeleri:

#### PKG başarısının tanımı:

PKG başarısı; anjiyografik bulgular, girişimsel olaylar ve klinik sonuçlar olarak birbiri ile ilişkili 3 kriterle tanımlanır.

1. **Anjiyografik başarı:** Başarılı PKG, hedef lezyon bölgesinde koroner arter lumeninde yeterli genişleme meydana getirerek koroner kan akımını düzeltir.
  - **Başarılı balon anjiyoplastinin tanımı:** Koroner akımı engelleyen aterotrombotik lezyonun içine yerleştirilen balonun şişirilmesi ile obstrüksiyonun (damar duvarı içine sıkıştırılarak plağın kırılıp, ezilerek dağılması ile yer değiştirmesi) açılması ve “sonunda TIMI akım - 3 sağlanması (anjiyografide görülerek), birlikte minimum darlık çapının <%50’ye düşürülmesi ile yan-dal kaybı, akımı kısıtlayan disseksiyon veya anjiyografik olarak trombus olmamasıdır”.
  - Stentler için; *minimum darlık çapı:* <%20 olması (anjiyografi ile); geçmişte optimal anjiyografik sonucun klinik kriteri idi.
  - Minimum darlık çapının <%10 kabul edilmesi hatta hedefin mümkünse %0’a yaklaştırılması, gelişen stent teknolojisi; ilaçlı stentler ve güçlü antitrombotik ilaçlar; klopidogrel, tikagrelor ve prasugrel kullanımı sonucunda anlamlı düzeyde azalan restenoz ve retrombozis riskleri ile düşünülmekte ve tavsiye edilmektedir. Bu öneri günümüzde koroner stentleme ile tedavi edilen lezyonlar için yeni kriter olabilir, bu öneride azalan darlık çapının yanında (<%10) koroner anjiyoplastideki gibi anlamlı yan-dal oklüzyonu, akımı kısıtlayan disseksiyon ve distal embolizasyon veya anjiyografik trombus olmadan en sonunda TIMI -3 akım elde edilmelidir.
2. **Girişimsel başarı:** Başarılı PKG’de, anjiyografik başarı hastane içi major klinik komplikasyonlar (ölüm, nonfatal Mİ, inme ve acil ACBG gibi) gelişmeden sağlamalıdır.
3. **Klinik başarı:** Erken dönemde, klinik olarak başarılı PKG’de; girişimin anatomik ve girişimsel başarıları ile birlikte miyokardiyal iskeminin semptom ve/veya bulgularının hızla rahatlaması da gerekir.
  - **Uzun-dönem klinik başarı:** Kısa-dönemdeki başarının devamlı kalması ve miyokardiyal iskeminin semptom ve bulgularının rahatlamasının girişimden >9 ay sonra devam etmesidir. Kısa-dönemde klinik başarı sağlandıktan sonra, uzun-dönemde bunun devam edememesinin en önemli sebebi restenozdur. Restenoz PKG komplikasyonu değildir; vasküler hasara karşı vasküler dokunun beklenen fizyolojik lokal biyolojik cevabıdır.

#### PKG sonrası klinik sonuçların öngörünleri:

- Artmış PKG komplikasyon oranı ile ilişkili faktörler: İleri yaş, diyabet, kronik böbrek hastalığı, akut koroner sendrom, konjestif KY ve çok damar KAH.



## PKG KOMPLİKASYONLARI:

**Mortalite:** 2004-2007 yılları arasında PKG'nin toplam hastane mortalitesi %1.27; elektif PKG ye gidenlerin %0.65 ve STEMI'de %4.81 bildirilmiştir, (NCDR, Cath PCI verileri).

- PKG ile ilgili yüksek ölüm riski ile ilişkili faktörler; ileri yaş, komorbidler (diyabet, kronik böbrek hastalığı, konjestif KY), çok damar KAH, yüksek- riskli lezyonlar ve PKG tipi (hemen veya acil girişim, kardiyojenik şok).

**Periprosedürel Mİ ve Sebepleri:** Akut arter kapanışı, embolizasyon ve no-reflow, yan dal okluzyonu ve akut stent trombozu. 2007 yılında AHA/ACC/ESC'nin Mİ'nin universal tanımına göre; PKG'den sonra, kardiyak markerlerin üst referans sınırın (ÜRS) 99'cu persantilinin üzerine yükselmesi periprosedürel miyokardiyal nekrozu gösterir. Biyomarkerlerin ÜRS'nin 99'cu persantilinin >3 katına yükselmesi PKG ile ilgili Mİ yi tanımlar. Bu tanıma göre PKG'ye giden hastaların ≥ %15'de periprosedürel Mİ tanımlanmaktadır.

**Acil ACBG ihtiyacı:** Gelişen PKG teknolojileri ile azalmıştır (%0.4). Belli başlı ACBG indikasyonları; koroner diseksiyon, koroner arterin akut kapanışı, perforasyon ve lezyonun geçilememesidir. Acil ACBG'nin en güçlü öngöreni kardiyojenik şok, AMİ, acil PKG, çok damar hastalığı ve tip C lezyondur. Hastane içi mortalitesi %7.8-14 bildirilmiştir.

**İnme:** İnsidensi %0.22 olup, hastane içi mortalitesi %25-30'dur. Yükselmiş inme riski ile ilişkili faktörler; PKG'den önce FLT kullanımı, bilinen serebrovasküler hastalık bulunması, STEMI'de PKG, İABP kullanımı, ileri yaş, kadın cinsiyet.

**Vasküler komplikasyonlar:** Primer olarak damar girişi ile ilgilidir. Önemli femoral vasküler komplikasyonlar (%2-6); giriş yerinde hematoma, retroperitoneal hematoma, psödoanevrizma, arteriyovenöz fistül ve arteriyel diseksiyon ve/veya okluzyon. Yükselmiş vasküler komplikasyon riski ile ilişkili faktörler; ≥ 70 yaş, vücut yüzey alanı <1.6 m<sup>2</sup>, acil girişimler, periferik arter hastalığı, periprosedürel glikoprotein- IIb/IIIa inhibitörü kullanımı ve kadın cinsiyet. Arteriyel giriş için radyal yolun kullanılması, kanama ve diğer giriş yeri komplikasyonlarını femoral girişe göre anlamlı azaltmıştır. Buna karşılık radyal arter vurunun kaybolması radyal girişimlerin ≤ %5'de bildirilmiştir. Tedavisi sırasında radyal arter spazmı olabilir.

**Kontrast nefropatisi (KN):** Hastanede edinsel böbrek yetersizliğinin önde gelen sebeplerinden biridir. Normal serum fizyolojik (SF) ile hidrasyondan başka KN'de böbrek yetersizliği (KNBY) riskini azalttığına inanılan diğer yöntemlerin etkisi nötrdür. İzotonik serum fizyolojik (yarım izotonik) ile İV hidrasyon, oral hidrasyona tercih edilmeli. Hidrasyon PKG'den saatler önce ve kontrast madde verildikten sonra uygulanmalı; kontrast madde verilmeden önce acilen bolus şeklinde izotonik SF verilmesi (izotonik + mannitol veya furosemid)'e tercih edilebilir. KNBY'de korunmada diğer etkin önlem kontrast maddenin miktarının en aza düşürülmesidir. Bikarbonat ve N-asetil-L-sisteyin kullanımının net faydası gösterilememiştir. Düşük- ve izo- molar kontrast madde kullanımının üstünlüğü de belirsizdir. Kontrastın neden olduğu (contrast- induced) akut böbrek hasarı (KNBH) veya "kontrast nefropatisi" (KN)'nin; önemli risk faktörleri: İleri yaş, kronik böbrek hastalığı (KBH), konjestif KY, diyabet ve verilen kontrastın volümü ile hastanın hidrasyon durumu (Tablo 8).

**Anaflaktoid reaksiyonlar:** Kontrast madde ile anaflaktoid reaksiyonların insidensi ≤ %1'dir, ciddi reaksiyonlar ise <%0.4 kadardır. Geçmiş hikayesinde anaflaktoid reaksiyon hikayesi bulunanlarda,

**TABLO 8.** Kontrast Nefropatisi: Tavsiyeler**Sınıf I:**

1. PKG öncesi KN riski değerlendirilmeli
2. Kontrast madde ile kateterizasyona gidenlerde hazırlayıcı yeterli hidrasyon almalı
3. Kronik Böbrek Disfonksiyonlu hastalarda (kreatinin klirensi <60 ml/dk), kontrast boya miktarı en aza indilmeli

**Sınıf II:**

1. KN'yi önlemek için N-asetil-L-sisteyin faydalı değildir.

proflaksi uygulanmadan tekrarlama sıklığı %16-44, öncesinde yeterli öntedavi verilende ise %0'a yakındır. İyodlu deniz ürünleri, kabuklular veya kontrast madde ile çapraz reaksiyonlara neden olmaz (Tablo 9). Bir tek deniz ürünü veya kabuklulara allerji hikayesine dayanan steroidler ile öntedavinin gösterilebilen bir faydası olmadan, sıfır- olmayan yan etkileri vardır (diyabetli hastalarda hiperglisemi). Anafaktoid reaksiyonun tekrarlama riskini azalttığı gösterilen tedavi rejimi: Girişimden 13,7 ve 1 saat önce iv. 50 mg Prednisolon (bir de, girişimden 1 saat önce 50 mg difenhidramin)

- *Pratik olarak:* girişimin öncesi gece 60 mg Prednisolon ve sabahında girişimden 1 saat önce 50 mg difenhidramin.
- **Kanama riski:** Periprosedürel kanama sonraki mortalitenin major risk faktörü olarak tanımlanmaktadır. Kanama direk olarak veya kanamaya bağlı antitrombotik tedavilerin kesilmesi ile meydana gelen (rebound etkisi ile) iskemik komplikasyonlar mortalitenin yükselmesine neden olabilir. Kanama aynı zamanda kötü prognoz ile ilişkili komorbidlerin de markeridir. Kanama hasta ile ilgili birçok faktörle ilişkilendirilmiştir; ileri yaş, düşük vücut- kitle indeksi, kronik böbrek hastalığı, anemi gibi; bunun yanında trombosit ve trombin inhibisyonunun derecesi, vasküler giriş yeri ve giriş kılıfının büyüklüğü.
- PKG öncesinde hasta kanama riski için değerlendirilmelidir. Giriş yeri komplikasyonlarını azaltmak için radyal arter girişinin kullanılması faydalı olabilir. Kanama komplikasyonları riskini en aza düşüren tedbirler: (a) Düşük kanama riski olan antikoagülan tedavilerin kullanılması (hepa-

**TABLO 9.** Anafaktoid reaksiyonlar tavsiyeler**Sınıf I:**

1. Geçmiş te kontrast maddeye karşı anafaktoid reaksiyon kanıtı bulunanlarda tekrar kontrast verilmeden önce, uygun şekilde steroid ve antihistamin profilaksisi

**Sınıf II:**

1. Deniz ürünleri ve kabuklu deniz hayvanlarına karşı geçmişte allerjik reaksiyon hikayesi bulunanlarda kontrast reaksiyonu için anafaktoid korunma faydalı değildir.

rinler yerine fondaparinux gibi), heparin dozunun vücut ağırlığına göre ayarlanması, (b) FOH, klinik uygulamada APTT, PKG sırasında ACT ile doze edilirken aşırı antikoagülasyonu önlemek için aktive edilmiş pıhtılaşma zamanının (APTT) kullanılması, (c) kronik böbrek hastalarında doz fazlalığını önlemek için (ebtifibatid, tirofiban, enoksaparin ve bivaluridin gibi) FOH dozu ayarlanmalı. (d) Mümkün olduğu süre radyal arter girişi kullanılmalı (aşağıdaki durumlarda): Özellikle koagülopatili hastalarda, INR yükselmiş Warfarin alanlarda, morbid durumlarda obezler ve (e) femoral arterler ile birlikte venin kanülasyonundan kaçınılmalıdır. (f) Vasküler kapatma cihazlarının kullanımının kanama komplikasyonlarının riskini azalttığı net olarak gösterilmiştir.

## ÖZEL KLİNİK DURUMLARDA PKG:

### AA/NSTEMİ:

Anjiyografi ve revaskülarizasyon AA/NSTEMİ'de ölüm ve Mİ riskini azaltmış, semptomlarda rahatlama sağlamış, prognozu düzeltmiştir. Medikal ve/veya invazif tedavi stratejilerinin seçiminde erken risk tabakalandırması esastır (iskemik olay için GRACE, TIMI ve kanama için CRUSADE gibi). Revaskülarizasyon indikasyonu hastanın klinik risk karakteristikleri ve koroner anatomisine bağlıdır (Tablo 10). Hastanın geliş zamanına göre invazif stratejilerin tanımı: (a) Çok erken, acilen; gelişin ilk saatlerinde (<2 saat). (b) Erken; gelişin ilk 24 saati içinde (12-72 saat). (c) Gecikmiş; gelişten 1-7 gün sonra (hastane çıkışına kadar).

- Erken revaskülarizasyon özellikle yüksek riskli hastalarda (GRACE >140) tekrarlayan iskemi ve Mİ'yi azaltmıştır. Gecikmiş yaklaşım ise düşük-riskli hastalarda (klinik seyri esas alınarak) faydalı olabilir.
- Çok erken, acil PKG ise hemodinamisi (kalp yetersizliği, hipotansiyon ve kardiyojenik şok) ve elektriki durumu stabil olmayan (VT) hastalarda indikedir (elektriki ve hemodinamik instabilite-de).

*EKG ile tanısı kesinleşen ST-segment yükselmesiz akut koroner sendrom hastalarına daha gelişte aspirin verilmeli ve bir an önce (10 dakika içinde) P2Y12 inhibitörü ASA'ya eklenmeli, hastane yatışı ile buna antitrombin ilave tedavi edilmeli ve PKG'ye gideceklerde bu tedaviler girişim öncesinde PKG'yi geciktirmeden veya kateterizasyon laboratuvarında masada hızla ve-rilmelidir.*

- Tercih edilen P2Y12 yüksek riskli PKG'ye gidecek NSTE-AKS'lerde Tikagrelor, alternatifler ise sırası ile Prasugrel ve Klopidoğredir.
- Antitrombin ise PKG ile ACT ile FOH veya Enoksaparin (PKG öncesi başlanan heparine işlem sırasında da devam edilmeli ve heparinler arasında geçiş olmamalı). PKG sırasında trombus yoğunluğuna göre GP-IIb/IIIa inhibitörü ile FOH kullanılacaklarda tek başına Bivaluridin tercih edilebilir. Kanama komplikasyonu heparinlere göre daha az olan Fondaparinux PKG sırasında FOH ile birlikte kullanılmalıdır.

**TABLO 10.** AA/NSTEMİ'de PKG indikasyonları**Sınıf I:**

1. AA/NSTEMİ'de Erken invazif strateji (revaskülarizasyon yapmak maksadı ile tanısal anjiyografi), refrakter angina veya hemodinamik veya elektriki instabilite, (ciddi komorbidleri veya bu girişime karşı kontraindikasyonu olmayan) hastalarda indikedir.
2. Erken invazif strateji (revaskülarizasyon yapmak maksadı ile tanısal anjiyografi), başta stabilize olmuş hastalarda klinik olayların riski yükselmiş olan, (ciddi komorbidleri veya bu girişime karşı kontraindikasyonu olmayan) hastalarda indikedir.
3. Akut koroner sendromlarda hastanın revaskülarizasyon anlamında ACBG veya PKG'ye seçimi genellikle AKS olmayan hastalardaki benzer düşüncelere dayanmaktadır.

**Sınıf II:**

1. Erken invazif strateji (revaskülarizasyona karar vermek maksadı ile koroneranjiyografi) yaygın komorbidleri (karaciğer veya pulmoner yetersizlik, kanser) bulunan aşağıdakilerde tavsiye edilmemektedir:
  - a. Revaskülarizasyon ve komorbidlerin riskleri revaskülarizasyonun faydası muhtemelen ağırlıkta.
  - b. Akut göğüs ağrısına rağmen AKS olasılığı düşük,
  - c. Revaskülarizasyona rıza, bulgular ne olursa olsun verilmeyebilir.

**ST-SEGMENT ELEVASYONLU Mİ:**

- a. *Primer PKG (PPKG)* için tavsiye edilen hızlı zaman kriterleri sağlandığında (Kapı- darlığın tel ile geçilmesi, -ilk balon şişirilmesi süresi) hastada reperfüzyonun başarısını artırdığından PPKG tercih edilen reperfüzyon stratejisi olmuştur. Buna göre faydası kritik gecikme süresine bağlı uygulanması gereken reperfüzyon stratejileri (Tablo 11, Tablo 12)'de özetlenmiştir.

Primer PKG tedavi gecikmesi kısa olduğundan, yüksek-volümlü merkezde, iyi donanımlı invazif kardioloji ekibi bulunduğu FLT'ye tercih edilmeli. FLT ile kıyaslandığında; akut STEMİ'de Primer PKG daha yüksek oranda infarkt arteri açıklığı, TIMI -3 akım ve daha düşük oranda tekrarlayan iskemi, reinfarktüs, acil tekrar revaskülarizasyon girişimi, intrakraniyal hemoraji ve ölüm meydana getirmiştir, daha erken hastanede çıkış ile günlük aktiviteye dönüş sağlamıştır. Yüksek riskli hastalarda mortalite faydası daha fazladır, uzun iskemik sürede ve düşük-volümlü merkezlerde bu kadar başarılı olamayabilir.

- b. *Fibrinolitik tedavi (FLT) sonrası:* Kurtarıcı PKG: FLT ile tedavi edilmiş fakat reperfüzyon (RP) yetersizliği şüphelenilenlerde, acil anjiyografiyi takiben PKG yüksek risklilerde prognozu düzeltmiştir. Yetersiz RP teşhisi (başarısız RP): FLT başladıktan 90 dakika sonra en yüksek ST elevasyonu görülen derivasyonda  $\leq 50$  ST segment rezolüsyonu görülmesidir. EKG'de anterior Mİ veya inferiyor Mİ ile sağV tutulumu veya prekordiyal ST segment depresyonu, bir de devam eden göğüs ağrısı, genellikle yükselmiş riski ve özellikle Mİ başlangıcının <12 saati içinde bulunanlarda kurtarıcı PKG'nin daha büyük fayda potansiyelini öngörmüştür. Tersine, semptomları geçen, ST elevasyonları düzelen, veya sadece 3 EKG derivasyonuna lokalize (ST elevasyonu) inferiyor Mİ'de ve de infarkt semptomları başladıktan sonra >12 saat geçenlerde faydası azalabilir.

**TABLO 11. STEMI'DE PKG (anjyografi ve PKG)****İNFARKT ARTERİNE PRİMER PKG:****Sınıf I:**

1. STEMI'nin başlamasından 12 saat içerisinde Primer PKG yapılmalıdır.
2. PKG kapasitesi- olan hastanede, STEMI ile bulunan hastalara İTT'den 90 dakika içinde primer PKG yapılmalıdır.
3. PKG kapasitesi- olmayan hastanede bulunan STEMI'li hastaya İTT'den 120 dakika içinde Primer PKG yapılmalıdır.
4. Ciddi KY veya KŞ gelişen ve revaskülarizasyona uygun STEMI'li hastalara bir an önce gecikmeden bağımsız olarak bir an önce Primer PKG yapılmalıdır.
5. <12 saat iskemik semptomlu STEMI'li hastaları <12 saat olan hastalarda, FLT kontrindike ise bir an önce Primer PKG yapılmalıdır.

**Sınıf IIa:**

- STEMI'de devam eden iskeminin klinik ve elektrokardiyografik kanıtlar bulunan hastada semptomlar başladıktan 12-24 saat sonra, primer PKG yapılması faydalı olabilir.

**Sınıf IIb:**

- Asemptomatik yüksek riskli ve semptom başlamasından 12-24 saat sonra bulunan STEMI'li hastalarda

**KARDİYOJENİK ŞOK:****Sınıf I:**

1. KŞ gelişen ve PKG'ye uygun aday AMİ hastalarında PKG tavsiye edilmektedir.
2. STEMI'den KŞ'li hastalarda, Farmakolojik destek tedavileri ile tedavi ile hızla stabilize edilemeyenlerde hemodinamik destek cihazları tavsiye edilmiştir.

**ELEKTİF PKG:****Sınıf IIa:**

1. Fibrinolitik yetersizliği veya infarkt arterinin reokluzyonunun klinik kanıtı bulunan STEMI hastalarda PKG makul olabilir.
2. FLT'den 3- 24 saat sonra, açık infarkt arterine PKG girişimi faydalı olabilir.
3. Noninvazif testte iskemi gösterilen STEMI hastalarda PKG faydalı olabilir.

**Sınıf III:**

1. STEMI'den >24 saat total olarak tıkalı infarkt arterine, 1- veya 2- damar hastalarında, hemodinamik ve elektriki olarak stabil hastalarda ciddi iskeminin kanıtı bulunmuyorsa PKG yapılmamalıdır

**TABLO 12.** ST-Elevasyonlu MI'de Koroner Anjiyografi İndikasyonları**Sınıf I:**

1. STEMI'li hastada, PKG'ye (veya ACBG) karar vermek maksadı ile acil koroner anjiyografi tavsiye edilir:
  - a. PKG'ye aday hastalar.
  - b. Revaskülarizasyona elverişli aday ağır KY ve KŞ hastaları.

**Sınıf IIa:**

1. STEMI'li hastalarda PKG'ye karar vermek maksadı ile acil koroner anjiyografi (koroner anjiyografi için transfer); orta büyük genişlikte risk altında miyokardiyum alanı, ve fibrinoliz yetersizliğinin kanıtları.
2. Koroner anjiyografi stratejisi; başarılı fibrinolizde lanjiyografi ve revaskülarizasyon lojistik olarak zaman aralığında bi an önce mümkün olduğunda (PKG'ye karar vermek maksadı ile), STEMI'li stabil hastalarda FLT başlandıktan 3-24 saat sonra mantıklı olabilir.

**Sınıf IIb:**

Koroner anjiyografi stratejisi, STEMI'li stabil hastalarda STEMI'nin ilk 24 saati içinde kardiyak kateterizasyona gitmeyenlerde, hastane çıkışında makul olabilir.

**Sınıf III:**

Koroner anjiyografi riskin revaskülarizasyonun riskleri faydasına göre ağırlıkta olduğu ve hastanın invazif bakım istemediği STEMI'li hastalarda tavsiye edilmemektedir.

- Başlangıçta FLT ile tedavi edilmiş ve başarılı RP'nin klinik bulguları bulunan stabil hastalarda; 24 saat içinde kalp kateterizasyonu ile erken invazif strateji reMI ve tekrarlayan iskemik olayları azaltmıştır. FLT verildikten sonra çok erken (<2, 3 saat) revaskülarizasyon (uygun lezyonun için) amacı ile yapılan kateterizasyon kanama riskini artırdığından, bu strateji yetersiz fibrinoliz ve anlamlı jeoparalize (tehlike altında) miyokard alanı bulunan (büyük ve bazal segmentleri kapsayan) hastalara saklanmalıdır ve bu hastalarda acil kateterizasyon ve revaskülarizasyon stratejisi uygundur (FLT'den sonra >3-24 saat sonra).
- Transfer edilen hastalarda; İlk tıpsal temas – cihaz, balon zamanı PKG- olanağı bulunan merkezde 90 dakikadan PKG-olanağı bulunmayan merkezde 120 dakikaya çıkarılabilir. Buna rağmen sistem, gecikme zamanının ≤90 dakikada tutulması için uğraşmaya devam edilmelidir. Bu kriterleri karşılayamayan hastanelerde primer RP stratejisi olarak FLT uygulamalıdır (tercihen fibrin spesifik, tPA, Tenekteplaz).
- Noninfarkt arterine primer PKG hasta kardiyojenik şokta olmadıkça kötü klinik sonuçlar ile ilişkili bulunmuştur; KŞ'de geniş miyokard alanını besleyen koroner arterdeki ciddi darlığa PKG hemodinamik stabiliteyi düzeltebilir. Noninfarkt artere daha sonra gecikmiş PKG, klinik olarak indike ise uygulanabilir (ağrısı ve hemodinamiği stabil edilemeyen, jeoparalize alanı geniş veya kritik).

- c. *Elektif PKG*: FLT yetersizliğinde PKG'nin potansiyel faydası gösterilmiştir. FLT ile tedavi edilmiş, başarılı RP'nin klinik kanıtları bulunan stabil hastalarda, ilk 24 saat içinde uygulanan kalp kate-terizasyonu ile erken invazif strateji reMI ve tekrarlayan iskemik olayları azaltmıştır. STEMI'de <24 saat sonra, açık infarkt arterinde hemodinamik olarak anlamlı darlığa uygulanan PKG geç prognozu düzeltmiştir. Tıkalı infarkt arterine, miyokardiyal iskeminin kanıtları olmayan hastalar-da MI'den 1-28 gün sonra PKG, SV fonksiyonunu korumada ve sonraki kardiyovasküler olayları önlemede optimal medikal tedavinin (aspirin, beta bloker, ACEİ ve statin) ötesinde fayda sağla-mamıştır.

## FARMAKOLOJİK TEDAVİ:

### Prosedürel sedasyon:

Bilinci açık sedasyon; baskılanmış bilinç ile sözlü sorulara cevap verebilen orta derece sedasyon veya minimal sedasyon; anksiolizis terk edilmiştir.

Girişimden önce hastada zor intübasyonun öngörenleri veya geçmişte güç intübasyon hikayesi değerlendirilmelidir. Hastada sedasyonun düzeyi ve etkileri birisi tarafından gözlenmelidir. Bilinç dü-zeyi, solunum hızı, kan basıncı, ve pals (parmak ucu) oksimetri ile oksijen satürasyonu izlenmelidir. Tedarik edilebilen donanıma; yüksek-akım oksijen kaynağı, aspire etme, havayoluna girişim, aletleri, resüsitasyon ilaçları ve kullanılmış olan ilaç için uygun geri çeviren ilaçlar dahil edilmelidir. Serbest-akımlı İV yol hazırlanmalıdır. Önceden var olan hipoksi olmasa bile oksijen desteği emniyet payı sağladığından genellikle verilir.

Sedasyon için kullanılan ajanlar en iyi gittikçe artan dozlarda verilmeli, böylece zirve etkisinin değerlendirilmesi ve gelişmesi için zaman sağlanır.

### Antitrombosit tedavi:

*Antitrombosit tedaviler PKG'ye giden hastalarda girişimin etkinliğini artıran, faydasını korunması-nı sağlayan "olmazsa olmaz" ilaçlardır. Aspirin bu tedavinin belkemiği olup COX-1 inhibisyonu ile trombosit aktivasyonunu önler, artmış sürtünme kuvvetinin aktive ettiği ADP reseptörlerini bloke eden Klopidoğrel, Prasugrel ve Tikagrelor gibi P2Y12 inhibitörleri aspirin ile birlikte kullanılmalıdır. Daha hızlı ve güçlü antitrombosit etkisi bulunan Tikagrelor (NSTE-AKS) ve Prasugrel (STEMİ) PKG'ye giden akut koroner sendrom hastalarında kullanılacak seçilmiş ilaçlardır.*

Aspirin PKG'den sonra iskemik komplikasyonların sıklığını azaltmıştır. PKG'de kullanılan en dü-şük etkili Aspirin dozu belirlenememiştir, aspirin 325 mg PKG'den önce en az 2 saatte ve tercihen 24 saat verilmesi tavsiye edilmiştir, sonra da 81 mg aspirin ömür boyu devam edilir.

Klopidoğrel'in PKG sırasında veya öncesinde birçok yükleme dozu araştırılmıştır; Klopidoğrel ile 600 mg veya 900 mg yükleme dozu ile 300 mg göre daha fazla trombosit inhibisyonu ile daha düşük cevap veren daha az sayıda hasta saptanmıştır. 300 mg doza göre 600 mg klopidoğrel ile major kar-diyak olay azalmış, major kanama artmamıştır. PKG'ye giden STEMI hastalarda 600 mg klopidoğrel 300 mg göre düzelmiş anjiyografik sonuçlar ve 1 yıllık prognoz ile ilişkili bulunmuştur, 900 mg'ye yükselmiş yükleme dozunun 600 mg'ye göre faydası olmamıştır. Klopidoğrel günde 75 mg balon anji-yoplastiden veya ilaçsız-stentlemeden sonra 4 hafta, kanama riski yükselmişse minimum en az 2 hafta verilmeli, ilaçlı stent implantasyonundan sonra en az 12 ay kullanılmalıdır (Tablo 13).

Prasugrel ve Tikagrelor gibi yeni ADP inhibitörleri ile PKG'ye giden AKS hastalarında daha fazla fayda sağlanmıştır, mortalite ve özellikle stent trombozu Klopidoğrel'e göre anlamlı azalmıştır; buna

**TABLO 13.** Oral Antitrombosit Tedavi Tavsiyeleri**Sınıf I:**

1. Halen Aspirin tedavisi alan hastalara PKG'den önce 81-325 mg verilmelidir.
2. PKG'den önce Enterik-olmayan Aspirin 325 mg verilmelidir.
3. PKG sonrası, Aspirin ömür boyu devam edilmelidir.
4. PKG ile stentlemeye giden hastalara, yükleme dozunda Y2P12 reseptör inhibitörü verilmelidir.

**Seçenekler ve yükleme dozları:**

- a) *Klopidogrel*: AKS ve AKS-olmayan hastalarda 600 mg.
  - b) *Prasugrel*: AKS hastalarına 60 mg.
  - c) *Ticagrelor*: AKS hastalarına 180 mg.
5. FLT'den sonra PKG'ye giden hastalara, Klopidogrel'in yükleme dozu FLT verildikten sonra ilk 24 saat içinde 300 mg ve 24 saatten sonra 600 mg verilmelidir.
  6. Özellikle ilaç-salan stent yerleştirilmeden önce İkili Antitrombosit tedavi (İATT)'nin gereği ve riskleri için hastaya fikir verilmelidir, ve hasta isteksizse veya İSTT için tavsiye edilen süreye uyamıyorsa alternatif tedavileri gerçekleştirmeye gayret edilmelidir.
  7. Stent implantasyonundan sonra P2Y12 inhibitörü tedavisinin süresi:
    - a) AKS için PKG sırasında stent (ilaçlı veya Metal stent) takılan hastalara, P2Y12 inhibitörü en az 12 ay verilmelidir.  
Klopidogrel 75 mg günde; Prasugrel 10 mg günde; Ticagrelor 90 mg günde iki defa.
    - b) AKS-olmayan indikasyonlarla ilaç-salan stent takılan hastalara, Klopidogrel yüksek kanama riski olmayanlara günde 75 mg en az 12 ay verilmelidir.
    - c) AKS olmayan indikasyonla Metal stent takılan hastalara, Klopidogrel en az 1 ay, hastanın kanama riski yükselmemişse ideal olarak 12 aya kadar verilmelidir.

**Sınıf IIa:**

1. PKG sonrası günde 81 mg tercihen daha yüksek idame dozlarda Aspirin kullanımı faydalı olabilir.
2. Stent implantasyonundan sonra, kanamadan morbidite riski P2Y12 inhibitörü tedavi için tavsiye edilen süre ile kazanılacağı tahmin edilen faydaya göre ağırlıkta ise, P2Y12 tedavisinin erken kesilmesi (<12 ay) düşünülebilir.

**Sınıf III:**

Prasugrel'inme veya geçici iskemik atağın geçmiş hikayesi bulunanlarda, verilmemelidir.



karşılık özellikle Prasugrel ile fatal major kanama riski artmıştır, Tikagrelor ile ACBG'ye girmeyenlerde kanamalar artmıştır.

### Antikoagulan tedavi:

Antikoagulan tedavi arteriyel hasar yerinde, kılavuz tel üstünde ve PKG için kullanılan kateterde trombus oluşumu önler (Tablo 14). Kılavuzun yazım komitesinin fikir birliğine vardığı görüş: Anti-koagulan tedavilerin bazı şekillerinin PKG sırasında parenteral doz rejimleri (Tablo 15) PKG öncesinde antikoagulan tedavi alınıp alınmamasına göre özetlenmiştir.

® Parenteral Antikoagulan tedavi özellikle PKG'ye giden akut koroner sendrom hastalarında (AKS) antitrombotik tedavinin bütünleyicisidir. Aspirin ikili antitrombotik (İATT) tedaviye bir an önce eklenmelidir. PKG sırasında sürdürülmeli ve operatörün tercihinə göre işlem sonunda kesilmelidir, PKG'ye giden AKS'lerde ise hastane döneminde devam edilmelidir.

**TABLO 14.** PKG sırasında antikoagulan tedavi: PKG sırasında parenteral antikoagulan kullanımı tavsiyeleri

#### Sınıf I:

1. PKG'ye giden hastalara antikoagulan tedavi verilmelidir.

#### FOH:

##### Sınıf I:

PKG'ye giden hastalarda İV. FOH verilmesi faydalıdır.

#### ENOKSAPARİN:

##### Sınıf I:

- İkinden az tedavi edici dozda subkutan enoksaparin (1 mg/kg) alan ve son subkutan doz PKG'den 8-12 saat önce verilmişse; PKG sırasında ek olarak 0.3 mg/kg İV Enoksaparin verilmelidir.

##### Sınıf III:

FOH, halen tedavi edici Enoksaparin almakta olanlara verilmemelidir.

#### BİVALURİN VE ARGATROBAN:

##### Sınıf I:

- (1) PKG'ye giden hastalarda önceden FOH ile tedavi olsun olmasın Bivaluridin antikoagulan olarak faydalıdır.
- (2) Heparinin neden olduğu trombositopenili hastalar için; bivaluridin veya argatrobanın FOH ile değiştirilmesi tavsiye edilmiştir.

#### FONDAPARİNÜX:

##### Sınıf I:

PKG'yi desteklemek için tek başına antikoagulan olarak kullanılmamalıdır. Kateter trombozu riskinden ek olarak anti-II-a aktiviteli antikoagulan verilmelidir.

**TABLO 15.** PKG sırasında uygulanan parenteral antikoagülanların dozu

| İlaç                | Öncesinde Antikoagülan Tedavi Almış                                                                                                                                                                                                                                                        | Öncesinde Antikoagülan tedavi almamış hasta:                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>FOH</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>İ V GPI planlanmışsa: Gerekirse ACT'yi 200-250s sağlamak için ilave FOH (2,00-5,000 U).</li> <li>İ V GPI planlanmıyor: İlave FOH ACT'yi 250-350s HemoTec için; Hemochron için 300-350s sağlamak için gerekiyorsa yapılır (2,000-5,000U).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>İ V GPI planlanmış: ACT'yi 200- 250s sağlamak için 50-70 U/kg bolus</li> <li>İ V GPI planlanmamış: Hedef ACT'yi Hemotec için 250-350s; 300-350s Hemochron için sağlamak için 70-100 U/kg bolus</li> </ul> |
| <b>Enoksaparin</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Öncesinde ENOX ile öntedavi; son subkutan doz 8-12 saat daha erken verilmişse veya sadece 1 subkutan doz verilmişse, 0.3 mg/kg İV doz ENOX verilir.</li> <li>Son subkutan doz geçmiş 8 saat içinde verilmişse ilave yapılmamalıdır.</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.5-0.75 mg/kg İV bolus</li> </ul>                                                                                                                                                                        |
| <b>Bivaluridin</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>FOH alan hastalarda, 30 dakika bekle, sonra 0.75 mg İV bolus ver, 1.75 mg/kg /saat İV infüzyon.</li> </ul>                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>0.75 mg/kg İV bolus, 1.75 mg/kg/ saat İV infüzyon.</li> </ul>                                                                                                                                             |
| <b>Fondaparinux</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Öncesinde Fondaparinux ile öntedavi alanlarda, anti-IIa aktivitesi değerlendirilerek ilave İV tedavi, İV GPI alını alınmadığı hesaba katılmalı</li> </ul>                                                                                           | Bilgi yok.                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Argatroban</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>200 mcg/kg İV bolus, sonra 15 mcg/ kg/dk İV infüzyon</li> </ul>                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>350 mcg/kg bolus, sonra 15 mcg/ kg/dk İV infüzyon.</li> </ul>                                                                                                                                             |

Kısalt: ENOX–Enoksoparin; FOH-Fraksiyone olmayan heparin.  
 İV.GPI–Glikoprotein inhibitörü (GP-IIb/IIIa inhibitörü).

## YERİNDE KALP CERRAHİSİ OLMAYAN HASTANEDE, PRİMER PKG VE ACİL AORTO-KORONER BYPASS CERRAHİ GEREKLİLİĞİ:

### Aşağıdaki Hastalarda Girişimden Kaçınılmalı:

- İnfarkt ile ilgili lezyonun proksimalinde sol ana koroner arterde  $>50\%$  darlıkta; özellikle tehlike altındaki bölge rölatif olarak küçük ve tüm SV fonksiyonu bozulmamış.
- Başlangıçtaki tanısız anjiyografide TIMI 3 akım ile PKG yetersizliği için riski yüksek, uzun, kalsifik veya ciddi şekilde açılı hedef lezyonlarda.
- İnfarkt arterinden başka diğer lezyonlarda (hemodinamik olarak anstabil veya devam eden semptomlu hastalarda akımı kısıtladığı görünmedikçe).
- Koroner Bypass cerrahisi gereken, stentleme için uygun olmayan sol ana koroner veya 3- damar hastalarında, TIMI 3 akımlı lezyonlarda.
- Tehlike altında sadece orta miktarda miyokard bölgesi bulunan daha distal yan dal sorumlu lezyonlarında, girişim ile kötüleşebilen daha proksimal hastalıkta.

### Koroner Bypass Cerrahisine Acilen Transfer edilen Hastalar ile aşağıdaki durumların bulunması:

- Tıkalı damarın başarılı veya başarısız PKG sonrası klinik veya hemodinamik anstabilite ile yüksek dereceli sol ana koroner arter veya 3-damar hastalığında, tercihen İABP desteği ile
- Yetersiz veya anstabil PKG sonucu ve devam eden iskemi, transfer sırasında İABP desteği ile.

## YERİNDE KALP CERRAHİSİ DESTEĞİ OLMAYAN HASTANEDE DENEYİMLİ OPERATÖR İLE ACİL OLMAYAN PKG İÇİN HASTA VE LEZYON SEÇİMİ VE DESTEK STRATEJİSİ:

**Hasta riski:** Okluzyonlu olguda girişimin sebep olduğu beklenen klinik risk.

**Yüksek hasta riski:** Aşağıdakilerden herhangi biri bulunan hasta:

- Aktif iskemi bulgusu, yeni CVA, ilerlemiş malinite, bilinen pıhtılaşma bozukluğu bulunmayan dekompanse konjestif kalp yetersizliği (Killip Sınıf 3).
- SVEF  $<25\%$
- Sol ana koroner arter ( $\geq 50\%$ ) veya 3-damar hastalığı önceki bypass cerrahisi ile korumasız (tüm major epikardiyal koroner arterlerin proksimal segmentinde  $>70\%$  darlık)
- Tek hedef lezyonun bulunduğu koroner arterin kanlandığı, tehlike altındaki bölge; kalan canlı miyokardiyumun  $>50\%$ 'si.

**Lezyon riski:** Girişimin akut damar okluzyonuna sebep olabilme olasılığı.

**Artmış lezyon riski:** Aşağıdaki karakteristiklerden herhangi biri bulunan açık damarda lezyonlar:

- Diffüz hastalık ( $>2$  cm uzunluğunda) ve proksimal segmentlerde aşırı tortuözite
- Darlık veya proksimal segmentlerin orta dereceden fazla kalsifikasyonu.
- Aşırı derecede açılı segmentin ( $>90^\circ$ ) lokalizasyonu.
- Major yan dalların korunamaması kırılabilir lezyonlar ile dejenere olmuş yaşlı ven greftleri.
- Damarda veya lezyon yerinde büyük trombus varolan.
- Operatörün kararında, başarılı stent konuşlanmasına engel olan diğer özellikler.

### Spesifik Anatomik Durumlarda PKG:

**Kronik Total Okluzyonlar:** KAH'dan şüphelenilen hastaların koroner anjiyografiye gidenlerin yaklaşık 1/3'de  $\geq 1$  kronik total okluzyon (CTO; chronic total occlusion) bulunmuştur (okluzyonun süresi  $> 3$  ay olarak tanımlanmıştır). Kollaterallerin bulunmasına rağmen, PKG'ye gidenlerin sadece %8-15'de CTO hastaların büyük bölümünde iskemi ortaya çıkarılmıştır.

- Teknik olarak, CTO'nun başarılı revaskülarizasyonu yıllar geçtikçe artmıştır (Tablo-A); özel teller, yeni teknikler ve artmış operatör deneyimi ile Başarılı CTO rekanalizasyonuna gidenlerde ilaçlı-stent kullanımı POBA ve ilaçsız-stentlere göre hedef-damarın revaskülarizasyon ihtiyacını anlamlı azaltmıştır.

**Safen Ven Greftler (SVG):** SVG'nin PKG'sinin olay oranı nativ arterin PKG'si ile kıyaslandığında iki katıdır. Embolik korunma cihazları (EPD; embolic protection device) ile distal balon okluzyonu 30 günde toplanmış sonuçları (ölüm, Mİ, acil ACBG veya hedef lezyonun revaskülarizasyonu) azaltmıştır. Proksimal okluzyon ve distal filtre ile EPD benzer fayda göstermiştir. SVG okluzyonuna PTKA'nın başarı oranı düşük, komplikasyon oranı yüksektir. İlaçsız-stentlere göre restenoz ve hedef damarın revaskülarizasyon oranı ilaçlı-stentlere göre daha düşüktür; mortalite ve stent trombozu oranları benzerdir. Distal SVG anastomotik darlıklarının balon anjiyoplastisinin restenoz oranı düşüktür. Rutin İV GP-IIb/IIIa inhibitörü kullanımı faydalı değildir. FLT kullanılmamaktadır, fakat manuel veya reolitik aspirasyon ile trombektomi bazen uygulanabilir (Tablo 16).

**Bifürkasyon Lezyonları:** Seçilmemiş hastaların koroner bifürkasyona PKG uygulananların %8-80'de yan dal okluzyonu veya ciddi darlık meydana gelir. Yan-dalın okluzyonu kompleks bifürkasyon morfolojisi ile ilgilidir; uzun ve/veya ciddi yan-dal ostiyal darlıkları, yan-dal ostiyumunda plak yoğunluğu, ve/veya olumsuz yan-dal açılması. PKG sonrası yan-dal okluzyonu Q-dalgalı ve Q-dalgasız Mİ ile ilişkilendirilmiştir. PKG sonrasında yan-dalda akımın korunması önemlidir.

**TABLO 16.** Spesifik anatomik durumlarda PKG

#### BİFÜRKASYON LEZYONLARI:

- Yan dal büyük olmadığında ve ostiyumda hafif veya orta derecede fokal hastalık bulunduğunda; şartlı yan-dal stentlemesi ilk yaklaşım olmalıdır (Sınıf I).
- Kompleks bifürkasyon morfolojili hastalarda okluzyon riski yüksek ve yan-dala başarılı olarak yeniden giriş olasılığı düşük olduğunda; elektif çift stentleme faydalı olabilir (Sınıf IIa).

#### AORTO-OSTİYAL DARLIKLAR:

- Anjiyografik olarak belirlenmeyen sol ana koroner arterin KAH'ı değerlendirmek için İVUS faydalı olabilir (Sınıf IIa).
- Aorto-ostiyal darlıkta PKG indike olduğunda; ilaçlı-stent kullanılması faydalı olabilir (Sınıf IIa).

#### KALSİFİK LEZYONLAR:

- Balon kateter ile geçilemeyen veya stent implantasyonundan sonra yeterli dilate edilemeyen fibrotik veya yoğun kalsifik lezyonlarda aterektomi faydalı olabilir (Sınıf IIa).

#### SAFEN VEN GREFT:

- Embolik korunma cihazı SVG PKG'si sırasında teknik olarak uygunsa kullanılmalıdır (Sınıf I).
- SVG PKG'si sırasında ilave tedavi olarak İV GP-IIb/IIIa inhibitörü faydalı değildir (Sınıf III).
- Kronik SVG okluzyonunda PKG tavsiye edilmemelidir (Sınıf III).

- 2 bifürkasyon PKG stratejisi: İsteğe bağlı stentleme (Ana damarın stentlenmesi ile sonuç tatmin edici değilse yan-dala ek olarak balon anjiyoplasti ve stentleme) ve ana damar ve yan-dalın elektif çift stentlenmesi. Ana dalın isteğe bağlı stentlenmesinden yan dalda sonuç tatmin edici olmadığında, yan dalda tek başına balon anjiyoplasti sonucu düzeltir ve yan-dalın stentlenmesi gerekmez. Bazı uzmanların görüşüne göre yan-dala sadece balon kullanımı ana dalın stentinin biçimini bozabilir; dolayısı ile bu durum her zaman “*kissing balon şişirilmesi*” gerektirir. Klinik kanıtlar *elektif çift* stentlemeden sonra *kissing balon* şişirmeyi desteklemektedir (Tablo 16).

**Aorto-Ostiyal Darlıklar:** Nativ koroner arterlerin (sol ana koroner arter, sağ koroner arter) ostiyal darlıkların en sık sebebi aterosklerozdur, fakat konjenital malformasyonlar ile, radyasyona maruz kalmak, vaskülitler ve aort kapak replasmanında da meydana gelebilir. Ostiyal darlığın anjiyografik teşhisi özellikle ostiyal sol ana koroner arterde, her zaman basit ve kolaydır. Eksantriklik ve açılanma yanlışlıkla darlık olarak tanımlanabilir. Aorto-ostiyal hastalık IVUS ile incelenebilir; FFR da (adenozin ile) kullanılabilir. Aorto-ostiyal darlığın balon anjiyoplasti ile tedavisi düşük prosedürel başarı, daha sık hastane içi komplikasyonları ve yüksek geç restenoz olasılığı ile ilişkilendirilmiştir. Bununla birlikte aterektomi cihazları (iki-yönlü aterektomi, rotasyonel aterektomi ve ekzaymer Lazer anjiyoplasti) akut anjiyografik sonuçları iyileştirmiştir, restenoz ise kısıtlama olarak kalmıştır. Aorto-ostiyal darlıklar PKG’ye gittiğinde ilaçlı-stent kullanımının ilaçsız-stente göre restenozu azalttığı gösterilmiştir (Tablo 16).

**Kalsifik Lezyonlar:** Koroner kalsifikasyon bulunması anlamlı KAH’ın ve yükselmiş uzun-dönem mortalitenin markeridir. Kalsifiye koroner lezyonlar homojen bir varlık değildir, ve kalsifikasyonun ciddiyetine göre PKG sonuçları değişiktir. Ağır kalsifik lezyonlar balon anjiyoplastiye kötü cevap verirler ve bu lezyonlara stent implante edildiğinde olguların büyük bölümünde inkomplet ve asimetrik stent ekspansiyonu meydana gelir. Az açılan stente çare olarak agresif yüksek-basınçlı balon dilatasyon koroner arter rüptürü ile sonuçlanabilir. Randomize-olmayan çalışma sonuçlarına göre; kalsifiye lezyonlarda değişik ilave cihazlar ile kolaylaştırılmış- PKG’de sadece rotasyonel aterektominin potansiyel kullanımı bulunmaktadır, ağır kalsifik lezyonlarda rotasyonel aterektomi başarı şansını artırır, yalnız kalan cihaz olarak kullanılır restenozu açmamıştır. İlaçlı-stentler ile ilaçsız-stentlere göre orta-dönem açıklık daha iyidir.

## **2.1.B. PERKUTAN KORONER GİRİŞİMLERDE**

### **KULLANILAN DONANIMLAR**

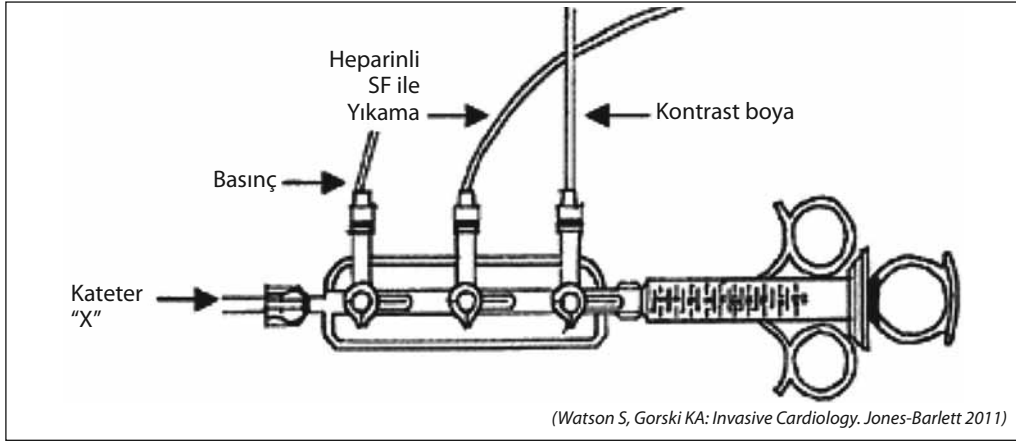
Doç. Dr. Vedat Koca, Doç. Dr. Refik Erdim, Prof. Dr. Rasim Enar

#### **Balon Anjiyoplasti:**

**POBA İşlemi:** Arteriyel giriş yeri olarak çoğunlukla operatörün tecrübe ve tercihinine göre radyal, brakial ve femoral arterler seçilebilir. Anjiyoplasti için Radyal yaklaşım daha güvenli olmakla beraber bu yolla 7-8F kılavuz-kateter ile kullanılan iri cihazların (aterektomi gibi) kullanımı kısıtlanabilir (Bakınız Bölüm 2.1A).

Damara giriş yerinin standart ponksiyonu ve arteriyel kılıf yerleştirilmesi, Manifold sisteminin bağlantılarının (Basınç izleme, - kontrast boya ve -heparinli SF ile) yapılıp hazırlanması ve İnflatörün kontrast boya ve SF ile yarıyariya doldurulup kontrol edilmesi. Anjiyoplasti işleminin *olmazsa olmaz* ön hazırlıklarıdır.

- 1) Giriş yeri hazırlandıktan sonra arteriyel giriş kılıfı içinden sırası ile; uzun elastik J-uçlu 0,035-38 inç uzun Kılavuz-Tel sokularak çıkan aortaya yerleştirilir; sonra da KT'nin üzerine yerleştirilen Kılavuz- Kateter (KK) ilerletilerek, çıkan aortaya yukarı doğru floroskopi altında getirilir, KK aort kapak yaprakcıklarının üzerine ulaşıncaya, KT içinden çıkartılır; ve kateterin ucu iki-yönlü üç-musluklu Manifold sistemine bağlanır (Şekil 26).
- 2) Manifoldun distal bağlantı ucundan SF akarken ve kateterin proksimal uç deliğinden dışarıya pulsatile arteriyel kan gelirken iki uç bağlanır ve KK'nin ucu henüz koroner ostiyumlardan uzakta çıkan aortada iken Manifold aracılığı ile heparinli-SF ile yıkanır, böylece kateterin içinde kalan hava kabarcıkları ve kan pıhtısı temizlenir; ve sonra da hemen Manifold basınç izlemesine alınır (Bakınız, Albüm).
- 3) Basınç alındıktan sonra Manifolda bağlı şırınga kontrast madde ile doldurulur ve ucu aort kemerinde olan KK görölerek (ucundan kontrastın hafifçe püskürtüldüğü izlenir) kontrast boya ile doldurulur ve tekrar basınca alındıktan sonra, floroskopi altında tekniğine uygun olarak (basınç kontrolü ve ucundan az miktarda kısa kontrast madde enjeksiyonları ile) işlemin yapılacağı hedef-damarın ostiyumuna girilir.
- 4) Daha sonra, 6F (hatta 5F) Kılavuz-Kateter içine sokulan 0,014 inç KT ile lumende akımı kısıtlayan darlık yapan hedef lezyon geçilir ve telin ucu hedef koroner arterin distaline yerleştirilir (telin ucu kırılmış, düğümlenmiş olmamalı).
- 5) Bundan sonra, (-baştan sona floroskopi altında-) Balon-kateter KT üzerinden ilerletilir hedef -damara sokulur ve sorumlu lezyonun (darlığın) içine yerleştirilen balon tekniğine uygun olarak şişirilerek dilatasyon işlemi yapılır. Şişirme sırasında balonun üzerindeki lezyon çentiğinin kaybolup, kaybolmadığı floroskopide izlenmelidir. Çentik kaybolmuşsa, KT yerinde bırakılarak balon söndürülüp KK'nin içine çekilir ve kontrast boya enjeksiyonu ile koroner akım ve darlık kabaca kontrol edilir.



**ŞEKİL 26.** Manifold sistemi ve bağlantıları ile şırınga. Balon anjiyoplasti işlemi öncesi manifold sistemi bir kablo aracılığı ile arteriyel kılıftan sokularak koroner arterin ostiyumuna yerleştirilmiş kılavuz kateterin dışındaki ucna bağlanan "Y-konnektörün yan koluna" bağlanır ("X"). Böylece kılavuz kateterden arteriyel basıncı ve intrakoroner kontrast boya ve diğer ilede verilebilir.

## BALON KATETERLER

Balon kateterin üç bölümü vardır; shaft (gövde), lumeni ve balonu (Şekil 27).

### Şaft (Gövde; balonun sapı, aksı):

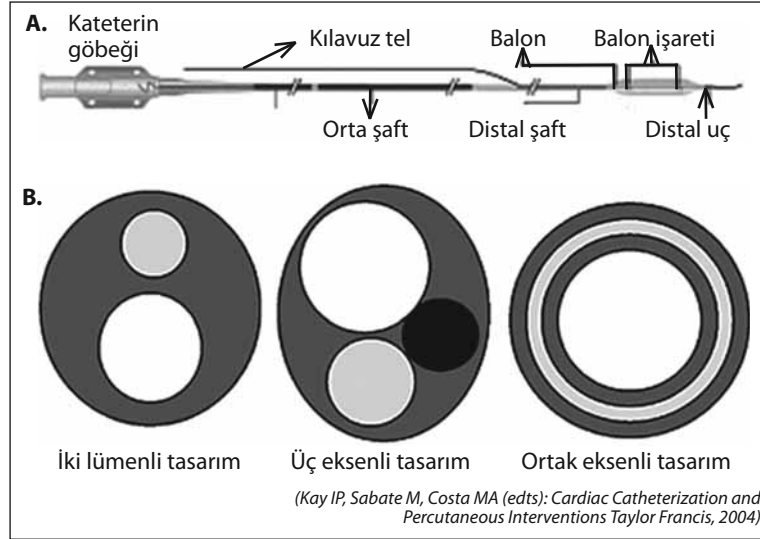
Balon ve kateterin gövdesi arasındaki bölgedir. Şaftın büyüklüğü kateterin performansını etkiler. Daha iri shaft, daha fazla itilebilirlik ve şişme/sönme zamanı sağlar. Küçük shaftın fleksibilite, görünürlük ve lezyonu geçebilirliği daha iyi olabilir, fakat itilebilirliği ve telin hareketliliği bozulabilir.

İki tip shaft sağlanabilir; hipotüp ve içi-tel (corewire). Hipotüp küçük profil ve itilebilirliği arasındaki denge anlamında diğerine üstündür. İçi- tel shaft ise fleksibilite anlamında daha üstündür.

### Lumen

Balon-kateterler başlangıçta çift-lumenli ve üç-lumenli tasarımlar kullanılmıştır (Şekil 27). Günümüzde, tüp içinde tüp koaksiyel (eşeksenli) shaft en popüler tiptir. En içerdeki boşluk kılavuz telin girmesi içindir. Dıştaki boşluk ise balonu şişirme/söndürme lumenidir.

- **Distal uç**, balon teknolojisinin en önemli elementidir. Distal uç genellikle uca doğru git-tikçe sivrilir, bu özelliği balonun lezyonu daha az travmatik geçmesini ve yerine gelmesini (lezyonun içine girip-çıkma) sağlar. Distal ucun profili kateterin lezyonu geçmek için ne kadar itileceğini belirler.
- **Kaplama (coating)**, kateterin lezyonu geçme kabiliyetinin en iyi belirleyicisidir. Kılavuz telin kateterin lumeninde daha iyi hareket etmesi için kateterin iç lumeni de kaplanmış.



**ŞEKİL 27. A.** (Üstte Hızlı-değiştirebilen Monorail) Balon kateterin yapısı.

**B.** (Altta) Balon şaftlarının yapısı. İki lümenli (bilumen) ve üç lümenli (triple lümen) dizaynların daha yüksek profilleri bulunur. Ortak-eksenli tip günümüz standartıdır (Şaft = Gövde).

Hidrofilik kaplamanın lezyonu geçebilirliği daha iyidir. Kaygan özelliğinden dolayı stent içi restenozda bu tip balon şişirildiğinde lezyondan kolayca *kayabileceğinden* bu lezyonlarda kullanımı uygun değildir.

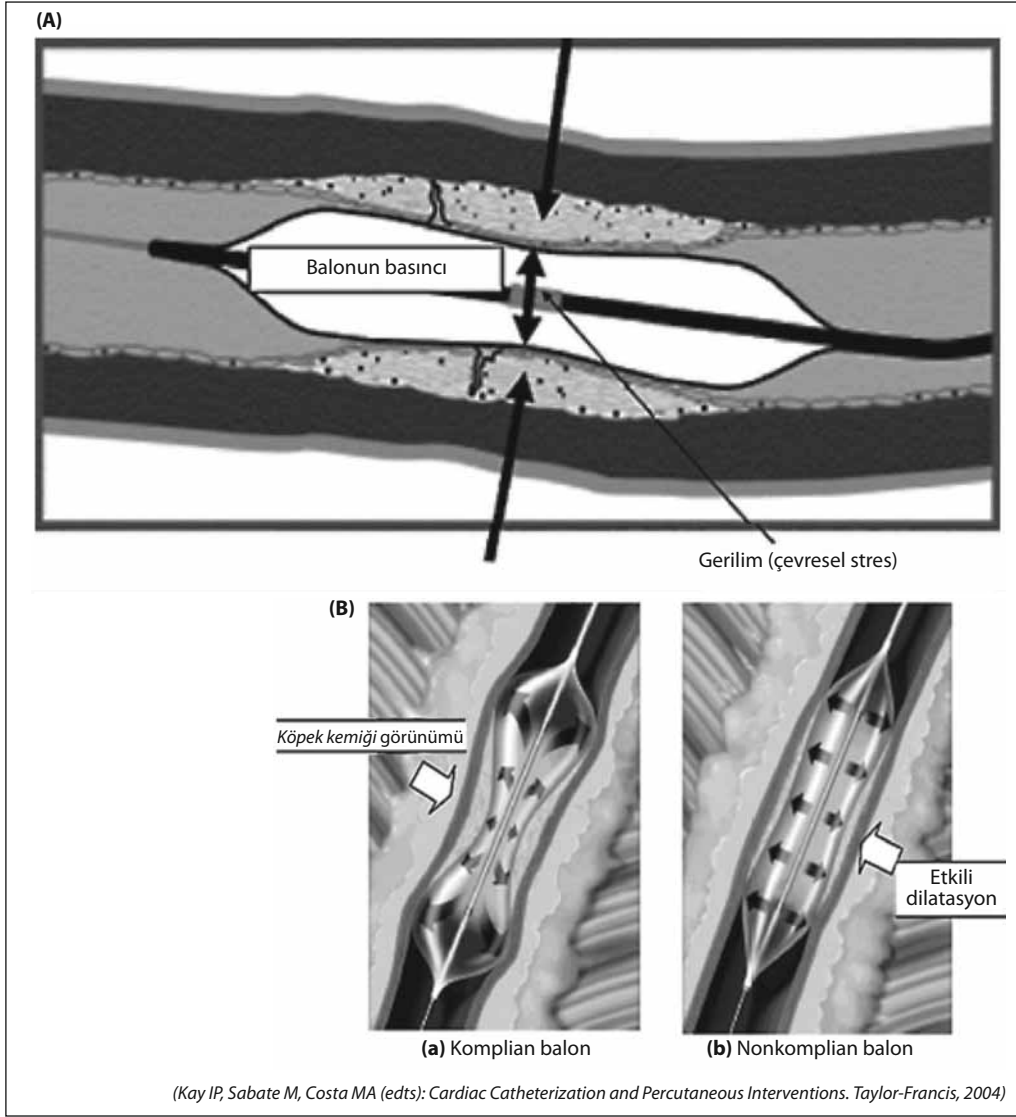
#### Balon:

- Balonun kompliyansını etkileyen, elastikiyeti farklı materyallerden yapılmıştır; poliyo-lefin polimer, polietilen, naylon, polietilen terefilat gibi. Damarı dilate eden kuvvet balonun şişirilmesi ile içeride oluşan basınç ile (hidrostatik kuvvet) meydana gelmektedir. Balonun büyüklüğü ve kompliyansı başarılı dilatasyonun major belirleyicileridir. Daha büyük balon düşük basınçta şişirildiğinde daha fazla konstriksiyon ve daha büyük dilate eden kuvvetleri oluşur.
- Kompliyant olmayan balon, dilate eden kuvveti en yüksek dereceye çıkarır ve lezyonun daha sert segmentine yoğunlaştırır (Şekil 28).

#### Balon kateterlerin tipleri:

Balonların birçok tipi vardır (Şekil 27 ve Şekil 29); tel- üzerinde (over- the-wire), tek- ray (monorail), telin- üstünde (on- the-wire).





**ŞEKİL 28.** Fig. 8-6. Balon dilatasyonun mekanizmaları. (A) Dilate eden kuvvetin komponentleri balonun vektör kuvveti ve basıncıdır. (B) Komplian ve komplian olmayan balonun farkları: (a) Komplian balon kenarlarda daha fazla büyümeye eğilimlidir, lezyonun obstrüktif segmentinde ise daha az genişler ("köpek kemiği" gibi). (b) komplian olmayan balon ise kontrolsüz radyal ve uzunlamasına büyüme olmadan lezyona öngörülebilir miktarda basınç verir. Komplian balonun büyüklüğü balonun basıncı artırıldıkça artar; daha büyük çap (ör: 6 atm ile 2.5 mm olan balon çapı 12 atm ile 3.00 mm olabilir).

### 1. Tel-üzerinde (over- the-wire) sistem:

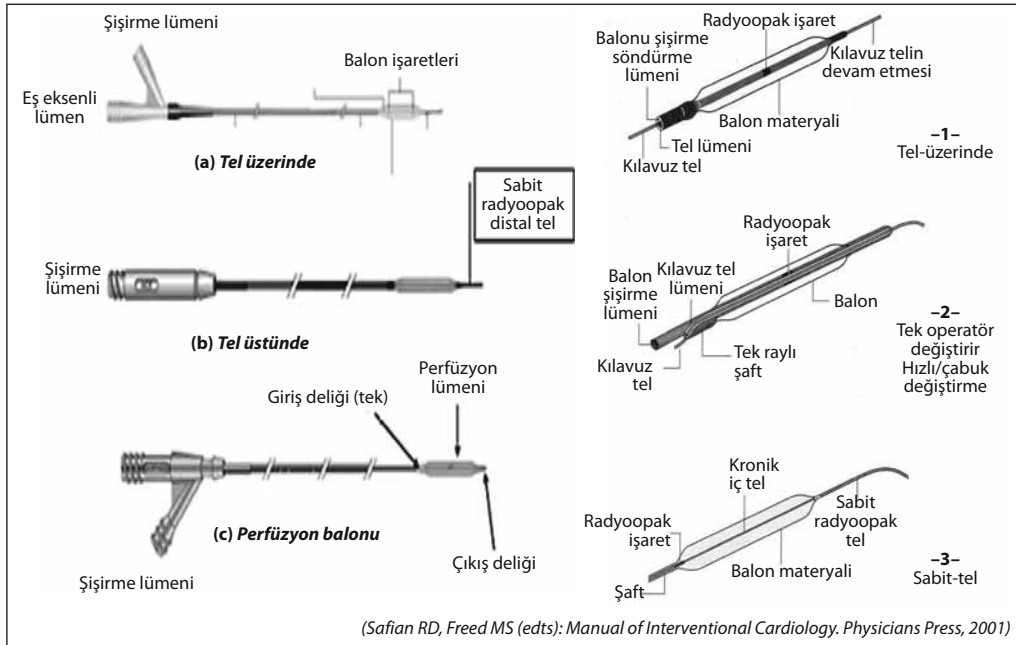
Tel üzerinde balon-kateteri kullanmak için iki operatör gerekir. Bu sistemde kılavuz-tel ve balon-kateter birbirinden bağımsız hareket eder. Kateterin lumeni boylu boyunca kılavuz-telin (lumenin içinden kılavuz-tel boydan boya geçirilir) üzerindedir. Operatör balon- kateteri tekniğine hedef, lezyondan geçirilen kılavuz-telin lezyonun distalindeki pozisyonu korunarak, balon-kateter 300 cm uzunluğunda olan ve fazladan “değiştirme uzunluğu” bulunan telinin üzerine yerleştirerek ilerletir. Bu sistemin dezavantajı işlem sırasında floroskopi gerektiğinden, radyasyona maruz kalma artmıştır (*daha ziyade balonun itilebilirliği daha iyidir*).

### 2. Tek-ray (Monorail) sistem:

Tek-ray kateterde, balon- kateterin sadece distal 15-25 cm’si kılavuz-telin üzerindedir, kılavuz-tel kateterin lumenini boydan-boya geçmez. Bu sistem ile işlem zamanı daha kısadır, balon-kateteri değiştirmek için ek cihaz gerekmez, tek operatör ve kısa floroskopi süresi avantajları bulunur. Günümüzde tek-ray sistemi en popüler sistemdir.

### 3. Telin-üstünde (on- the-wire) sistem:

Bu sistem sıklıkla sabittir ve Kılavuz- tel balonun üzerinde bağımsız hareket ettirilemez, kılavuz- telin değiştirilmesine izin vermez, sistemin avantajı profilinin çok düşük olmasıdır.



ŞEKİL 29. Balon dilatasyon kateterlerinin tasarımı (şaft = gövde).

Dezavantajları; ilk kullanılan kateter başarısız olduğunda yerine birbaşka balon- kateter kullanılmak istendiğinde lezyon tekrar geçilmeli ve telin ucu zarar gördüğünde tüm sistemin çıkarılması gerekir.

#### 4. **Perfüzyon balonu:**

Bu kateter hem telin üzerinde, hem de tek-ray olarak tasarlanmıştır. Balona doğru perfüzyon deliği ve balonun proksimaline distaline yerleştirilmiş yan delikleri olan balon-kateterdir. Balon şişirildiğinde; perfüzyon yan deliklerden kanın proksimal delikler kan akımını içinden geçirek kateterinlumenine girmesini sağlar ve böylece koroner akımı engelleyen lezyonun içinde şişirilmiş balonun içerisindeki akım (balonun proksimalindeki yan-delikten giren ve balonun distalindeki delikten çıkan), kateterin balonun distalindeki deliklerinden lezyonun distaline geçer. Uzun süre balon şişirildiğinde, bu sistem ile sağlanan distal kan akımına bağlı göğüs ağrısı olmaz. Bu tip balon yalnız özel durumlarda kullanılır; stent ile kaplanamayan koroner perforasyon ve hedef-lezyon ve damarın ani kapanışlarında.

#### **KILAVUZ KATETERLER:**

*Kılavuz kateter:* Sırası ile koroner yaralanmayı önlemek ve yeterli destek sağlamak amacı ile, koroner ostiyuma eşeksenli (koaksiyal) pozisyonda yerleştirilmelidir.

- *Olağan lezyonlarda kılavuz-kateter olarak Judkins kateterler seçilir. Kompleks lezyonlarda da standart tip bu kateterler koroner arterin içine derine sokularak kullanılabilir.*
- *Total okluzyonlar ve tortüöz lezyonlar gibi kompleks lezyonların tedavisinde ilave destek sağlayan Amplatz gibi (Voda gibi) diğer kateterler de yararlıdır (-sadece lezyondaki zorluklar değil, lezyon öncesi segmentin tortiositesi gibi nedenlerle de balon ve stentin koroner içerisinde ilerletilemediği her durumlarda ekstra destek sağlayan kateterler gereklidir).*
- *Basit, yalın Balon anjiyoplastide genellikle güçlü destek sağlayan kılavuz-kateter gerekmez. Bununla birlikte, diseksiyonlu lezyonlarda, aniden kapanışta ve suboptimal sonuçlarda sıklıkla 'bailout' (kurtarma için) stentleme de gerektiğinden, bu durumlarda daha güçlü destek sağlayan kılavuz-kateterler faydalı olabilir.*
- ***Pratik ipuçları:** Burada dikkat edilmesi gereken nokta: işlem sırasında oluşan bu komplikasyonda; KK değiştirilirken lezyondan önceden geçirilen kılavuz telin yerinde bırakılmasıdır; KT'nin KK ile birlikte çıkarılması durumunda kılavuz tel tekrardan lezyondan geçirilemeyebilir. Doğru yaklaşım: Yukarıdaki komplikasyonlar geliştiğinde aynı KK ve KT ile çalışılarak lezyondan geçilebilir; daha düşük profilli yeni balon ve/veya lezyon geçebilirliği daha ince profilli veya daha kısa stentler kullanılabilir ya da taşıyıcılığı daha fazla daha sert ve kalın ikinci bir kılavuz tel (Budy wire) gönderilebilir.*
- *PKG sırasında KT'nin yerinden kaçması morbidite mortaliteyi artıran en önemli işlem başarısızlığıdır, dolayısı ile işlem boyunca kılavuz tel mutlak yerinde kalmalıdır, yeterli destek için bunun üzerinden diğer girişimler yapılmalıdır.*

Optimal kılavuz kateter (KK), operatöre PKG'de kullanılacak cihazın (balonlu- kateter, stent monte edilmiş balon gibi) özellikle ostiyumdan, tortüöz arteriyel segmentten ve sıkı lezyonlardan geçmesi ve ilerlemesi için daha stabil bir ortam sağlar. Kılavuz asendan aortanın büyüklüğü, girilecek koroner ostiyumun lokalizasyonu ve hedef koroner arterdeki lezyonun proksimalindeki segmentinin tortuözite ve kalsifikasyonunun derecesine göre seçilir.

- KK ostiyal segmente girince yumuşak ucu ostiyal segment ile eş eksenli aynı hizada ve atravmatik yerleşmelidir (Şekil 30A).
- KKler tanı amaçlı kullanılan kateterlere kıyasla gövdeleri daha sert, iç çapı daha geniş ve ucu daha açılı (köşeli); 110°'a karşı 90° derecedir. Bu ayırteci özelliklerinden dolayı ideal KK öne doğru itildiğinde ucu yerinden çıkmaz, olduğu gibi kalır.

#### Kılavuz kateter tipleri (tasarımlar):

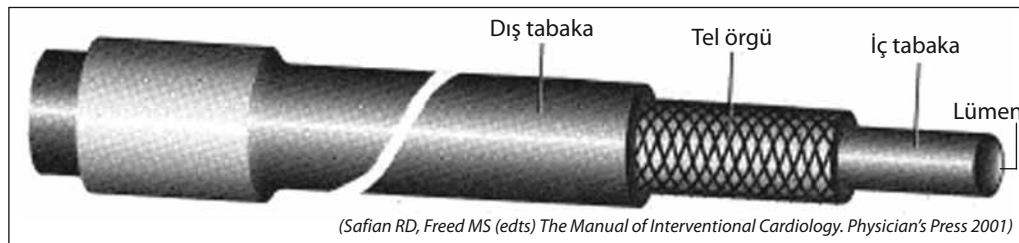
En sık kullanılan KK'ler Judkins, Amplatz ve fazla –desteklilerdir (Şekil 30B). Çeşitli durumlarda kullanılan diğer tip KK'ler, örneğin: sağ koroner arter bypass greft veya yüksekte çıkan sol ana koroner arter için *Multipurpose - kateteri* ve yukardan seyreden greft ve sağ ve sol koroner İMA (internal mammary arter) bypass greft için *LİMA-kateteri*.

Kılavuz kateterler ile sağlanan destek pasif veya aktif olarak ele alınır:

- Pasif destek:* Kateter tasarımının doğasının verdiği güçlü destek ile karşı aort duvarının zıt yönünde (distal eğriliği duvara yaslanarak) sağlanan destek ve imal edildiği materyalin sertliğinden gelmektedir, genellikle pasif destek için ek olarak manipulasyon gerekmez.
- Aktif destek:* Tipik olarak KK'yi aort köküne uyan şekle sokan operatörün manipulasyonu veya yumuşak ucunun koroner arter içine direk olarak selektif girmesi ile derin yerleşmesi sonucunda sağlanır.

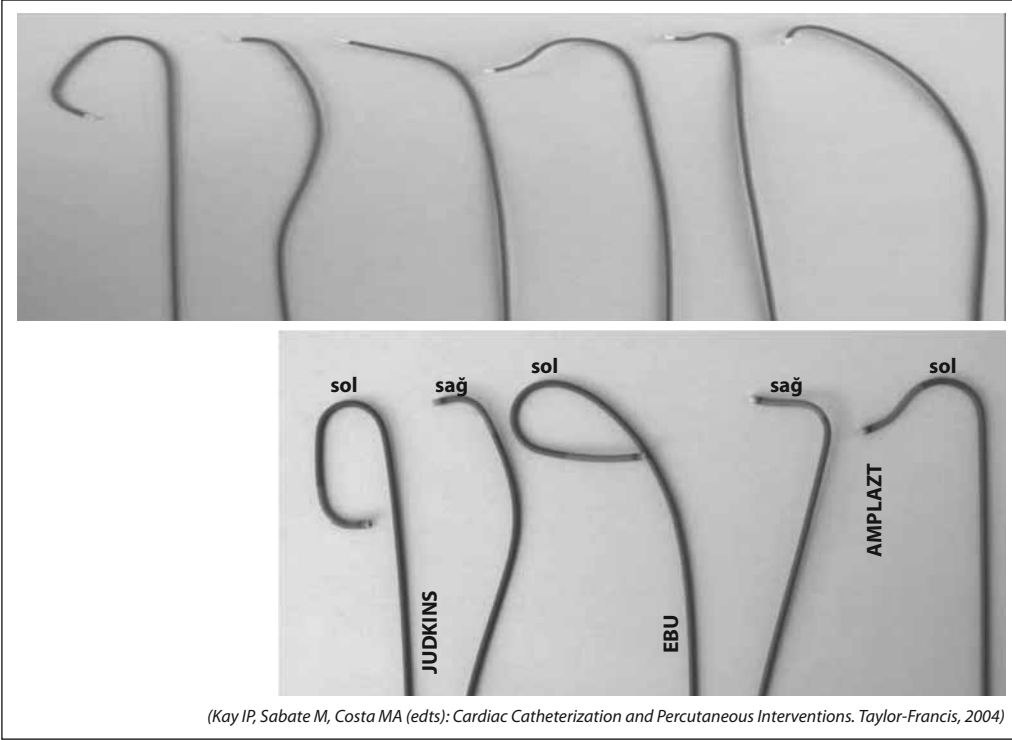
**Judkins Kılavuz kateteri:** Sol Judkins (JL) KK koroner anjiyografi için tasarlanmıştır. Aort anatomisine uyan primer (90 derece), sekonder (180 derece) ve tersiyer (35 derece) distal bölümünün eğrilikleri ile fazla manipulasyona gerek kalmadan sol ana koroner arter ostiyumuna girer.

Ucundaki 90 derece kıvrımdan dolayı ostiyum ile mükemmel eş eksenli dizilme yapamayabilir. Birçok olguda sekonder eğriliği karşı aort duvarında veya koroner sinüse iyi oturttulamaz ve PKG sırasında girişimsel cihazları ilerletmek için yeterli destek sağlayamazsa bile bu KK'ler ile koroner anjiyografi yapılabilir.



(Safian RD, Freed MS (eds) The Manual of Interventional Cardiology. Physician's Press 2001)

**ŞEKİL 30A.** Kılavuz kateterin yapısı.



**ŞEKİL 30B. (Üstte):**- Kateterler: 5Fr Tanı amaçlı koroner kateterlerin şekli. (soldan- sağa) Judkins sol ve sağ; Multipurpose; Amplatz sol ve sağ; internal mammary kateter.

**(Altta): - Koroner kılavuz kateterler:** Sıklıkla kullanılan 6Fr şekiller; (soldan-sağa) Judkins sol, sağ; EBU sol; Amplatz sağ ve sol (Fr: French size = 1/3 mm).

**Amplatz Kılavuz kateteri:** Sol Amplatz sekonder eğriliği ile nonkoroner posteriyor aortik kaska karşı dayanacak şekilde tasarlanmıştır. Sağ Amplatzda ise sekonder eğrilik sol aortik kaska dayanır. Bu KK'ler PKG'de kullanılacak cihazın ilerlemesi için sabit ortam sağlar.

- En iyi kullanıldığı olgular kısa sol ana koroner arter ile aşağıya doğru giden sol sirkümler arter (LCx) veya üstten çıkan RCA'dır.
- Bununla birlikte, ucu hafifçe aşağıyı gösterdiğinden disseksiyona neden olan ostiyal yaralanma tehlikesi yüksektir.

**Multipurpose Kılavuz kateterler:** Bu KK'nin ucu çok az bir kıvrım ile düzdür.

- Bu KK iyi girebildiği yüksek çıkan sol ana koroner arter veya aşağı doğru giden RCA hariç nativ koroner arterin PKG'sinde rutin kullanılmamaktadır.

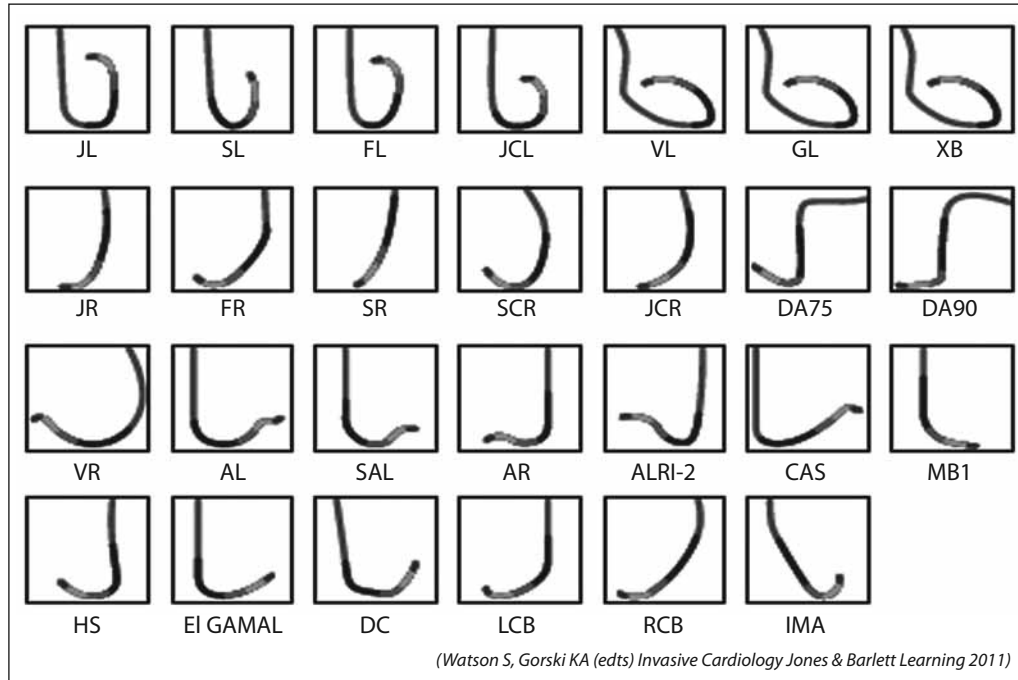
**Fazla- destekli Kılavuz kateter (Extra- Back-up):** Bu KK'ler çeşitlidir (Voda veya XB, EB, C veya Q veya eğri kılavuzlar). Uzun uçlu ortak tasarım şekilleri ile bu KK'ler sol ana koroner

arter ve proksimal ostiyal RCA aksı ile oldukça düz bir çizgi (eş eksen) meydana getirirler (Şekil 31). Bu özellikleri ile kılavuzdan ostiyal proksimal koroner segmente çok lokal sürtünme ile daha iyi geçiş açısı sağlarlar. Bunların aort duvarının karşı bölgesine dayanan tasarlanmış sekonder uzun eğriliği de vardır, böylece kateterin ucu koroner arterden kolay kaçamaz.

### KILAVUZ TELLER

**Kılavuz tel:** Yönetilebilen (steerable) kılavuz telin gelişimi, girişimsel kardiyojide devrim niteliğinde çözümlerden birisidir. Cihaz teknolojisindeki major gelişme tel üzerinde sistem'dir (*over-the-wire*); bu sistem kılavuz-telin balon-kateterden bağımsız hareket etmesini sağlar. Tel üzerinde sistem kullandığında, balon kateterden destek de alınabilir. Günümüzde hızlı değiştirilebilen sistem (*monorail*), tel üzerindeki sisteme göre daha popüler hale gelmiştir. Bu sonraki sistem, kateterin tek operatör tarafından değiştirilmesini sağlar (yukarıda bahsedildiği gibi).

Kılavuz telin teknolojisindeki ilerleme ile balon kateter desteği olmadan koronerin güç gidilebilen yerlerine ulaşabilirlik daha kolay olmuştur.



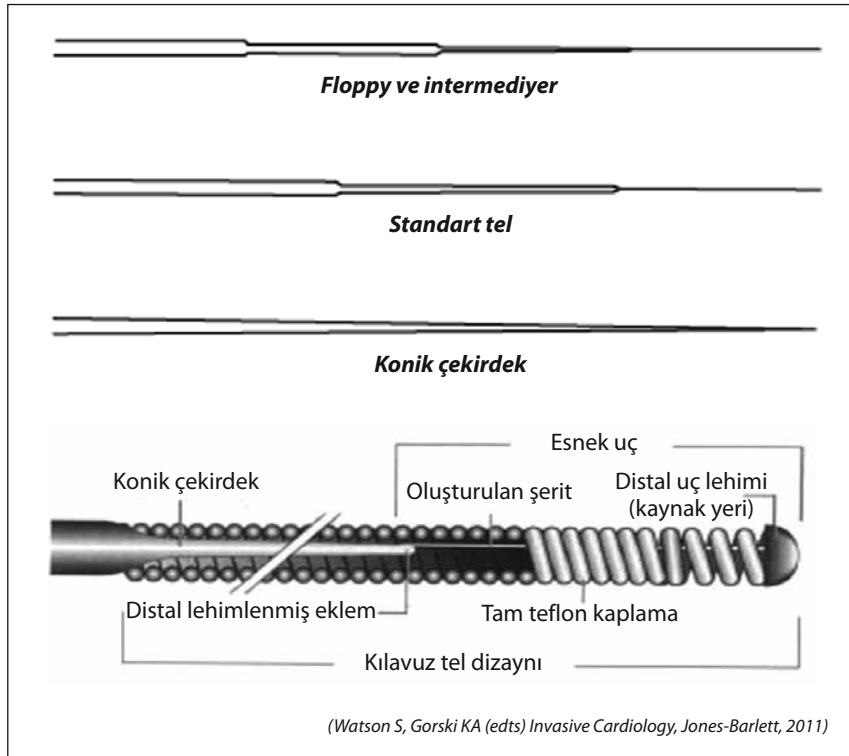
(Watson S, Gorski KA (eds) Invasive Cardiology Jones & Barlett Learning 2011)

**ŞEKİL 31.** Sık kullanılan kılavuz kateter şekilleri.

- Kılavuz tel, hedef- koroner artere sokulduktan sonra hedef koroner arterin seçilen önceki anjiyografi görüntüsü ekranda takip edilerek ve yavaşça döndürülürken tel ilerletilir.
- İki kola ayrılmış, çatallı lezyonlar (bifurkasyon) için, bazen her dal için bir, toplam iki kılavuz tel kullanılması gerekir (aşağıda POBA indikasyonlarında bahsedilmiştir). Koroner artere veya hedef lezyona üzerine stent monte edilmiş balonlu kateterin yerleştirilmesi veya girişinin güç olduğu olgularda aynı koroner arterde yeterli destek sağlamak amacı ikinci kılavuz tel yerleştirilmesi gerekebilir (“*Buddywire*” tekniği; birader tel tekniği).

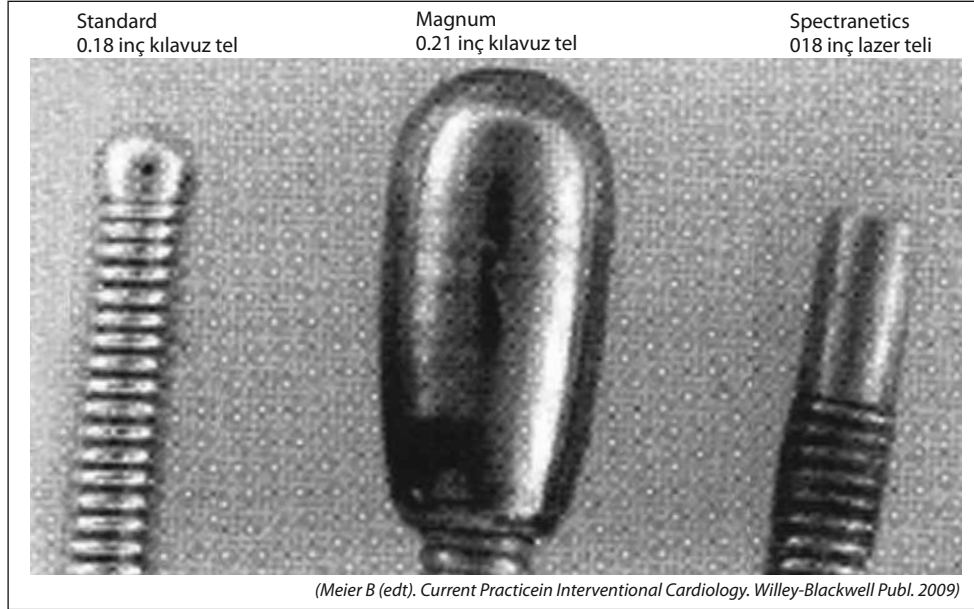
**Yapısal özellikleri:** Kılavuz tel (KT)’nin iki ana komponenti vardır. (1) Paslanmaz çelik veya nitinol merkezi gövde, (2) Platinyum veya Tungstenden yapılmış distal bükülgen yaylanabilen yaydan şekillendirilmiş distal uç (Şekil 33). Nitinol merkezli telin dolanmasına dirençlidir, buna karşı paslanmaz çelikten olanlar dolanmaya daha hassastır.

Olağan KT ucu bükülgen 0,014 inç çapında ağırlığı hafif bir teldir, daha kalın (0,016-0,018 inç) veya daha sert KT, tortuöz koroner arter segmenti düzleştirmek ve PKG’de kullanılacak cihazın taşınması için KT ile desteklenmesi gerekiyorsa kullanılmaktadır (Şekil 32).



(Watson S, Gorski KA (eds) *Invasive Cardiology*, Jones-Barlett, 2011)

**ŞEKİL 33.** Kılavuz telin çekirdek (gövde) yapısı.



**ŞEKİL 32.** Kılavuz tel uçları: Standart rekanalizasyon teli, magnum-meier ve Lazer teli (soldan-sağa).

- Genel olarak, bükülgen tel paslanmazdır. Sertliği tele dışarıdan daha fazla tork (*torque*; buru) kontrolü sağlar. Ancak, KT sert olduğundan eğri segmenti düzleştirebilir, bunun sonucunda damar çapını değiştirerek kırışıklık veya psödolezyonlara sebep olabilir.
- Bükülgen ucunda psödolezyonu geçen kontrast kaldığında, telin sert bölümünün çıkarılması, daha bükülgen tel veya bükülgen geçiş kateteri ile değiştirilir veya tel tamamen dışarı çekilir, bu psödo lezyon kaybolabilir.

Sert KT'nin diğer dezavantajları; koroner spazm oluşturma eğiliminden dolayı stentlerin taşınma güçlüğüdür; hatta damarın dolanması ile akımın obstrüksiyonu ve keskin geçişe bağlı stent eğilip bükülebilir. KT'nin sertlik veya bükülgenliği telin intrinsek tasarımı ve yapısını oluşturan materyalin muhtevassındandır. Distal ucuna kadar uzanan çekirdeği (merkezi) torkun iletimine fazla destek sağlasa da, serttir (Şekil 33).

- Nitinol nüve akut arter açılanmasında telin geçebilirliği dahil üzerindeki cihazın taşınabilirliğini de artırır. Nitinol çelik tel çekirdekli KT'e göre arkaya doğru bükülmüş sirkümfleks çıkışına daha iyi girebilir.
- Bazı KT'ler, düz ve sert olduğunda "peynir keser" gibi hareket edebilir ve damarın eğriliği, kavisini içinden kesebilir. Bu durumlarda KT değiştirilmeli ve bu tip lezyonlarda aterektomi kullanımı da engellenmelidir.



**PKG'de KT'nin kullanım tekniği:**

Tel yavaşca ilerletilmeli ve yavaşca darlığın içinden geçirilmelidir. Eğilip, büküldüğünde tel geri çekilmeli ve tekrar yönlendirilmelidir. Plağı parçalayabileceğinden lümenle kuvvetle itilmemeli, sonunda akut okluzyona giden trombus oluşumuna sebep olabilir.

- KT'nin saat yönünde ve saatin aksi yönünde 180 derece döndürülmesi ilerlemesine yardımcı edebilir, istenmeyen küçük damarlara girmesi önlenir.
- Tel hiçbir zaman 360 derece döndürülmemeli, kendi üzerinde dolanmasına veya küçük dal içinde yakalanmışsa kırılmasına sebep olabilir.
- Her olguda telin ucu mümkün olduğunca distale yerleştirilmelidir, böylece telin gerideki sert bölümü hedef lezyonu geçmiş olur ve üzerindeki diğer PKG'de kullanılan cihazların lezyona kolayca ulaşması sağlanır.
- Yan dala giriş arzulandığında, telin ucundaki eğriliğin yarı çapı yan dalın çıktığı ana (LAD, LCX, RCA gibi) koroner arterin proksimal çapına uyum göstermelidir. Geçmek için iki farklı açılı segment bulunuyorsa, telin ucunun işlem öncesi dışarda çift bükülmesi faydalı olabilir.

**1. KT'yi selektif olarak hedef koroner artere yerleştirmek:**

**LAD:** LAD'nin tipik olarak hafif tortuözitesi vardır; bu nedenle, bükülgen uç ve daha sert gövdesi arasındaki telin geçiş noktası genellikle büyük sorun oluşturmaz.

**Sol sirkümfleks artere (LCx):** LCx'e girişim için, telin sol ana koroner arteri geçip, LCx'in içine dönmesi, sonra da öne doğru hareket edip lezyonu geçmesi gerekir.

- Bazan, LCx'e girebilmesi için daha geniş eğrilik ve obtuz marginalin içine geçmek için daha küçük eğrilik gerekir. Telin gövdeden yaylı uca geçişinin aşamalı olması tercih edilir. Telin LAD'nin içine devamlı düşüşü engellenmelidir.

**Sağ koroner artere (RCA):** RCA rölatif olarak normal çıkan RCA'da, KT'nin yan dallara girmesini önlemek için önce iyi yönetilebilen geleneksel (standart) yumuşak tel seçilir.

- RCA önden çıktığında, KT bazen KK'nin yerleşmesine yardım edebilir, bu durumda geçiş noktasından düşmesini ve KK'nin yerinden çıkmasını önlemek için uç geçişi düzeltilmiş KT seçilebilir (inter mediyer gibi).

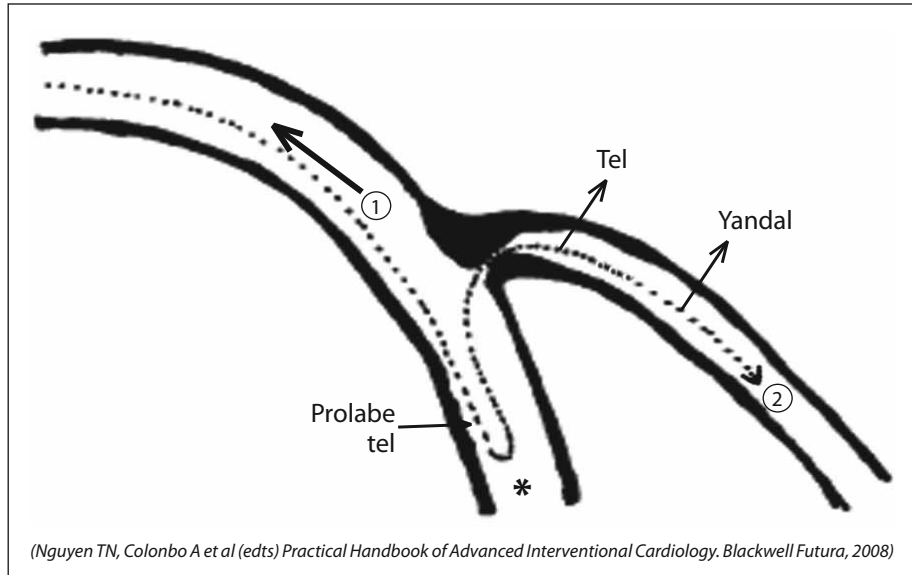
**2. Kılavuz teli ilerletmek:**

Proksimal LAD'ye uslüne uygun girmede, en iyi görüş (projeksiyon) sol anteriyoroblik (LAO) kaudal (örümcek görünüşü)'dür. KT LAD'den uzakta olduğunda görüş açısı sağ anteriyoroblik (SağAO) kraniyal görüşe değiştirilir, böylece KT mid ve sonra da distal LAD'ye ilerletilir.

- Şayet LAD'ye LAO kraniyal pozisyonda girilmişse, telin ucu hastanın sağını gösterir ve ilerletilir. Şayet LAD'ye RAO kraniyal pozisyonda girilmiş ve telin ucu aşağıyı işaret ediyorsa, KT büyük olasılıkla LCx'e girer.
- Şayet tel SV kontraksiyonu ile sağa sola her tarafa hareket ediyorsa diyagonaller gibi ramus intermediyusa girmiş olabilir.

**Teknik ipuçları:**

- **Torkun kontrolü:** Koroner arterde birçok eğrilikten geçtikten sonra, teli yönetmek güçleşir, balon-kateter telin ucunun yanına kadar ilerletilirse tel desteği, torkun kontrolü ve yönetilebilirliği artar. Diğer bir seçenek ise daha sert, düz ve dolanmaya dirençli hidrofilik teller kullanmasıdır. Bu teller kolayca ve kazara subintimaya girip ilerleyebilir veya distal perforasyona sebep olabilir.
- **Telin düşmesi:** Tel, usulüne uygun şekilde artere girip bir eğriliğe yönelince (sol ana koroner arterden LCx'e, girmek isterken, istemeden LAD'ye düşebilir; floppy KT ile (uç bölümü yumuşak ve sarkık), girilmesi planlanmayan arterin (LAD gibi) içine düşmüş olarak kalması devam edebilir. Bu telin kısa ucu ile ana gövdesi arasındaki geçiş anidir; hedef-damarın distaline daha rahat ilerlemek için gövdesi gittikçe incelen bir KT ile değiştirilmesi gerekebilir; böylece telin ucu distale daha derine kadar ilerletilebilir ve tel stabilize edilir ve açılı lezyonlarda telin sert gövdesi girilmesi istenmeyen bölgeye (LAD) düşmeden kolayca daha rahat geçer (Şekil 34). KT'nin yumuşak uçlu bölümü koroner arterdeki akut köşelenmeden geçinceye kadar tel ilerletilirken dışarıdaki proksimal ucu yavaşça bükülür (dönme enerjisi teli distale ilerletir).



**ŞEKİL 34.** İlerlemesi için telin çekilmesi. Açılı tortuöz dala girmesi için tel sokulur ve manipüle edilir. Ucu nu daha öteye ilerletmek ve dalın içine ucunun daha derine düşmesi için (2-noktalı ok) koroner arterin proksimaline doğru tel geriye çekilir (1-kırmızı ok) böylece yan dal çıkışı sonrası ana koroner arter lümenine sarkmış (\*) tel düzleşir ve açılır, yan daldaki ucu böylece daha iyi yönetilebilir.

**Özetle Kılavuz tel:**

1. Hedef-lezyonun geçilmesi ve ucunun hedef-damarın en distaline kıvrılmadan yerleştirilmesi önemlidir; böylece PKG için kullanılacak balon-kateter ve diğer cihazlara maksimum destek sağlayarak onların hedef-lezyona uygun şekilde ulaşması sağlanır.
2. KT hedef koroner arterde lezyonu geçmek için ilerletilirken zorlanmamalıdır ve kendi etrafında döndürerek ve ileri- geri hareket ettirerek hafifçe itilmelidir.
3. Hedef lezyondaki girişim tamamlandıktan ve beklenip (yaklaşık 20 dakika) kontrolü yapıldıktan sonra işlemin bitirilmesine karar verildikten sonra KK ile birlikte çıkarılmalıdır.

## **2.1.C. PERKUTAN KORONER GİRİŞİM:**

### **İŞLEM VE TEKNİK İPUÇLARI**

**Doç. Dr. Vedat Koca, Prof. Dr. Rasim Enar**

Perkutan koroner girişim (PKG), cerrahiye başvurmada, perkutan yolla miyokardiyal perfüzyonu mekanik olarak düzelten çeşitli prosedürlere denmektedir. En sık kullanılan PKG lumen içinde balon şişirilerek arteri genişleten transluminal balon anjiyoplasti (POBA) günümüzde çoğunlukla intrakoronar stent implantasyonu ile birlikte.

### **PERKUTAN DÜZ BALON ANJİYOPLASTİ (POBA)**

Önceleri, perkutan koroner anjiyoplasti (PTKA), kliniği stabil, SV fonksiyonu iyi ve koroner cerrahiye aday olan semptomlu hastalar ile sınırlandırılmıştır. Bu dönemde lezyon indikasyonu da kısıtlıydı; PTKA için genellikle tek damar hastası, proksimal, diskret, kon-santrik, kalsifiye-olmayan, tıkaçıcı-olmayan, köşeli- olmayan ve major yan-dalları içine almayan hedef-lezyon darlıkları tercih edilmekteydi. Ancak son 20 yılda, 1990'lardan sonra yeni girişim cihazlarına karşı ilginin artması ile girişim indikasyonları da genişletilmiştir. Adı Kısaltılan “Balon Anjiyoplasti”, eski düz, tek başına balon anjiyoplastinin (Plain Baloon Angioplasty-POBA) aslında takma adıdır. Günümüzde de bu prosedür halen girişimsel *are-nanın* önemli temel komponentidir.

Günümüzde AMİ ve anstabil angina gibi akut koroner sendromlar veya kötü SV fonksiyonu bulunan hastalar ve özellikle yaşlılar perkutan koroner girişim (PKG) ile tedavi edilmektedir. Bununla birlikte, çok-damar, sol ana koroner arter hastalığı, bypass greftler ve kalsifiye, köşeli (açılı), bifürkasyon (iki kola ayrılmış, çatallanmış) veya total olarak tıkalı lezyonlar bile (uygun, özel durumlarda) aday olabilirler (2011 AHA-PKG kılavuzu Sınıf IIa indikasyon) (Tablo 17).

Girişimin kontraindikasyonları sınırlıdır. Bunlar, Serebral kanama, gastrointestinal kanama ve akut ciddi infeksiyon (sepsis) gibi bazı akut hastalıklar ve heparin ile antitrombosit ajanlara alerjisi bulunan yüksek- riskli hastalardır. Lezyon morfolojisi günümüzde mutlak kontraindikasyon olmayabilir.

® Bununla birlikte, hastada girişiminden sağlanacak fayda ve risk her olguda hesaplanmalıdır. Şayet girişimin riski faydasından fazla (ağırlıkta) ise girişimin yapılması doğru değildir.

- Vital komorbidler (akciğer, renal ve hepatik yetersizlik ve kanserler) ve girişimin kontraindikasyonu bulunanlarda PKG önerilmez (Bölüm 2.1A) (2011 AHA, PKG kılavuzu).

**TABLO 17.** Spesifik Anatomik Durumlarda PKG Tavsiyeleri (2011-AHA/ACC/SCAI Kılavuzuna göre)**BİFURKASYON LEZYONLARI:**

- Yan dal büyük olmadığında ve ostiyumda hafif veya orta derecede fokal hastalık bulunduğu; Şartlı yan-dal stentlemesi ilk yaklaşım olmalıdır (Sınıf I).
- Kompleks bifurkasyon morfolojili hastalarda okluzyon riski yüksek ve yan-dala başarılı yeniden giriş olasılığı düşük olduğunda; elektif çift stentleme faydalı olabilir (Sınıf IIa).

**AORTO-OSTİYAL DARLIKLAR:**

- Anjiyografik olarak belirlenmeyen sol ana koroner arterde KAH'ı değerlendirmek için İVUS faydalı olabilir (Sınıf IIa).
- Aorto-ostiyal darlıkta PKG indike olduğunda; ilaçlı-stent kullanılması faydalı olabilir (Sınıf IIa).

**KALSİFİK LEZYONLAR:**

- Balon kateter ile geçilemeyen veya stent implantasyonundan sonra yeterli dilate edilemeyen fibrotik veya yoğun kalsifik lezyonlarda Aterektomi faydalı olabilir (Sınıf IIa).

POBA'nın genel indikasyonları (Tablo 18'de) sunulmuştur. Bu indikasyonların bazılarında POBA'nın diğer yeni girişim yöntemlerinden daha üstün olduğu düşünülebilir:

1. POBA küçük damarların stentlenmesi ile eşdeğer etkilidir; buna “*Stente-benzer sonuç*” da denir. Stentler başlangıçta daha büyük lumen kazanımı sağlamasına rağmen, POBA'ya göre daha fazla *neointimal proliferasyon* meydana getirirler; neointimal proliferasyon ile stent içi lumen kaybına rağmen yine de stentler referans çapın büyüklüğü yeterli olan damarlarda (>2 mm) POBA'ya göre toplamda daha fazla lumen kazanımı sağlarlar. Oysa ki, küçük damarlarda stentler ile daha sonraki kaybı kompanse edecek kadar yeterli lumen kazanımı sağlamak güçtür.
2. İntrakoroner brakiterapiden (*brachytherapy*; intraluminal radyoterapi) sonra POBA'nın sonuçları stentlemeye göre daha iyidir. Stentleme ve brakiterapinin combine edilmesi tehlikeli, uygunsuz ve gereksiz bulunmuştur (yüksek stent trombozu ve restenoz riski ile). Balon anjiyoplastiden sonra brakiterapi ile radyasyonsuz balon anjiyoplastiye göre daha iyi sonuçlar alınmıştır.
3. Metal alerjisi ve antitrombosit tedavilere alerji (klopidogrel, tiklopidin ve ASA) gibi stent kontrindikasyonlarında POBA uygulanması düşünülmelidir.

**Lezyon Morfolojisine göre Girişimin Seçimi ve Teknik İpuçları:**

Başarılı anjiyoplasti operatörün lezyonu anlaması ile başlar. Balonun tipi ve materyalinin seçimi lezyonun lokalizasyonu, tipi, ciddiyeti ve morfolojisine bağlıdır. Bunun yanında, doğru balon ve tel sisteminin seçilmesi, balonun büyüklüğü (balon: referans damar çapı = 1.1 olmalı), operatörün dilatasyon tekniği, seçilen balon sistemine yatkınlığı ve olası komplikasyonları tedavi etme kapasitesinden daha az da olsa önemlidir (Bakınız Bölüm 2.1D).

**TABLO 18.** POBA Geleneksel İndikasyonları**Klinik indikasyonlar**

- İskemi bulguları ile anlamlı obstrüktif lezyonları bulunan hasta;
- Akut miyokard infarktüsü;
- Anstabil angina;
- Azalmış sol ventrikül fonksiyonu;
- Yaşlılar;
- Koroner arter Bypass cerrahisi sonrası;

**Morfolojik indikasyonlar****Yerler:**

- Tek ve çok-damar;
- Sol ana koroner arter (korunmuş veya korunmamış)<sup>†</sup>
- Safen ven<sup>†</sup>
- Arteriyel greftler

**Lezyonlar:**

- Diskret, konsantrik<sup>†</sup>
- Tandem, uzun, eksantrik, diffüz
- Açılı
- Bifürkasyon (yan dal)<sup>†</sup>
- Total ve subtotal okluzyonlar
- Ostiyal proksimal<sup>†</sup>
- Mid ve distal
- Kalsifik
- Stentiçi restenoz<sup>†</sup>
- Küçük ve büyük damarlar<sup>†</sup>

Kay PI, Sabate M, Costa MA (eds): Cardiac Catheterization and Percutaneous Interventions Taylor-Francis, 2004)

<sup>†</sup> POBA için iyi indikasyon, <sup>†</sup> POBA için kontraindikasyon

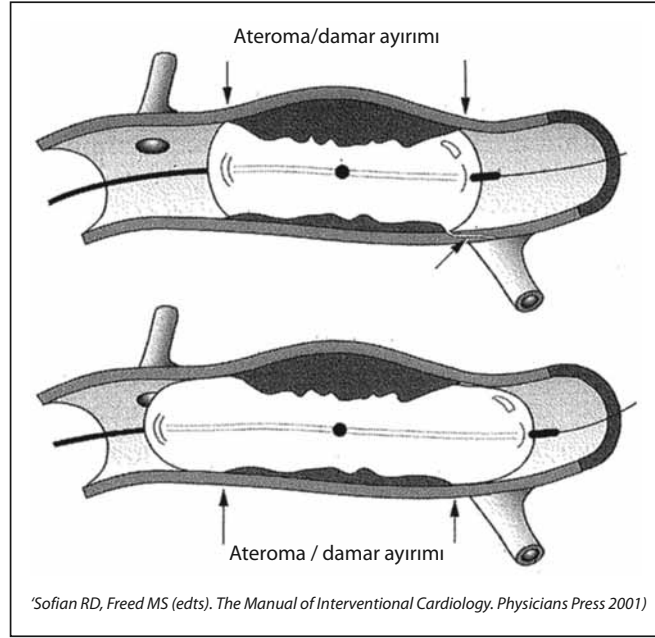
Lezyon topoğrafisi ve morfolojisine göre genel olarak PKG ile tavsiye edilen, primer yaklaşımlar:

**Uzun lezyonlar:** 20 mm'den uzun lezyonlara uzun lezyonlar denir.

- Balonun şişirilmesinin ateromanın kenarlarında disseksiyona sebep olmasını önlemek için; bu lezyonlar uzun balon- kateter ile tedavi edilmelidir (uzun balon kateterler 30-40 mm uzunluğunda) (Şekil 35).

**Yumuşak lezyonlar:** Bunlar yeni gelişen ve lipid konsantrasyonu yüksek, fibroz kapsülü ince, kalsifik-olmayan lezyonlar olabilirler ve lumende akımı engelleyen yer kaplayan kitlesel darlık oluşturmazlar (genellikle  $\leq$  %50 darlık).

- Yumuşak lezyonları dilate etmek için; düşük şişirme basıncı yeterli olabilir.



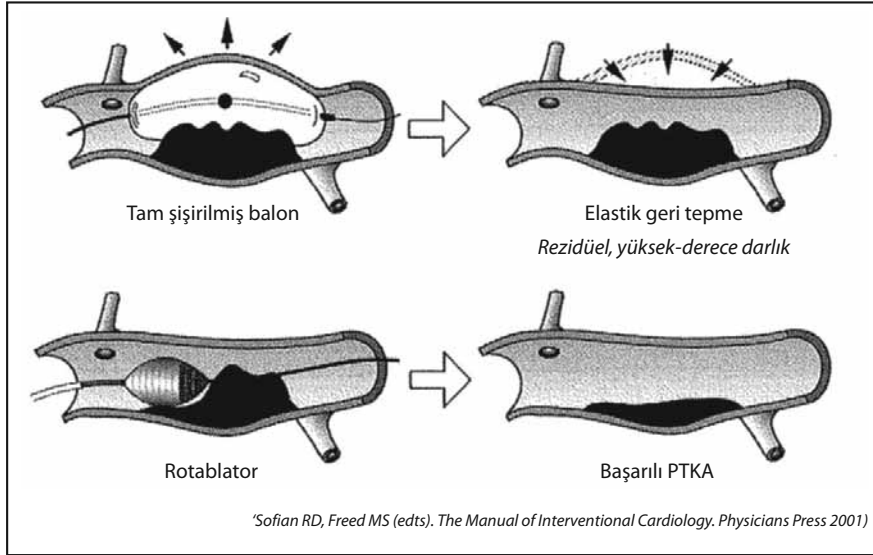
**ŞEKİL 35.** Uzun lezyonlarda PTKA tekniği. Uzun (30-40 mm) balon, hasta damar segmenti boyunca şişirme basıncını daha eşit olarak dağıtır.

**İkili kola ayrılan (bifürkasyon) lezyonlar:** bu lezyonlar 'kompleks' lezyonlardır, anjiyoplasti sonrası yüksek komplikasyon ve düşük başarı oranı ile ilişkilendirilmiştir. Bu lezyonlarda olumsuz PKG sonuçlarına katkısı olan faktörler; yaygın damar hastalığı bulunması, elastik geri-tepme (recoil), yüksek diseksiyon olasılığı ve yan-dal okluzyonu riskleri

- Bifürkasyon lezyonlarını tedavi etmek için iki veya üç kılavuz-tel ve birkaç balon- kateter gerekebilir ("kissing balloon technique"; -KBT gibi). Operatör stentlemeden sonra dilate etmek istiyor ve 6 Fr kılavuz kateter kullanıyorsa; KBT için uygun hipotüp şaftlı, düşük profilli balon- kateter tercih edilmelidir (Bölüm 2.1D).

**Kalsifiye lezyonlar:** Bunlar kolesterol, kalsiyum kristalleri, konnektif doku ve düz kas hücrelerini ihtiva eder. Bu tip lezyonların perforasyon ve diseksiyon şansı daha yüksek olabilir. Bu tip lezyonlarda balon anjiyoplasti sonucunda elastik geri tepme fazla, rezidüel darlık oranı yüksektir (Şekil 2).

- Lezyonu kırmak için seçilmesi tercih edilecek balon- kateter seçeneği; daha yüksek şişirme basıncı sağlayan nonkompliyen balondur. Rotablatör kalsifiye lezyonun optimal dilatasyonunu sağlamak için gerekebilir (Şekil 36).



**ŞEKİL 36.** Kalsifik lezyonların PTKA'sından sonra elastik geri-tepme. Kalsifiye ateromanın güç çatlamasından ziyade, PTKA plaksız duvar segmentinde gerilmeye, etkisiz dilatasyona sebep olur. Rotablator kalsifik lezyonlar için daha uygundur.

**Bükülmüş (açı yapan) lezyonlar:** Hasta koroner arterde açı yapan segmentlerde bulunan lezyonlara anjiyoplasti yapıldığında komplikasyon ve restenoz oranı yüksektir. Balon şişirildiğinde damarın düzleşmesi damar travmasının gelişimine yardımcı olur.

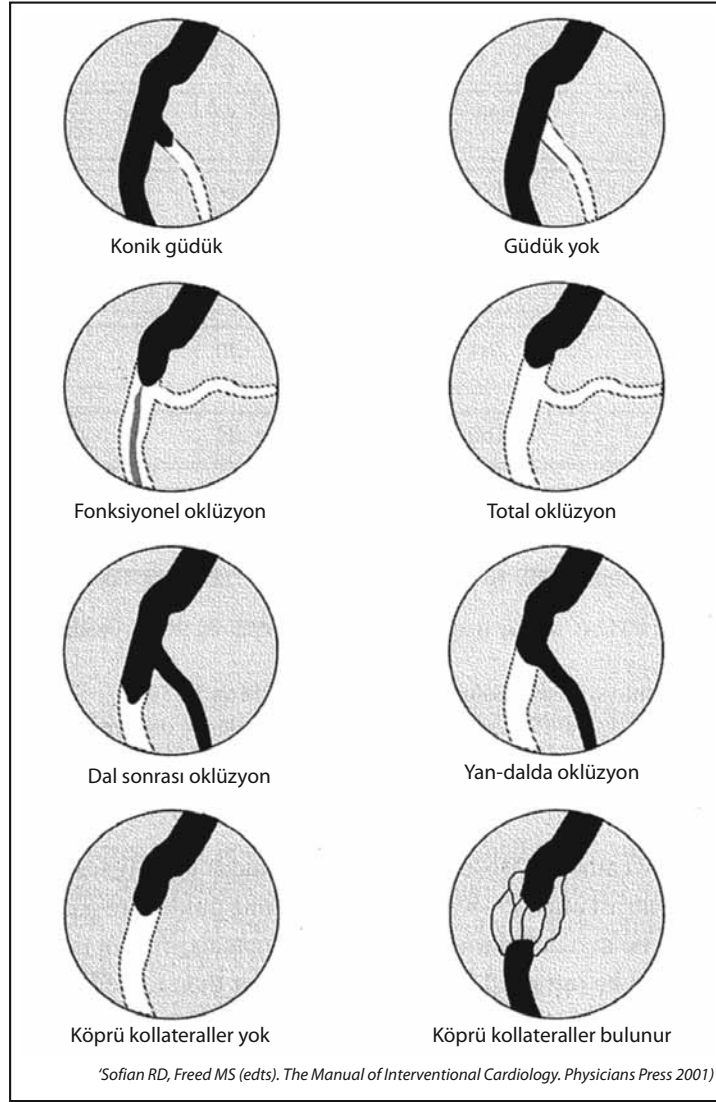
- POBA tek başına bükülü lezyonları yeterli tedavi edemeyebilir, bu lezyonlarda stentleme tercih edilmelidir.

**Total okluzyonlar:** Bu lezyonlar tam olarak tıkalıdır, lezyonun distaline antegrad akım görülmez, distal damarın kollateraller ile dolduğu görülebilir (Şekil 37).

- Okluzyona sebep olan lezyon çok sertse, tıkanıklıktan ilk defa geçmek için geçebilirliği (crossability) yüksek olan 0.15 mm balon, (en küçük balon genişliği 1.20 mm'dir, total oklüzyonda 1.25 mm veya 1.20 mm balonlar kullanılır)\* birinci seçenektir.

Sonucun öngörülebilirliği okluzyonun tıkanma süresinden (>3 ayın üzerindeki yaşlı okluzyonlarda başarı oranı daha düşüktür) çok etkilenir. Kronik lezyonların dilatasyon tedavisi ve girişimin başarısının bedeli; daha yüksek cihaz maliyeti, daha fazla kontrast kullanımı, daha uzun floroskopi süresidir; bunun karşılığında rekanalizasyon oranı daha düşük, reokluzyon ve restenoz insidensi daha yüksektir. Özellikle bu tip lezyonlarda PKG'ye gidenlerde stentleme, girişimin sonuçlarını düzeltebilir.

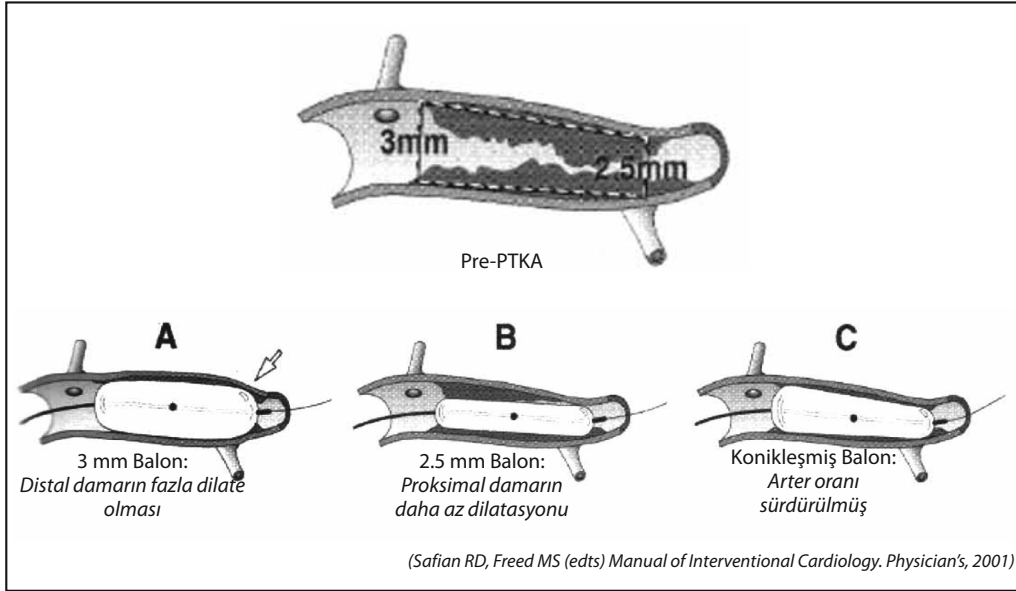




**ŞEKİL 37.** Kronik total oklüzyon: Lezyon morfolojisi ve prosedürel başarı.

Damar lümeni gittikçe daralan konik damarlardaki anlamlı uzun lezyonlarda balonun boyutlandırılması güçtür (Şekil 38).

**Ostiyal lezyonlar:** Elastik geri-tepme, aniden kapanış ve kılavuz kateterin sebep olduğu dis-seksiyon girişimin başarı oranını düşürür. Restenoz oranı yüksektir Aorto-ostiyal lezyon-



**ŞEKİL 38.** Konik damarlarda PKG tekniği. Konik damarlarda uzun lezyonlarda balonun boyutlandırılması güçtür. **(A)** Proksimal segmente göre balonun boyutlandırılması sonucunda, distal segment fazla dilate edilebilir, diseksiyon riski artar. **(B)** Distal segmente göre balon boyutlandırılması sonucunda, proksimal az dilate edilir, anlamlı darlık kalır. **(C)** Daha iyi balon-damar büyüklüğü uyumundan emin olmak için balonu teorik olarak konikleştirmeli.

lar ACBG riski çok yüksek veya hasta komorbiditleri cerrahi kontrindikasyon teşkil eden hastalarda ancak özel durumlarda uygulanabilir (Sınıf IIa). Günümüzde de uygulanmakta olan geleneksel bazı teknikler Şekil 39'da 4 ayrı metod halinde şematize edilip, özetlenmiştir (Şekil 39). Aorta-ostiyal darlıklarda günümüzdeki strateji cerrahi girişimdir. PKG ancak zorunlu koşullarda düşünülmelidir.

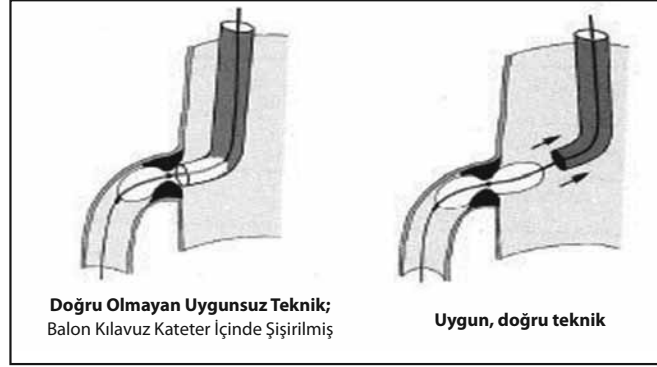
- Diğer tedavi stratejileri (rotablatör) bu tip lezyonlarda daha iyi olabilir.

**Safen ven grefti:** Distal embolizasyon insidensi yüksek olduğundan POBA için çok yüksek riskli lezyonlardır.

- Seçilmiş olgularda stentleme ile distal korunma daha iyi sonuçlar sağlayabilir (Bakınız (Bölüm 2.1, SCAI, AHA Kılavuzu, 2011).

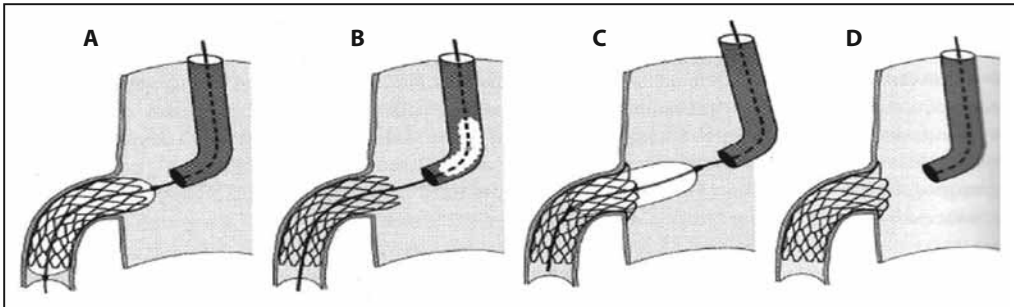
**Trombus:** Trombus ihtiva eden lezyonlarda embolizasyon riski yüksektir.

- Pıhtıyı azaltmak için, hasta akut STEMI olmasa dahi anjiyoplasti öncesi heparinizasyon ve güçlü antitrombotik tedaviler (ikili oral antitrombotik, iv. GP-IIb/IIIa inh ve antitrombin) kullanılabilir.

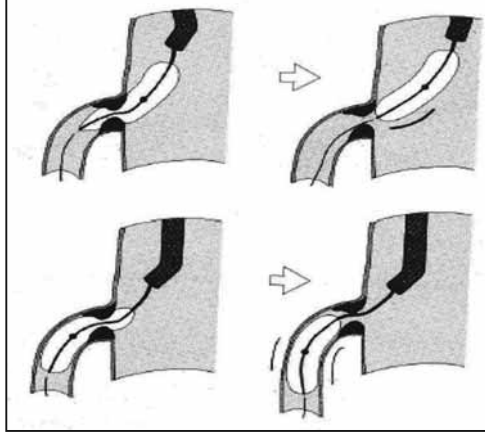


**ŞEKİL 39.** Aorto-Ostiyal Lezyonlarda (Şematik) PTKA Teknikleri

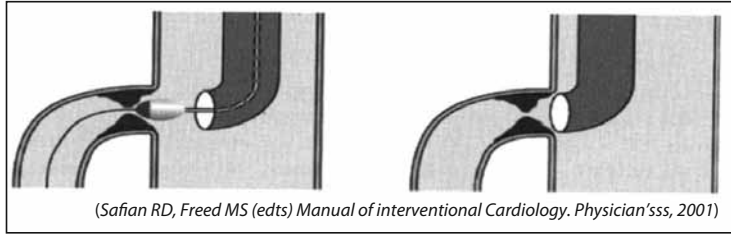
1. Balonun kılavuz kateter içinde şişirilmesi Balon şişirilmeden kılavuz kateter aortanın içerisine 1-2 cm hafifce geri çekilmesi gerekir.



2. (A)-Stentin taşıyan balonun pozisyonu stent 1 mm kadar aorta içine uzatılmalı. Stent açılmadan önce kılavuz kateter 1-2 cm geri çekilmelidir.  
(B)-Stent açıldıktan sonra, ostiyum içerisine ilerlemesini ve ostiyum ve stente hasar vermesini korumak için kılavuz katetere geriye doğru gerginliği sürdürürken balon çıkarılmalı.  
(C)-Yüksek basınçlı balon ile ilave PTKA (balon anjiyoplasti) yapılır; stentin tam olarak genişlediğinden ve stentin proksimal ucunun yan yana yayıldığından emin olmak için IVUS düşünülmeli, biraz daha büyük balon faydalı olabilir.  
(D)-Sonuç.



3. **“Karpuz-Tohumu” etkisi:** Ostiyal lezyonlar dilate edilince, balon aorta veya distal damara düşebilir, ostiyumunda yüksek-derecede rezidüel stenoz bırakır.



4. **Rotablatör tekniği:** Uygun teknik; ostiyum ile ideal ortak-eksenli hizalama sağlayan uygun kılavuz kateterin seçimi ve kılavuz tel desteği ile rotablatör kullanımı ile yakından ilgilidir. Kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra ostiyal lezyonun ablasyonu kolaylaştırmak için kılavuz kateterin ostiyumdan hafifçe kaçmasına izin verilir. Platformun hızı kılavuz kateter içinde ayarlanmalıdır, ostiyumda kılavuz telin dolanmasını önlemek için kılavuz kateter içindeki tüm tozlar ve kırıntılar çıkarılmalıdır.

AMİ'de özellikle ST-segment elevasyonlu hastalarda, yüksek distal embolizasyon ve mikrovasküler hasar riski (yavaş-akım veya no-reflow) ne olursa olsun stentlemenin POBA'ya göre daha iyi sonuçları vardır. Özellikle görünür trombüs mevcudiyetinde stentleme öncesi trombüs aspirasyonunun enfarkt büyüklüğü, distal embolizasyon ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir. Daha da fazlası distal korunma cihazları bu tip lezyonlarda kötü olay (distal embolizasyon) riskini düzeltebilir (*distal korunma cihazları yaşlı safen greftler haricinde günümüzde PKG de pek yer bulamamıştır*)<sup>v</sup>.

**Stentiçi restenoz:** Çok yüksek insidensinden dolayı restenoz günümüzde PKG'nin orta ve geç dönemde en büyük sorunudur. Stent içi stenozda Brakiterapiye kadar hiçbir yeni cihaz POBA'ya göre daha iyi sonuçlar sağlayamamıştır. Stentiçi restenozun tedavisinde, restenozun önlenmesinde 'kesen' - balon'nun (cutting baloon) etkinliği gösterilememiştir (Reduce II çalışması). Kesen- balonda, balonun şişirilmesi sırasında bıçaklar kaymayı önlediğinden, bu mekanizma stentiçi restenozun dilatasyonunda teknik olarak faydalıdır (Bakınız, Bölüm 2.1).

- *İlaç salınımlı stentlerin geliştirilmesi özellikle ilaçsız metal stent restenozlarının tedavisinde çığır açmış ve brakiterapi gibi eski tedavi seçeneklerinin kullanımını ortadan kaldırmıştır. İlaç salınımlı stentlerin restenozunda ise tekrar stentleme veya ilaç salınımlı balonlar ile dilatasyon yapılması kısmen başarılı sonuç vermiştir. Restenozun PKG ile tedavisinde İntrakoronere radyoterapi ile POBA günümüzde de en uygun girişimdir (ilaçlı stent de restenozda düşünülebilir)*<sup>v</sup>.
- 2011- AHA/SCAI kılavuzunun tavsiyeleri: (1) Balon anjiyoplastiden sonra klinik olarak restenoz gelişen hastalar, anatomik faktörler elverişli ise ve hasta ikili antitrombosit tedaviyi tolere edebileceğine razı olmuşsa metal veya ilaçlı-stent ile tedavi edilmelidir. (2) Metal stentten sonra klinik olarak restenoz gelişen hastalar; anatomik faktörler uygunsa ve hasta da ikili ATT tolere edebileceğine razı olmuşsa ilaçlı stent ile tedavi edilmelidir. (3) İlaçlı stentten sonra klinik olarak restenoz gelişenler; balon anjiyoplasti, metal stent veya aynı veya alternatif (başka bir) antiproliferatif ilacı ihtiva eden ilaçlı stent ile tedavi edilmesi (anatomik faktörler elverişli ise ve hasta ikili antitrombosit tedaviyi tolere edebileceğine razı olmuşsa) düşünülebilir (sınıf IIb tavsiye).

**Diğer lezyon tipleri:** Küçük damarlar (<2.5 mm), yüksek stent trombozu ve restenozu riskinden dolayı POBA'nın iyi indikasyonlarından biridir. Büyük damarların (>4.0 mm) da ise restenoz insidensi düşük olduğundan ve damar açıklığının sürdürülmesine stentlemenin katkısı az olduğundan, özellikle yakında nonkardiyak cerrahiye gidecek ve ikili antitrombosit tedavinin kesilmesi zorunlu olduğu hastalarda POBA'nın iyi indikasyonlarındanır.

**LAD lezyonu:** Proksimal LAD'ye yapılan PKG'nin restenoz riski yüksek olduğundan lezyonun stentlenmesi gerekir. Ostiyal LAD için, atrektomi major yan dalın (sirkümfleks) bozulmasını önlediğinden faydalı olabilir.

## BALONUN SEÇİLMESİ

Doğru balon ve tel sisteminin seçimi operatörün tekniği, deneyimi ve ustalığından daha az önemlidir. Anjiyoplasti balonları farklı çaplarda olup, çeşitli materyallerden (polyethylene, terephalate, PET gibi) yapılmıştır, bu yapılar değişik şişirme basınçlarında balona ölçüldüğünde kesin veya daha büyük esnek çaplar sağlar. Balonun sertliği ise materyalin karakteristiklerine bağlıdır (kompliyant, non-kompliyant). Kateter, şaftının içindeki lümeninden bütün uzunluğunca (over- the-wire sistem) veya sadece distal segment içinden (monorail sistem) geçirilen kılavuz tel üzerinde ilerletilebilir. Perfüzyon-balonunun balon şişirilmiştken antegrad akımı sağlayan fazla bir lumeni bulunur. Kesen-balonun yanlarında uzunluğunca dizilmiş küçük bıçakları bulunur.

Kalsifik lezyonlarda balon şişirilince, balon anjiyoplastiden sonra akut lumen kazanımının mekanizması; balonun darlık yapan lezyonun üstünde şişirilmesi ile plağın kompresyonu ve fibrotik lezyonda damar duvarının gerilerek lümenin genişlemesi sonucunda gelişen disseksiyondur. İdeal olarak konuşturulmadan balonun çok düşük profili vardır.

Balon-kateterin özelliklerini belirleyen faktörler: (1) lezyonu geçebilirliği, (2) patlama basıncı, (3) kılavuz telin yönetilebilirliği, (4) kompliyansın derecesi, (5) tekrar katlanabilirliği, (6) Balonun uzunluğu ve büyüklüğü, (7) sönme hızı, (8) balon yüzeyinde dilatasyon basıncının eşit dağılımı, (9) koroner perfüzyonu sağlama yeteneği. Örneğin total okluzyonlarda, geçebilirliği yüksek, profilli düşük balon gerekir. Balonun geçebilirlik özelliği onun izlenebilirliğini (lezyona ulaşabilirliği) ve itilebilirliğini (lezyonu geçme yeteneği) de kapsar.

*Naylon elastomer*, balonun hedef-lezyonu, daha iyi geçebilirliği için uygun bir materyaldır. Kalsifik lezyonlar ve post-stent dilatasyon için, patlama basıncı yüksek kısa balonlar daha iyi bir seçim olabilir. Yüksek basınçlı balon şişirilmesi için PET (Polietilen tereflat) kullanılabilir.

- Balonun büyüklüğü referans damar çapına dayandırılmalıdır (kantitatif anjiyografi ile bilgisayar ortamında dijital veya anjiyografi görüntüsünde görerek hesaplanır. Optimal balon çapı: Balon/arter çapları oranı 1.1 civarında olması tavsiye edilmektedir.
- *Akılda tutulması gereken nokta: kompliyant balonlarda balon basıncı yükselirken ilgili olarak balonun çapı da artar.*

## PRATİK VE TEKNİK İPUÇLARI:

### Balon seçimi için Tavsiyeler:

**Balonun uzunluğu:** Diffüz hastalıklı uzun (>30 mm) lezyonda; uzun balonun birçok kısa ve üst üste bindirilmiş şişirmelere uygunluğu ve şişirme basıncının lumen içine çıkmış tedavi edilmemiş plakların bulunduğu hasta segment boyunca daha düzgün dağılmasını sağlar. Bazı operatörler uzun balon ile disseksiyonun daha az olduğunu düşünmektedir, çünkü kısa balon aterosklerotik plağı kısmen kırarak kanın yeni yırtılmış plağın arkasında oluşmuş kanala girmesini sağlar (*subintimal disseksiyon bulgusu*). Uzun balon damar üzerinde daha az düzleştirici güç kullanır ve balonun şişirilmesi sırasında damar eğri şeklini sürdürebilir. Gittikçe, incelen arterdeki uzun lezyon dilate edildiğinde, uzun balonun dezavantajı proksimal segmenti daha az distal segmenti ise daha fazla dilate etmesidir (Şekil 38).

- *Uzun balonla üst üste yapılan birçok kısa şişirmeler ile hastalanmış segmentde boydan boya daha eşit dağılan şişirme basıncı sağlanabilir (farklı sertlik ve elastikiyeti olan lezyon bölgelerinde), bu yöntemle özellikle lumenin içine doğru çıkmış ve diğer lezyon bölgelerine göre daha sert (kalsifik) ve az esnek olan plağı disseke etmeden hedef lezyon dilate edilebilir.*

**Kompliyan (yumuşak uyumlu) balonlar:** Kompliyan balon poliolefin polimerinden (*poliolefin copolymer; POC*) yapılmıştır. Bu balonlar, düşük profilleri ve söndürüldüklerinde daha iyi sarmalandıklarından rutin olarak kullanılmaktadırlar.

- Özellikle hasta damar çapı ve büyüklüğünün net olmadığı durumda bu balonların seçilmesi faydalıdır; distal kronik düşük akıma veya total okluzyona bağlı olarak damar lumeni kollabe olduğundan damar kontrast boya ile tam doldurulamadığından damarın lumeni daha az büyük görünür, bu damarlar akımı engelleyen hedef lezyon açılınca ve intrakoronar nitrogliserin verilince daha büyük görülebilir.
- Bunlarda yüksek basınçla ikinci dilatasyon kompliyan balonu daha fazla genişletir (çapı %20 daha büyür).
- Çapı farklı büyüklükteki damarlarda birden fazla lezyon tedavi etmek için hedef alındığında; tümünü birden dilate etmek için kompliyan balon kullanılması maliyet açısından etkili (tasarruflu) ve mantıklı olabilir; balonla önce küçük çaplı damar dilate edilir, daha sonra da aynı balon yüksek basınçta şişirildiğinde daha büyük çap sağlandığından daha geniş damara gidilir.

**Kompliyan-olmayan (nonkompliyan, uyumlu olmayan) balonlar:** Nonkompliyan balonlar, polietilen terfalat'tan yapılmıştır (*PET; polyethylene terephthalate*) ve bunlara aşağıdaki farklı durumlarda ihtiyaç duyulur:

- *Stent yerleştirildikten sonra post- dilatasyonda;* stentin kenarlarından damarı fazla germeden stentin büyüklüğünü en yüksek dereceye çıkarmak için stente göre daha kısa nonkompliyan balon gerekebilir.
- *Uzun lezyonlarda;* nonkompliyan balon sıklıkla damarın proksimaline göre daha küçük olan distal segmenti daha fazla germez.
- *Sert ve kalsifik lezyonlarda;* kompliyan balonlar, sert ve kalsifik segmentte plağı kırmadan yumuşak segmentleri ayrıcalıklı olarak daha fazla (zamanla geri tepebilir) dilate eder. Aynı segmentte non-kompliyan balon ise bitişik normal segmenti germeden dilate edici gücünü sert ve kalsifik plak üzerine daha direk yoğunlaştırarak ve hasta segment boyunca homojen basınç uygulayarak damarın her yerinde eşit derecede dilatasyon sağlar, geri tepme olmaz. Nonkompliyan balon ise kuvvetini komşu normal segmenti germeden sert ve kalsifik segmente daha fazla yoğunlaştırır. Yüksek basınç ile plak kırılabilir ve aterosklerotik kitlesel yoğunluğu damarın longitudinal eksenini boyunca eşit olarak dağıtır ve böylece daha büyük ve daha stabil lumen oluşturur.

Semi-kompliyan balonlar poli-eterblokamid (*PEBAX; poly-ether blockamide*) veya poliüretan elastomerden yapılmıştır.

**Balon markerinin yeri:** Markeri ortasında olan balonlar, çok sıkı lezyonlarda seçilmelidir; Operatör markeri lezyonun ortasında gördükten sonra şişirmeye başlayabilir. Uzun lezyona PKG yapıldığında, hasta segmentin lezyon uzunluğuna kaplandığından emin olmak için heriki ucunda markeri bulunan balon seçilebilir.

**Kesen balon ile anjiyoplasti:** Yanlarındaki küçük bıçaklardan dolayı kesen balonun oldukça serttir, keskin kıvrımların etrafında eğilmesi güçtür (Bölüm 2.1A). Sorunun üstesinden gelmek için kesen balon çok küçük tasarlanmıştır.

- Kesen balon ile dilate ederken çok yavaş şişirme stratejisi kullanılmalıdır; 3- 5 saniye ara ile bir atmosfer artırılmalı; balonun merkez çekirdeği şişmeden önce, ilkin periferik balon kanatları bıçakların etrafında yavaşça açılmalı. Hızlı şişirme balon içindeki boşluğun bıçaklar ile delinmesi ile sonuçlanabilir. İmalatçı kılavuzuna bağlı kalınmalı; her 5 saniyede 1 atm şişirilmeli, maksimum 6-8 atm. Bazı operatörler balonun aynı şekilde yavaşça söndürülmesini tavsiye etmiştir. En sonunda, balonun tam olarak tekrar sarılmasını sağlamak için yeterli zaman geçinceye kadar kesen balon geri çekilmemelidir.

**Balonun İlerletilmesi, Yerleştirilmesi ve Şişirilmesi:** Operatörün sağ eli (veya başka bir operatör) Kılavuz- teli (0.014 inç) gergin tutmak için, hastanın uyluğunun ön yüzüne bastırarak hafifçe çekerek sabitlerken (telin gerili durması sağlanır), sol eli Balon- kateteri ilerletebilir.

- Balon-kateter düzensiz hareketlerden ziyade sabit itilerek (öne-doğru bastırarak) ilerletilmeli, Balon- kateter ilerletilirken Kılavuz-kateterin (KK) ucunda floroskopide dikkatle izlenmeli ve dışarıdaki ucu telin üzerinde gergin ve sabit tutularak sabit kalması sağlanmalı.
- Balon-kateter ilerletilirken zorlanılıyorsa sabit olmayan KK geri çıkabilir hatta tam olarak ayrılır, pozisyonu kaybolabilir. Lezyonda direnç ile karşılaşılıyorsa; kılavuz- tel geri çekilerek KK derine hafifçe oturtulur ve balon- kateter öne doğru hafifçe bastırılarak itilir, bu manevra ile balon geçebilir.

**Şişirme basıncının hızı:** Operatörlerin çoğu balonu 'bel'i kaybolana kadar yavaşça şişirirler.

- Aşamalı şişirme lezyonlu hasta damar segmentindeki plak içindeki kitlesel ateromatöz materyalin damarın uzunlamasına ve dikey (radial) eksenini boyunca (sıkıştırılıp, ezilip dağıtılarak ve yeri değiştirilerek) yeniden düzenlenmesini sağlar. Bunun yanında, damar duvarında daha yaygın yırtılmaya (disseksiyon) sebep olan ani şişirmeye göre, aşamalı şişirme ile damar kontrollu olarak daha öngörülebilir biçimde gerilebilir ve deforme edilebilir.

**Balon veya stentin büyüklüğünün kontrol edilmesi:** Balon başarı ile şişirdikten sonra söndürülmeden 5 saniye önce, koroner arter içerisine küçük miktarda kontrast boya injeksiyonu ile balonun dilate edilen lezyonun proksimal segmentine göre doğru ve uygun büyüklükte olup olmadığı kontrol edilebilir; *kontrast boyanın şişirilmiş balonun proksimal segmentinin etrafından aktığı görülürse, balon arter için çok küçük demektir.* Bu yöntem ile intravasküler ultrason (İVUS) temin edilemediği durumlarda seçilen balon veya stentin hedef damar ve lezyona uygun ve doğru büyüklükte olup olmadığı kabaca değerlendirilebilir.



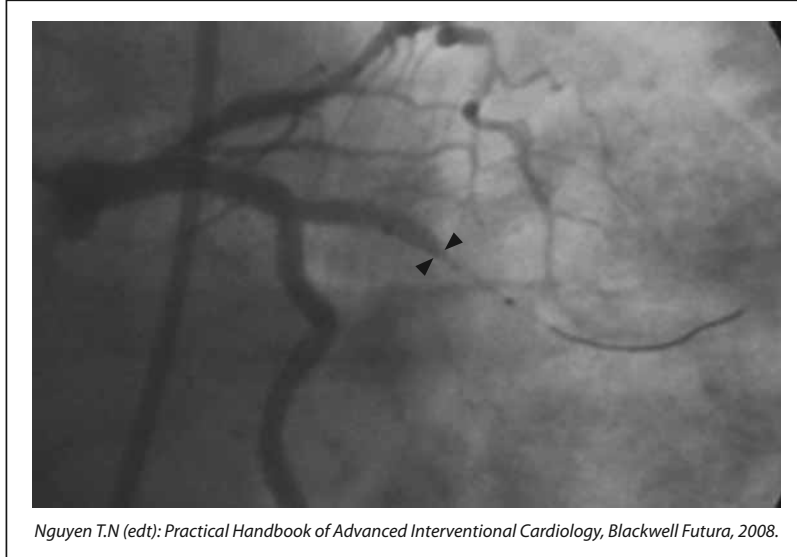
Yan dalı olmayan proksimal segmentte balon şişirilmişse arterin kontrast madde ile opaklaşması için yeterli akım olmayabilir, bu durumda yukarıdaki teknikle balon büyüklüğünün tayin edilmesi mümkün olmaz.

**Kollaterallerin aranması:** Tanısal anjiyografi veya dilatasyon için balon okluzyonu sırasında kontrast ortam (kontrast boya injeksiyonu) ile kollateraller görülür (lezyonun proksimalinden-distaline, diğer koroner arterden hasta koronere doğru); kollaterallerin görüntülenmesi, miyokardiyal rezerv koroner kan akımını işaret ettiğinden hasta için düşük-riski işaret eder.

- *Balon tam olarak şişmeye yakın iken kontrast boya injeksiyonu ile kollateral dolaşım aranabilir, balonun tam olarak şiştiği an distal damarda yakalanan boyanın hızla yıkanması ile iyi kollateraller gösterilir. Kontrast boya distal damarda balon şişmişken kalmaya devam ediyorsa, anlamı: bu damarın daha sonraki akut koroner sendromda hedef damarın beslediği bölge kollateral kan akımından yoksun kalabilir.*

**Kan akımı kesildiği durumda balonun yerleştirilmesi:** Koroner kan akımını kesen ciddi lezyonu balonun tam olarak geçmesi için ilerlemesi gerektiği durumda; balon yerine geldiğinde, şişirmeden önce balonun lokalizasyonunu kontrol etmenin yolu yoktur.

- *Lezyonu tamamen örten balon uzunluğu seçilmeli, balonu ilerletirken kontrast boya injekte etmeli. Balon kontrastı kapana kısıtır ve lezyonun kritik noktasını tam olarak gösterir. Balon lezyonu tamamen kaplamışsa, sonra şişirilebilir (Şekil 40).*



Nguyen T.N (edt): Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology, Blackwell Futura, 2008.

**ŞEKİL 40.** Balon geçtiğinde obtuz marginalde akımı kısıtlayan sıkı darlık görülmekte, bu durumda anjiyografi ile balonun tam yeri belirlenemez. Balon ilerletilirken injekte edilen kontrast lezyonun tam ortasında yakalanır (ok başları).

### Balon Anjiyoplasti İşleminin Sorunlarının Çözümü:

PKG işlemi sırasında bazen girişim öncesi öngörülemeyen çoğu fatal sonuçlanmayan fakat girişimin başarısını engelleyip morbiditesini artıran süresini uzatan teknik sorunlar deneyimli operatörün bilgi ve becerisi ile çözülebilir (Bakınız, Bölüm 2.1.D). Bu sorunlar ve manevraların en sık görülen ve uygulananları aşağıda özetlenmiştir:

® PKG sırasında karşılaşılan herhangi bir teknik sorunda; işlemi yürüten operatör önce aynı sorunu önceden yaşamış daha deneyimli ve muhtemelen bir başka operatöre danışmalıdır; tek başına agresif olmamalı, önceden uygulamadığı yöntemlere başvurmamalıdır.

**Lezyona ulaşamama veya geçememe:** Lezyondan balonun geçirilememesinin birçok sebepleri vardır: Lezyon çok ciddi (kronik, kalsifik, sert ve sıkı darlık) ise balonun ucu geçemeyebilir, Kılavuz-kateter geri çıkabilir; KK sabit tutulmalı, daha derine oturtulmalı veya değiştirilmeli.

- *Lezyonun proksimal segmentinde yoğun tortuözite bulunuyorsa; uygulanacak teknik seçenekler: (i) KK'ye daha sabit pozisyon sağlandığından emin olunmalı, (ii) üzerinde taşıyabilmesi için daha sert Kılavuz-tel kullanılmalı, (iii) hastaya derin nefes alması söylenerek arter düzleştirilmeli, (iv) "buddy" (arkadaş) tel kullanıp, primer tele bitişik yerleştirmeli. Profili düşük ve uzunluğu kısa balon sıkı lezyonu geçmede başarılı olabilir, bir defa şişirilince optimal büyüklükteki balonun geçebileceği kadar kanal yaratabilir.*

Aynı büyüklükte tel-üzerinde (over-the-wire) balon mu veya *Monorail*- balon mu kullanılmalı? Tel-üzerinde balonun merkez şaftının içinde balon-kateteri boydan-boya geçen tel bulunur, dolayısı ile itilebilirliği sapının sadece distal segmentinde tel bulunan *Monorail* balona göre daha iyidir. *Monorail* balon sapının distal ve mid segmentleri paslanmaz çelik hipotüp veya polyamide veya plastik şaftan yapılmıştır, şaftın merkezi esnektir, buna karşılık profili hipotüpten daha büyüktür.

**Sıkı lezyondan geçmek için balonu ilerletme manevraları:** (1) KK'nin pozisyonu kontrol edilmeli, eş-eksenli angajman sağlanmalı, balonun ilerlemesine yeterli destek vermesi için KK'nin derin oturtulması gerekebilir. (2) Arter ve kalbi uzatması için hastaya derin nefes alması söylenmeli, daha az tortuözite sağlar, bu kısa fırsat aralığında balon ilerletilmeli. (3) Tele çekilirken sabit tazyik uygulayarak balon ilerletilmeli (paradoks hareket), bu teknik tel ile balon-kateterin lumeni arasındaki sürtünmeyi azaltır, ayrıca telin düz ve gerili kalmasına yardım eder ve balon-kateter üzerinde rahatca kayabilir. (4) Üzerinde kayabilmesi için primer telin yanına daha ikinci sert tel eklenmeli, böylece KK daha sertleşebilir ve geri dışarıya kayması engellenebilir, arteriyel segment de düzleşir ve balon tel üzerinde daha kolay taşınabilir. (5) Balonu düşük profilli balon ile (*monorail*, *kompliyant* balon materyali, ortası markerli) değiştirmeli.

**Lezyonun dilate edilememesi:** Yoğun kalsifikasyonlu sert lezyon yırtılma basıncına kadar şişirilmişken bile balonun tam olarak genişlemesini engelleyebilir, disseksiyon veya balonda yırtılma riskleri meydana getirir.

- Bu sorunu aşmanın ilk adımı: Şişirilmiş balonun yanına ekstra teller (iki veya üç) eklenmesi, veya daha yüksek şişirme basıncı sağlayabilmek için standart kompliant balon kompliant-olmayan balon ile değiştirilmeli. Yoğun yüzeyel kalsiyum bulunan lezyonlarda rotasyonel atarektomi ve takiben ilaçlı stent konuşlandırılması sonucunda lezyon kitlesinin yok edilerek sorun çözülebilir. Dilate edilemeyen fibrotik lezyonlarda kesen-balon en iyi PKG seçeneği olabilir.

**Güç odaklı-anjiyoplasti** (force-focused angioplasty): Balon plağı kıramamışsa, balon KK içine geri çekilmeli, ikinci kılavuz tel lezyonun ilerisine kadar ilerletilmeli, sonra da balon tekrar ilerletilmeli, lezyon geçilip balon lezyonun içine yerleştirilmeli ve normal şekilde şişirilmeli; bu şekilde basınç tel üzerine odaklanarak yoğunlaşarak kesen-tel gibi hareket edip selektif olarak bastırarak odağı kırar, diseksiyon komplikasyonu stentleme ile tedavi edilebilir; daha küçük kompliant-olmayan balon kullanılmalı (daha iyi), bu şekilde balonun çapı değişmeden daha yüksek basınç uygulanabilir.

**Büyük damarlarda Balon anjiyoplasti:** Günümüzde tedarik edilebilen en büyük balon çapı 4 mm'dir. Koroner arter veya safen ven greftin çapı >4 mm olduğunda, periferik arterlerin balon anjiyoplastisinde düşünülen "irileşmiş balon tekniği" (*hugging balloon*) kullanılabilir; iki balon yan yana yerleştirilerek aynı anda şişirilir. İkisinin kombine çapı toplamının %70'dir, kesitsel alanı ise daireselden ziyade ovaldir.

**Balonun lezyonda şişirildikten sonra söndürülememesi:** Balonun şişirildikten sonra söndürülememesi seyrek olarak olmaktadır. Muhtemel Sebepleri: Lezyonu distale geçerken balon-kateterin 360 dereceden fazla bükülmesi, kıvrılması, veya sıkı lezyonun distalinde balonun kısıtılıp, sıkışıp yakalanmasıdır.

- Balonu söndürmek için olağan manevralar: (i) Balonu şişirme cihazı ile söndürmek, (ii) Balonun şişirme girişine takılan 50 cc'lik injektör ile direk olarak söndürmeye çalışmak, (iii) Son çare balonu yırtılana kadar şişirmek, bunun sonucunda gelişecek koroner diseksiyonu veya perforasyonu kontrole almak için hazırlıklı (perfüzyon-kateteri, İABP, cerrahi gibi) olunmalıdır. (iv) Telin sert ve düz arka ucu ile balonu yırtmak, (v) ve en sonunda balonu cerrahi ile çıkartmak.

**Balonun çekilme sırasında yakalanması:** Söndürülmüş balonun geri çekilmesi sırasında yakalanması oldukça nadirdir. Meydana geldiğinde hasta, operatör ve ekip için oldukça travmatiktir. Yakalanma öngörülemeyen herhangi bir şekilde olabilir.

- Yakalanan balonun serbestleştirilmesi için tavsiye edilen yaklaşımlar: (i) Balonu öne doğru itmesi, sonra da geri çekmesi, (ii) Geri çekmeden serbestleşmesi için önce balonu tekrar sarmaya çalışmalı, (iii) Geri çekmeden önce yakalanmış balonun yanına daha sert KT sokmak, böylece arter daha düzleşir, ikinci KT distale kadar ilerletilmeli, sonra da ikinci KT üzerine (over-the-wire balon kullanarak) yakalanmış balon ile yan yana gelecek şekilde sokulmalı; yakalanmış balonu serbestleştirmek için ikinci balon düşük basınç ile şişirilir. (iv) Özel mikro-kapan kullanılabilir.

**Söndürülemeyen balonun delinmesi:** Manevralar tükendikten sonra başarısız kalınmışsa, tel-üzerinde yeni bir küçük balon, önceki yakalanmış ve şiş duran yakalanmış balonun proksimal ucuna bitişik gelinceye kadar ilerletilir; tel-üzerindeki balonun teli çıkarılır, telin sert ve düz arka ucu tekrar sokulur, telin keskin ucu floroskopide damar lumeninin merkezinde iken yeni balon düşük basınçla şişirilir, böylece 190 cm uzunluğunda arka ucu gittikçe incelen (konik) tel ile yakalanmış şişmiş balon delinmeye çalışılır.

- Bu girişimin koroner perforasyon riski vardır, açılan delik küçük olduğundan anlamlı komplikasyon riski yoktur. Ayrıca, balonun rüptürüne bağlı damar travması tek iğne deliğine göre daha yaygın ve kontrolsuzdur.

**Materyal yorgunluğuna bağlı rüptür:** Aşırı şişirmeye veya kalsifik plağa bağlı yırtılmanın yanında, bir diğer rüptür sebebi de tekrar kullanılan balon ile pek çok şişirme ve söndürme sonucunda oluşan materyal yorgunluğudur. Materyal yorgunluğu oluşunca, şişirme sırasında balonda fokal bel verme gözlenebilir, önceden belirlenen yırtılma basıncı düzeyine kadar şişirilmemelidir.

**Balon rüptürü hasarının kontrol edilmesi:** Balon rüptürü floroskopi altında; balondan kontrast boyanın hızla dağılması ile görülür, damarın opaklaşmasının kısa sürmesi veya şişirme basıncında düşme de saptanabilir.

- Oluştığında balon yavaşca lezyonun proksimaline çekilir ve perforasyon varlığını araştırmak için kontrast boya enjekte edilmelidir. Sonra da balon lezyonda yakalanmamışsa çıkarılır, disseksiyon varsa stentleme yapılmalıdır.

## STENT VE İMLANTASYONU (STENTLEME)

Stent, mühendislik olarak çeşitli metallerden yapılan ve arter içinde açılıp gerildiğinde (implantasyon, konuşlanma) arter duvarlarına dikine güçlü destek sağlayan, “ağ gibi gerilebilen-metal kafestir”.

Metal Stent implantasyonu, balon anjiyoplastinin başlangıçtaki akut ve subakut tromboz, sonra da restenoz riskleri gibi kötü sonuçlarının ikisini de azaltarak girişim yapılan koroner arterin akut ve kronik dönemde emniyetini ve damar açıklığını sağlamıştır.

Günümüzde tüm PKG işlemlerinin >%90’da stent implante edilmektedir (stentlemeye uygun lezyonların neredeyse tamamına), birçok koşulda stent konuşlandırılması balon anjiyoplastinin etkinliğini tamamlamaktadır.

Balon ile şişirilerek (anjiyoplasti) dilate edilen arter duvarına gömülerek implante edilen metal- ağ/stent (paslanmaz çelik veya metal-krom alaşımı), akut “elastik geri tepme”yi (recoil) önler, arter duvarından ayrılan intima disseksiyonu ve ‘disseke intima kapağını’ (flap) geri, yerinde tutar. Bu fonksiyonları balon anjiyoplastiden sonra hedef damarın okluzyon riskini stentleme ile ilk 24 saatte %1’in altına düşürmüştür.

- İyileşme sırasında ise metal- ağın rijiditesi (eğilmez, bükülmez sertliği) negatif remodelingi önler. Bu süreçte neointimal hiperplazi restenoza sebep olan tek faktördür; stent konuşlandırılması ile bu patolojiye POBA’ya göre daha az rastlanmaktadır; gü-

nümüzde *restenoz* sıklığı eskiye göre önemli ölçüde azalsa dahi yine de stentlemenin en önemli kısıtlayıcısı olarak kalmıştır (olguların %10-30'da).

- Stent implantasyonundan sonra, metal stent tellerinin (*strut*) üstüne trombositlerin adezyon ve agregasyonuna bağlı olarak 4 haftaya kadar akut okluzyon görülebilir (*subakut tromboz*). Güçlü antitrombosit tedavi kombinasyonları aspirinin yanına eklenen tiyenopiridin (klopidegrol, Prasugrel gibi) ve nontiyenopiridin (Tikagrelor) ADP inhibitörleri ve işlem sırasında uygulanan iv glikoproteinler (Tirofiban) ve uygun implantasyon tekniği sonucunda bu komplikasyon %1-2'ye düşürülmüştür.
- Stent implantasyondan 3-4 hafta sonra, stent telleri yeni endotel hücreleri ile kaplanır, bu sürecin sonucunda stent trombozu riski belirgin olarak azalır, seyrek oluşur.

#### **İlaç salımlı stentler (drug eluting stent DES):**

Restenoz riskini daha fazla azaltmak için, metal stentlerin yüzeyleri antiproliferatif ilaç (Sirolimus, Paklitaksel, Everolimus, Biolimus gibi) ihtiva eden polimerle kaplanarak değiştirilmiştir. Arter duvarının içine gömülen ilaçlı-stent telleri üzerindeki polimer kaplamada bulunan ilaç duvar içine direk ve sürekli olarak birkaç hafta salınmaya devam eder. Bu dinamik ve *biyo-sellüler etki*, hücresel proliferasyonu inhibe ederek neointimal doku oluşumunu azaltarak restenotik süreci baskılayıp çok azaltır (Bölüm 2.1A).

- İlaçlı stentlerde kullanılan ilk iki ilaç; Rapamisin (hücre siklusu inhibitörü; 'Cypher' stentte) ve Paclitaxel (hücrenin mikrotübüler fonksiyonunun inhibitörü; 'Taxus' stentte). Bu ilaçlı- stentler, restenoz riskinin yüksek olduğu gruplar dahil (boyu >20 mm uzun lezyonlar, çapı < 2.0, 2.5 mm küçük damarlar ve diyabetikler) her tip lezyonda restenoz oranını %70-75 azaltmıştır (%0 ve %0.9).
- Metal stentlerde stent trombozu ve stentiçi restenoz riski STEMİ'de, uzun lezyonlar ve küçük damarlarda yüksektir (hastaya ve lezyonun kompleksliğine göre birinci yılda %0.7-%2). İlaçlı stentler ile bir yıl sonra yılda %0.2-%0.4 görülmüştür.

Hedeflenen lezyon için en uygun stentin seçilebilmesi için stent implantasyonunun temel fiziksel ve mühendislik prensipleri bilinmelidir. Bu özellikler:

**Stentin kolay uygulanabilirliği: Yüksek longitudinal fleksibilitesi** (*uzunlamasına esneklik, büküngenlik*) + **Düşük profil:** Taşıyıcı balon üzerine takılmış stent, tortuöz segmentlerin proksimalinden hedef bölgeye intimada hasar veya spazma neden olmadan rahatca geçebilmektedir.

- **Düzgün ulaştırma tanımı;** telin üzerinde kolayca ilerletilebilen balonun üstündeki stentin, "yüksek izlenebilirlik; taşınabilirlik" (mükemmel longitudinal fleksibilite özelliklerine denmektedir).

Uzunluğuna yüksek (longitudunal) fleksibilite ve düşük profil gibi iki özellik, stentin minimal işlem ile uygun damar kesitinde hedef bölgeye getirilmesini sağlar.

- Stent uzunluğunca hasta segmentin eğrilğine ne kadar geniş aralıkta (mesafede) uyum sağlayabilirse köşeli segmentten o kadar kolay geçer. Şayet eğrilik stentin boyundan daha uzunsa, stent oturtulmuş balon-kateter stent eğrilinceye veya kavisleninceye kadar ilerletilebilir, arteriyel segment çok fazla kalsifik değilse gevşeyebilir ve stentin rahatca yerleşmesini sağlayabilir.

**Stentin mükemmel konuşlanması = Daha fazla radyal dayanıklılık ve eğrilik uygunluğu:** Stent konuşlanınca, damar duvarında medianın elastik geri tepmesine; ve plağın kitlesinin stent telleri ile damar duvarı içinde sıkıştırılıp, ezilip dağılarak bir başka yere taşınmasına karşı direnecek yeterli radyal gücü ve dayanıklılığı olmalıdır.

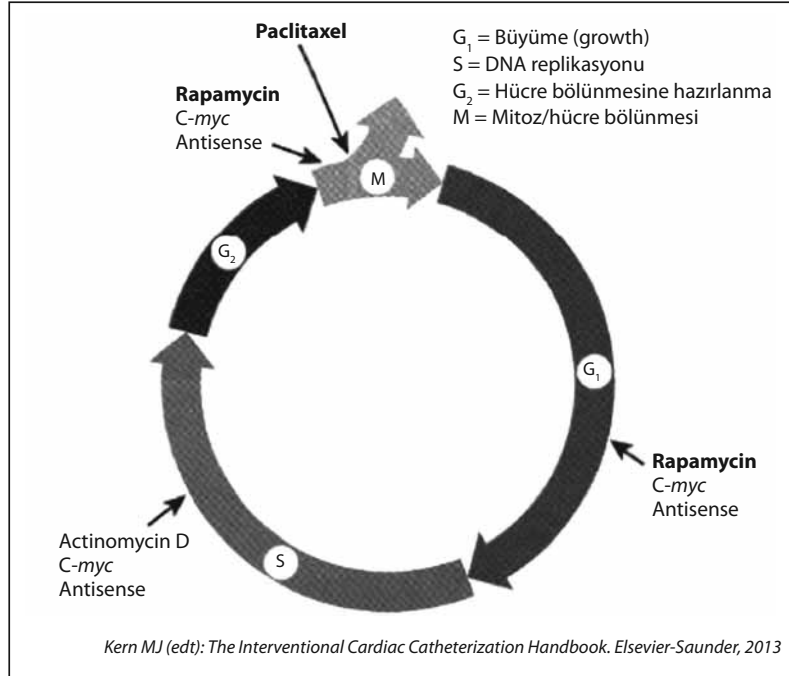
- Acil durumlarda, disseksiyonun girişini disseke intima kapağını (*flap*) mühürler gibi bastırıp kapayacak veya sürekli büyüyen intramural hematoma sıkıştırılmasına karşı direnecek kadar güçlü olmalıdır.
- Acil-olmayan durumlarda, açılarak genişlemiş stent, miyokardiyal köprünün (miyokardiyal *bridging*'de) sıkıştırılmasına karşı damar içini çevreleyen güçlü iskelet fonksiyonunu sürdürebilmelidir.
- Yukarıdaki özelliklerine ilave olarak, damar segmentinin eğriliğine uyabilecek şekilde konuşlandırılan stent eğri segmentin konturu boyunca onu düzleştirmekten ziyade damarın eğri şekline girmeli, biçimlenmelidir; böylece elde edilen en geniş lumen çapının sürdürülmesini sağlayabilir.
- “Stentin sahip olduğu büyük radyal güç, dayanıklılık ve eğrilik uyumu stentleme sonucunda mükemmel anjiyografik sonuca götüren en önemli faktörlerdir”.

Konuşlanmayı takiben, stentin damarın sistolik kasılma veya gevşemesini durdurabilmesi için destekleri (metal teller; *struts*) arteriyel duvarın içine iyi gömülmelidir (çoğunlukla yüksek basınç uygulaması ile). Böylece, stentlenmiş arteriyel segment etkin şekilde hareketsizleşir, arter duvarının endotelial bütünlüğü ve lumendeki akımın devamlılığı sağlanır, endotelial trombus oluşumunun nüvesi olan intima hasarı önlenir veya en aza indirilir. Damar duvarına gömülen stent desteklerinin mükemmel pozisyonu, ilaçlı- stentlerde bulunan ve intimal hiperplazi ile stentiçi restenozun gelişimini önleyen antiproliferatif ilaçların daha iyi salınarak direk olarak damar duvarına ulaşmasını sağlar.

## İLAÇ KAPLI STENTLER

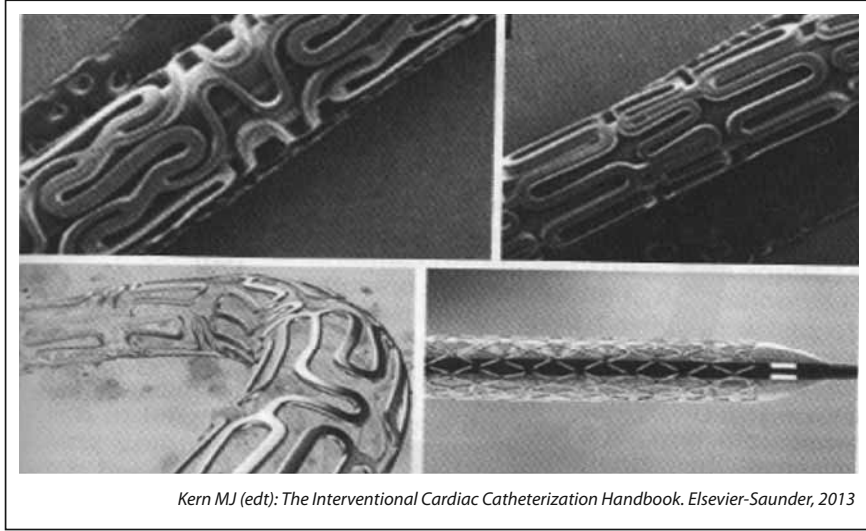
Neointimal proliferasyonu azaltan ilaçlar stentleri kaplamak için kullanılmıştır (Şekil 41). Bu ilaçların tedavi aralığı geniş olup, inflamatuvar potansiyeli düşük olup, kompleks stenotik biyolojinin çoklu mekanizmalarını inhibe eder ve media ve adventisyal hücre tabakalarına istenmeyen toksik etki göstermeden düz kas hücre proliferasyonunu azaltır. Lokal ilaç salımı stent lokal radyasyondan (brakiterapi) farklı olarak re-endotelizasyonunu inhibe etmez. Stenti kaplayan ilacın lokal olumlu farmakokinetik ve dağılım özellikleri vardır.

Heparin gibi hidrofilik ilaçlar dokuya geçer fakat dokudan hızla temizlenirler. Paklitaksel ve sirolimus gibi hidrofobik ilaçlar sulu (aköz) fazında suda çözünür değildir ve arteriyel duvarın hidrofobik yerlerine bağlanır. Hidrofobik ve hidrofilik ilaçların ikisinde de arter duvarından geçen uzaysal büyük konsantrasyon gradiyenti vardır. Hidrofobik ilaçların hidrofobiklere göre homojen dağılımı daha iyidir. Günümüzde temin edilebilen ilaçlı-stentler: Paclitaxel, Sirolimus, Everolimus veya Zotarolimus (Şekil 42).



Şekil 41. Restenozu inhibe eden seçilmiş ilaç stentlerin hücre fazındaki etki yerleri.

- **Sirolimus**, Rapamisinidir, doğal olarak makrosiklik laktonlardan meydana gelmiştir (1960'larda, Paswıkalya adası [*papa nui*] topraklarında keşfedilmiştir). Rapamisin *Streptomyces hygroscopicus*'un fermentasyon ürünüdür; antifungal antibiyotik olarak kullanılmıştır. Sirolimus proliferen hücrelerin hücre siklusunu bloke eder (protein FK506; mammalian target of rapamycin [mTOR]).
- **Paklitaksel** (paclitaxel), Pasifikte "Yeni ağaçta" (*Taxus brevifolia*) bulunan ve malin over ve meme kanserlerinde kullanılan güçlü antineoplastik bir ilaçtır. Ağırlıklı olarak hücre siklusunun G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> ve G<sub>2</sub>/M fazlarındaki hücre replikasyonunu inhibe eder (Şekil 41). Paklitaksel oldukça lipofildir, bu özelliği hidrofobik hücre membranlarından hızla alımını sağlar ve sistemik kaybını en aza indirir. Paklitaksel polimer bazlı vermeye uygundur. Tek verilikten sonra antiproliferatif etkisi uzun ömürlüdür ve metale dayanıklı metal kaplama olarak direk olarak uygulanır. Hücre proliferasyonunu
- **Everolimus**, Semisentetik daha yüksek lipofilik makrolid ile immunosupresan ve antiproliferatif özellikleri vardır. Rapamisinin modifiye edilmesi ile yaratılmıştır (kimyasal ismi [40-O-Rapamisin]), rapamisine benzer mekanizma ile mTOR inhibisyonu ile hücre proliferasyonunu baskılar.



**Şekil 42.** İlaç kaplı stentlerin hücre dizaynlar: Cypher (sol üstte), Taxus (sağ üstte), Xience (sol altta), Endeavor stent (sağ altta).

- **Zotarolimus**, Rapamisinin semisentetik türevidir, in vivo yarılanma ömrü daha kısa olarak dizayn edilmiştir. Yüksek lipofilik, immunosupressif ve antiproliferatif özellikleri vardır. Rapamisin ve Everolimus gibi mTOR'u inhgibe eder; büyüme faktörünün yürüt-tüğü hücre proliferasyonunu bloke eder, böylece hücre siklusu aniden G1 fazında durur.

### İlaç salgılayan Stent Sistemleri:

® Bir yıl kesintisiz ikili Anritrombosit tedavi ve İntravenöz Antikoagulan kullanamayan has-talarda ilaç-salgılayan stent implantasyonu kontrindikedir.

- **Cypher** (Cordis corp., Bridgewater NJ.), Sirolimus-salımlı koroner stent sistemlerinin iki komponenti (bileşeni) bulunur; BX hız (velocity) koroner stentsistemi (Cordis Corp., Bridgewater, NJ) ve sirolimus ilaç ürünü. Kullanım için FDA tarafından 2003 yılın-da onaylanmıştır. Tel-üzerinde (over-the-wire [OTW]) veya hızlı değişme (RX) siste-mi olarak üzerinde önceden monte edilmiş olarak piyasada bulunur. Cypher stent 316L paslanmaz çelik ile 6-7 çevresel hücre ihtiva eder. İnaktif bileşen Parilen (parylene) C ve iki aşınmayan (non-aerodible) polimerlerdir: PEVA (polyethylene-co-vinyl acetate) ve PBMA (poly-butyl methacrylate). Temel alt kat iki polimer ve Sirolimusun kombinasyonundan yapılmıştır (%67/%33). Bu kombinasyon daha sonra Parilen C ile önceden



muamele etmiş stente uygulanmıştır. PBMA polimer solusyonu stente üst kat olarak kullanılmıştır. Son olarak, ilaç/polimer solusyonu tüm yüzeye uygulanmıştır. İlaç verme kinetikleri, Sirolimusun %80'ninin 30 günde salınmasını sağlar.

- Cypher Stent, 2.25-3.5 mm çaplarda ve 8-33 mm uzunluğunda tedarik edilebilir. FDA, nativ koroner arterlerde referans damar çapı 2.25-3.50 mm, 30 mm, diskret "de novo" lezyonlara bağlı semptomatik iskemik kalp hastalarında indikasyonunu onaylamıştır.

Bu stent sitolismus, polymethacrylate veya polyolefin copolymerlere bilinen hipersensitivitesi bulunanlarda kontraindikedir. Ayrıca tavsiye edilen antitrombotik (özellikle ikili antitrombosit tedavi) tedaviyi alamayanlarda da kontraindikedir.

Cypher stentin faydası stentiçi restenozunun gösterilmesi, ile azalmıştır (SIRIUS, RAVEL).

**Taxus** (Boston Scientific Corp., Natick MA) Paklitaksel salımlı stent sistemi balonla-genişletilebilen-*Liberte* kaplanmış stent sistemi ile %8.8 Paklitakselin yavaş salımlı şeklini ihtiva eder. FDA tarafından, piyasada bulunan iki versiyonu 2004 yılında Taxus Express veya 2008'de Taxus Liberte'nin klinik kullanımı onaylanmıştır. Liberte daha yeni versiyonu olup telleri daha ince ve daha elastik hücre geometrisi bulunur. Express ve Libertenin benzer polimerleri, ilaç dağıtım ve salım kinetikleri bulunur, fakat stent geometrisi ve tel büyüklükleri farklıdır. Herikiside OTW veya RX sistemlerine önceden monte edilmiş olarak bulunabilir.

Stentin kendisi 316L paslanmaz çelikten yapılmıştır. Taxus sistemi üç-blok kopolimer [SIBS; poly (styrene-b-styrene)] inaktif bileşik Transulate kullanılmıştır. Poimer Paklitaksel ile karıştırılmış ve primer veya üst tabaka olmadan metal stentin tüm yüzeyine uygulanmıştır.

- Günümüzde bu stent 2.25-4.0 çapında ve 8.0-32 mm (Express, Liberte) büyüklüğünde tedarik edilebilir. FDA de novo nativ (2.25-4.0 mm çapında ve 28 mm [Express], 34 mm [Liberte] uzunluğunda) koroner arter lezyonlarında kullanım için onaylamıştır. Taxus Express ek olarak yalın-metal restenotik lezyonlarda (2.5-3.75 mm çapında, 28 mm uzunluğunda) indikasyon almıştır. Paklitaksel ve Transulate karşı bilinen hipersensitivitede kontraindikedir. Ayrıca antitrombosit ve antikoagülan tedavi tavsiyelerini alamayanlarda da kullanılmamalıdır. Taxus stentlerin faydası da değerlendirilen stentiçi restenoz ile azalmıştır (TAXUS).

**Xience V** (Abbott Vascular Santa Clara CA) everolimus-salgılayan sistem inaktif aşınmaz (non-erodible), stente ve ilaç kaplamaya yapışan polimer PBMA kapsamaktadır. FDA tarafından 2008'de klinik kullanımı onaylanmıştır. PVDF-HFP (vinylidene fluoride ve hexafluoropropylene monomerler) de ihtiva eder, ilaç matriksi Everolismustur. İlaç matriks kopolimer everolimus ile karışmış ve PBMA kaplanmış stent yüzeyine tamamen uygulanmıştır (%83/%17).

- Stentin kendisi L-605 kobalt kromiyum alaşımdır. Sistem RX veya OTW balon kateter sistemlerine monte edilmiş bulunur. 2.5-4.0 mm çap büyüklüklerinde ve 8-28 mm uzunluğunda tedarik edilebilir. Semptomatik kalp hastalığında, uzunluğu 28 mm ve referans çapı 2.5-4.2 mm de novo koroner lezyonlarda lumen çapını düzeltmek için indikasyon

verilmiştir. Bu ikili stent antitrombosit ve antikoagulan tedavi alamayanlar; stentin uygun yerleştirilmesi ve balonun tam şişirilmesi (anjiyoplasti) mümkün olmayanlarda, ve de Everolimus, Kobalt, Kromiyum, Nikeli Tungsten ve Florokopolimerlere hipersensitivitesi olan hastalarda kontraindikedir.

Taxus stent ile karşılaştırılan Xience stent 270 günde Taxustan daha üstün bulunmuştur (SPİRİT). İki yıllık takipte stent trombozu Xience ile 2 yılda %1, >1-2 yılda %0.3 bulunmuştur. Xience stent *Promus* ticari adı (Boston Scientific) ile de piyasada bulunur.

**Endeavor** (Medtronic Vascular, Santa Rosa CA), Zotarilimus salgılayan stent ince tel, düşük profil, kobalt kromiyum alaşımı sürücü (Medtronic Vascular, Santa Rosa, CA) stent, phosphorylcholine polymer, ve zotarilimustan oluşur. FDA tarafınan 2008'de onaylanmıştır. Kullanılan eritrosit membranına benzeyen polimer hidrofilik biomimetik polimerdir. Stentin 1 mm uzunluğu 10 micg zotarilimus dozu ihtiva eder. Bu alaşım 2 hafta içinde ilacın %98'ini salgılar ve stent implantasyonundan sonra yaklaşık 28 gün tedavi dozları düzeyindedir.

- Stent 2.5-3.5 mm çaplarında ve 8-30 mm uzunluğunda tedarik edilebilir. İskemik kalp hastalarında, Uzunluğu 27 mm, referans çapı 2.5-3.5 mm de novo koroner arter lezyonlarında koroner lumen çapını düzeltmiştir. Bu stent zotarilimus, kobalttan oluşan alaşımlar (kobalt, kromiyum, nikel tungsten), veya phosphorylcholine polimer hipersensitivitesi bulunanlarda; bir de diğer ilaç salgılayan stentler gibi antitrombotik ilaç alamayan; ve de stentin uygun konuşlandırılmayacağı ve balon anjiyoplastinin tam yapılamıyacağı hedef koroner lezyonlarda da hastalarda da kontraindikedir.
- Endeavor sistemi Driver BMS (Yalın Metal Stent) ile hastalarda tek koroner arter darlığında karşılaştırıldı, Endeavor (toplanmış hedef damar restenozu, Mİ, kardiyak ölüm) 9 ayda anlamlı olarak azalmıştır (%15.1'e karşı %7.9), stent trombozu ise iki grupta farklı bulunmamıştır (ENDEAVOR). Endeavor stent Paklitaksel salgılayan Taxus ile mukayese edildiğinde, 3 yıllık takipte iki grup arasında (hedef damar revaskülarizasyonu veya major kardiyak olay) anlamlı fark bulunmamıştır (ENDEAVOR III).

### Bioabsorbable (Biyolojik emilebilir) Stent:

Metal stent ile damara destek iskele kurmaktan çok antiproliferatif ilaçların geçici olarak verilmesi gerektiğinde; biyolojik emilebilir ilaçlı stentler ile hedef ilaç salgılayan metal stentlerin en az bir yıl kesintisiz ikili antitrombosit tedavi kullanımı, muhtemel kalıcı yan dal okluzyonu, sonraki cerrahi revaskülarizasyonun zorluğu, reaktif vazomosyonun yok edilmesi, ve geç stent trombozu gibi eksiklerini sınırlamaktır. Emilebilir stent, restenozu neden olan damarın geri tepmesi ve subakut kapanmasına karşı koruma sağlayabilmesi için yeteri kadar uzun süre kalması gerekir.

Özel bir stent sistemi, biyolojik emilebilir everolimus-salgılayan stent sistemi (Abbot Vasküler; BVS); biyolojik emilebilir, daha hızlı emilebilir polilaktik asit ile kaplanmış polilaktik asitten yapılmıştır, everolimus ihtiva eden polilaktik asit daha hızlı emilir ve everolimusun salımını kontrol eder, ilacın %80'i 28 günde salgılanır. Günümüzde FDA'nın onayladığı biyolojik emilebilir ilaç salgılayan stent yoktur.

## BAŞARILI STENT İMPLANTASYONU İÇİN PRATİK MANEVRALAR:

### Pratik tavsiyeler:

- Üstüne stent oturtulmuş balon-kateter (kısacası Stent) hedef lezyona, öne doğru ilerletilemiyorsa; öncelikle dikkat edilmesi gereken noktalar: (1) KK'nin pozisyonu ve stabilitesi, (2) KT'nin sertliği ve pozisyonu, (3) damarın tortuözlüğü ve kalsifikasyonu, ve (4) stentin uzunluğu süratle gözden geçirilip değerlendirilmelidir.

**Kılavuz kateter:** KK'nin Ucu ostiyum ile eşeksenli olmalı ve Stentin ilerletilmesi kılavuz kateteri geri çekmemelidir. KK'de geri çekilme oluyorsa, KK yeteri kadar güçlü değildir; daha derin oturtulmalıdır. KK derin oturmuş ve Stent ilerlemiyorsa, KK'nin şekli (distal ucun eğriliği) uygun değildir; daha büyük KK ile değiştirilebilir.

**Kılavuz tel:** KK'nin yeri iyi stabil değilse ve hedef koroner arter fazla tortuöz ve kalsifikse; daha fazla destek sağlayan ikinci bir KT (birincisi kadar veya daha sert) desteği hafif yetersiz KK'yi kompanse edebilir. Fazla KT'nin başarısının mekanizması; içindeki fazla tel KK'yi daha sertleştirir, daha iyi destek sağlar, böylece de; (i) Lezyonun proksimalindeki segmenti düzleştirir ve sonuçta stent daha kolay kayabilir, (ii) içteki eğrilikten dolayı daha sert olan fazla (ikinci) KT dışa doğru yönelir ve lumenin merkezine yerleşir. Bununla birlikte, KK fazla anstabilse (LCX için Judkins KK), fazla KT sorunu çözemeyebilir, Amplatz KK ile veya KK daha derine sokularak, yeterli stabilite ve destek sağlanabilir.

**Hedef koroner arter:** Şayet arter orta derecede tortuöz ve kalsifikse, sorun açıkca KK veya KT de olmayıp arterin morfolojisindendir. Stentin ilerlemesine karşı koyan lezyon proksimal segmentte ise proksimal segmentin dilatasyonu gerekir. Nadiren, sorun stentin geçmesini engelleyen kalsifik yüzeyi pürtüklü, eksantrik plağa stentin sürtünmesidir. Birincisine eklenen ikinci KT ile sağlanan ek destek Stenti plak yüzeyinden dışa doğru çevirecek kadar güçlü olmayabilir. Bu durumda çözüm; plağın yüzeyinin rotasyonel atarektomi ile düzeltilmesi olabilir.

**Stent:** Stentin en önemli özelliği fleksibilitesi ve balon üzerine oturtulan stent yüzeyinin düzgünlüğüdür. Arter segmentinin eğriliği üzerinde telleri çok az açılan stentler bu olgularda en iyisidir. Uzun stentlerin eğrilik üzerinde "kilitlenme" eğilimi vardır; özellikle bu komplikasyon stent bükülü iken telleri açılmışsa meydana gelir. Yavaş hareket ettirilerek ve stent üstüne hafifçe sabit kuvvet uygulanarak salınabilir. Bazan KT'nin çekilmesi kilitin salınmasına neden olabilir Tortuöz damarlarda kısa stentler genellikle daha başarılıdır.

**Teknik ipuçları:**

® Aşağıdaki manevralar ilk kez uygulanacaksa; bunları önceden uygulayan tecrübeli bir operatör ile birlikte uygulanması (Bakınız Bölüm 2.1.D) tavsiye edilmektedir.

**Hedeflezyonun bulunduğu yolu (arterin proksimali ve distalini) test etme:** Hedef lezyon balon ile öndilate edildikten sonra, Stentin sorunsuz ilerletilebilmesi için hazırlanır. lezyonun değerlendirilmelidir. Bunu test etmenin bir yolu öndilatasyonda kullanılan söndürülmüş balonun, yan çıkıntılar halen dışarıda iken lezyonu tekrar geçmek için ilerletilmesidir; şayet balon tortuöz segment ve lezyonu kolayca tekrar geçerse, stentin de (üstüne stent taşıyan balon) dilate edilmiş lezyonu geçme şansı var demektir (>%50).

**Arkadaş teller (buddy-wire) tekniği:** Bu yaklaşımda, stent taşıyan balon katetere daha fazla destek sağlamak veya tortuöz segmenti düzleştirmek için ağırlığı daha fazla, daha kalın ve sert olan “görev teli” fonksiyonu gören ikinci bir KT gerekebilir.

- Stent birinci tel yolu (üzerinden) ile ilerletilemediğinde, birincisinin yanından ilerletilerek geçilen hedef lezyonun tortuöz segmenti, bu daha ağır ikinci tel ile düzleşebileceğinden, birinci tel üzerindeki stentin hedef lezyonu geçişi kolaylaşır, stent olağan şekilde rahatca ilerletilir. Stent lezyonu geçerse, arkadaş-tel çıkarılır ve stent konuşlandırılır. Fazla ikinci tel işe yaramamış veya yetmemişse, ilave üçüncü tel faydalı olabilir.

**Distal arkadaş- balon (buddy- balloon) tekniği:** KK’nin koroner arter ostiyumuna iyi oturmamasına bağlı kötü desteğinden dolayı birçok durumda stent istenen yere ilerletilemez. Bu durumda KK’nin daha derine oturtulması, buddy wire ve stentin bükülmesi dahil tüm teknikler yetersiz olduktan sonra; tel üzerinde- balon (over-the-wire baloon) -üstüne monte edilmiş stent hedef lezyonun ötesine distal segmente doğru ilerletilir, sonra da balonun teli kısıtması için şişirilir ve tel “tuzağa düşüp” kısıtıldığından orada sabit kalır, bu manevranın sağladığı avantaj; şişirilmiş birinci balon (arkadaş) ile tuzaklanmış (kısıtılmış) tel proksimal ucundan çekildiği sürece gergin kalır, böylece stent- oturtulmuş ikinci balon-kateter gerilmiş ikinci tel üzerinden rahatca ilerletilir. Ancak, stent-taşıyan balon lezyona ulaştınca arkadaş-balon çıkarılmalıdır, çıkarılmazsa konuşlandırılmış stent tarafından emilebilir ve sıkışabilir.

- Bu tekniğin başarısının mekanizması: (a) Telin çekilmesi KK’nin daha derine sıkıca yerleşmesini sağlar (daha iyi destek sağlar). (b) Balon ile tuzaklanan birinci tel çekilip gerilebilir ve böylece stentin kolayca taşınabileceği sert bir ray durumuna gelir. (c) Damarın proksimal segmentinin düzleştirilmesi telin destek fonksiyonunu artırır.

**Proksimal saptırma balon tekniği:** Küçük balon şüpheli bölgenin yanına kadar ilerletilir ve lezyonun tam proksimalindeki eksantrik çıkmaz boşluk doldurulur, burada yerleşen birinci balonun sağladığı güçlü destek, ikinci balon veya stent-taşıyan balonu hedef lezyon yüzeyine akıcı ve düzgün bir şekilde yöneltir.

- Bu tekniğin kullanıldığı durumlar: (a) Stent konuşlanmasından sonra, yüksek basınçlı postdilatasyon için balon-kateter stentin içinden geçirilemediğinde ve (b) distal koronma uygulanan olgularda cihaz kullanıldıktan sonra aspirasyon ve geri- çıkarma kateterlerinin stentden geçirilemediği durumlar.

- Hafifçe kalsifik plaklarda, ikinci *buddy- wire* kullanılsa dahi stentin distal kenarı plak üzerinde yakalanmaya devam eder, ilerletilemez; buddy- balonun 2 atm ile hafifçe şişirilmesi stentin plaktan daha fazla sekip kurtulmasını ve arzulanana yere ilerlemesini sağlar. Bu tekniği kısıtlayan durumlar: (i) Daha büyük KT gerekmesi ve (ii) damar lumeninin iki balon kateteri yönetecek kadar büyük olması. (iii) Birden fazla tel ve balon- kateter uygulanması, damarın proksimal bölümünde yaralanmaya sebep olabilir.

**Stentin kısmen şişirilmesi, sonra da tortuöz segmentin geçilmesi:** Tüm girişimlere rağmen stentin lezyonun keskin (dar açılı) köşesinden geçirilemediği durumda, daha sonra stent-oturtulmuş, balonun 2-3 atmosfer ile şişirilmesi ile tüm stentler tortuöz segmentten başarılı şekilde geçirilebilir ve konuşlandırılabilir bu teknikle balon-stent kompleksi daha sert, düz ve lumen ile daha fazla eşeksizli duruma gelir.

- Bu manevranın sorunları: Özellikle keskin açılı kıvrımlarda sert ve düzleşmiş stent arter duvarını perfore edebilir; şişirilmiş balon lezyonu geçememişse, ilerletmeden önce balon tekrar söndürülmemelidir, balon söndürülmeden lezyon geçilirken zorlanırsa stent balonun üzerinden hızla kayabilir.

**Tortuöz artere stent konuşlandırma:** Stent fazla tortuöz arteriyel segmentte konuşlandırıldığında, stent tellerinin iyi gerilmesinden ziyade, damar duvarı stent tellerinin arasından taşarak invaginasyonlar oluşturur. Tortuöz arterin doğal eğriliği boyunca stentlenmiş segment uzunluğunu maksimuma çıkarmak için tellerin damar duvarının karşısında (yüz-yüze) olduğundan emin olunmalı, hasta derin inspiryumda iken stent konuşlandırılmalı.

- Stent tellerinin damar duvarını iyi desteklemesini sağlamak için; stentlenmiş segmentin uzunluğu tortuöz arterin doğal eğriliği boyunca en yüksek dereceye çıkarılmalıdır.
- Stent işlemi sırasında hasta derin nefes aldığı anda konuşlandırılmalı; çünkü derin inspirasyon kalbi daha vertikal duruma getirerek koroner arteri uzatır, bu kısa zaman aralığında stent konuşlandırılmalıdır.

**Gittikçe incelen (konik) hedef arterin uygun, doğru büyüklüğünün hesaplanması:** Balonun uygun ve başarılı şişirilmesinden sonra, söndürmeden 5 saniye önce az miktarda kontrast boya injekte edilerek dilate edilen hedef lezyonun proksimal segmenti ile uyumlu balon büyüklüğü doğrulanabilir.

- Stent konuşlanmasından sonra aynı manevra, dilate bölgenin proksimal segment ile uyumlu doğru stent büyüklüğünü de gösterir.
- Şayet kontrast boyanın şişirilmiş balon-stent kompleksinin proksimal segmenti etrafından aktığı görülüyorsa küçük stent seçildiğini işaret eder; stentin tekrar yüksek basınçta şişirilmesi ve/veya daha büyük balon kullanılması gerekir.
- Stent az dilate edilmişse; balon söndürülerek birkaç milimetre geri çekilir, böylece stentin distal kenarının fazla dilate edilmesi engellenebilir. Daha fazla büyüklük sağlamak için stent yüksek-basınçla tekrar şişirilmelidir.

Optimal Stentleme için en ideal yöntem (uygun büyüklük, doğru lokalizasyon ve konuşlanma) İVUS görüntülemesidir.

## Stentin Konuşlandırılması

PKG, normal cerrahi desteği olan veya olmayan koşullarda yapılır (Bakınız Bölüm 2.1A, 2011 PKG kılavuzu), birçok lezyon stratejik olarak öndilate edilerek standart ve yüksek basınçta acilen stentlenir. Bunun yanında, bazı operatörler öncesinde balon şişirilmeden direk stentlemeyi tercih edebilir.

### Direk stentleme:

Anlamli kalsifikasyon ve/veya açılanması olmayan seçilmiş lezyonlarda tercih edilen emniyetli ve mantıklı bir tekniktir, bu tekniğin hedef aldığı lezyonlar referans distal damar çapı iyi görülebilenlerdir. Buna karşılık hedef lezyon darlığının derecesi bu yöntem için önemli bir kısıtlama değildir. Bu tekniğin en etkili olduğu lezyonlar özellikle hedef koroner lezyon patolojisinde trombusun önemli rol oynadığı anstabil angina ve diğer akut koroner sendrom hastalarıdır. 'A tip' lezyonlarda, stent büyüklüğünü tayin etmek için referans damar çapı kolay ve doğru ölçülebilir.

- Düşük koroner kan akımına bağlı olarak, distal damarda kronik vazokonstriksiyon bulunan lezyonlarda, hedef koroner arterin anjiyografik distal referans çapı olduğundan daha küçük görünebilir. Bazen de, fibrotik, kalsifikasyonlu lezyonlar veya balonun yırtılmasına bağlı olarak distal damar opaklaşmasının kötü olduğu durumlarda kötü veya yanlış stent konuşlanması meydana gelebilir; hatalı stent konuşlanması olasılığından bu hastalarda direk stentlemenin avantajları geri tepebilir, proksimal segmentteki kalsifik kitle rotasyonel yöntemlerle çıkarılabildiğinden (aterektomi, rotablatör) daha başlangıçta anjiyoplasti ve stentleme öncesinde lezyonda yoğun kalsiyum varlığı kontrol edilmelidir. Floroskopi bu hastalarda yüzeysel kalsiyum aranması için her zaman yeterli olmayabilir.
- Bu tip lezyonu geçmek için stent oturtulmuş balon- kateterin hafifce itilmesi gerekir, uzamış ve kuvvetli zorlama sonucunda stent balonun üzerinden kayabilir ve distale embolize olabilir.

**Direk stentlemeye elverişli lezyonlar:** Aşağıdaki özellikleri bulunan hedef lezyon ve hastalar Direk stentlemeye uygundur.

### Başarılı direk stentleme lehine olan faktörler:

1. Genç hastalar: <70 yaş,
2. Hedef ve diğer koroner damarlarda kalsiyum olmaması,
3. Ciddi proksimal tortuozite olmaması,
4. Hedef lezyonun sol-sirkümfleks (LCx) koroner arterin lezyonu olmaması
5. Hedef lezyonun fazla distal lokalizasyonda olmaması.

- Bu faktörlerin tersi direk stentlemenin kontraindikasyonlarıdır; örneğin: >70 yaş hastalar, lezyonun distal lokalizasyonda olması, proksimal tortuözite ve hedef lezyon ile diğer koroner arterlerde yoğun kalsifikasyon bulunması ve LCx lezyonu gibi.

### **Balon anjiyoplasti ile 'Öndilatasyon':**

Prensip olarak, stent implantasyonundan önce yapılan öndilatasyonun hedefi mükemmel anjiyografik sonuç sağlamak değil, stentin uygun yere doğru yerleştirilmesine yardımcı olmaktır.

Stentleme öncesi hedef lezyonun anjiyoplasti ile tam dilate edilmesi ile işlemin mükemmel sonuçlanması durumunda rezidüel darlık kalmayacağından hedef darlık tamamen kaybolur ve anjiyografide görülebilen lezyon yeri ortadan kalkar; dolayısı ile tam öndilatasyon sonucunda baştaki tanısal anjiyografide belirlenip de hedeflenen yere stentin doğru olarak yerleştirilmesi güçleşir, bu belirsizlik hedef lezyonun bulunduğu hasarlı damar segmentinin stent ile tam olarak kaplanamama riskini yükseltir.

- Lezyon patolojisinin ağır kalsifik ve fibrotik bulunabileceği beklenmediğinde, bu tip lezyon önceden tam olarak dilate edilemeden stent konuşlandırılmışsa balon stenti tam olarak dilate edemeyebilir (açamayabilir) ve yarı açık kalan stent subakut trombus oluşumunun nüvesini oluşturur.

### **İlaçlı- stent'in 'Yüksek-basınçlı' Post-dilatasyonu:**

Daha büyük lumen çapı daha düşük restenoz oranı sağladığından; stent doğru olarak konuşlandırdıktan sonra en büyük lumen çapını elde etmek için yüksek basınçla post-dilate edilmelidir.

- Bu stratejide, stentten daha kısa nonkompliyan balon kullanılır, böylece yüksek-basınçlı post-dilatasyon ile kenar diseksiyonu meydana gelmez (uzun balonun stent kenarlarından taşması ekarte edildiğinden).

Ancak, yüksek-basınçla post-dilatasyon sonucunda fazla plak kitlesinin lezyonlu damar segmentinin uzun ekseninde stent kenarlarından aşması ve stent tellerinin arasından lümen doğru çıkması (ekstrüzyon) meydana geldiğinden, bu yöntemle stent konuşlanmasından sonra proksimal ve distal stent uçlarında görülen minimal bulanıklık veya stentlenen bölgeden çıkan yan dalın ostiyal çapının büyüklüğünde geçici azalma ve distal düşük akıma neden olan distal embolizasyon daha sıktır.

- Yeni stentlenen bölgenin proksimal veya distal uçlarında görülen yeni oluşmuş kütleli aterosklerotik materyale bağlı (çıkıntı veya girintiler) daha fazla türbülanslı akım oluşur. Bu durum ilaçlı- stentleme sonrası proksimal uçta restenoza sebep olan sürtünme kuvvetini artırır. Bu nedenle, ilaçlı-stent konuşlandırıldığında, operatör stenti hedef lezyona doğru ilerletirken proksimal segmentte endotelial 'soyulma'yı engellemelidir, işlem yapılan tüm bölgenin (gelecekte restenotik) DES ile tamamen kaplanması na gayret edilmeli ve stent giriş ve çıkışında farklı akım şekli oluşumu önlenmelidir.

## **İdeal Stent İmplantasyonunda Pratik Manevralar**

### **Stentin konuşlanma- sonrası balon şişirilmesi:**

Stent konuşlandıktan sonra yüksek-basınç uygulanması (post-dilatasyon) için seçilecek balon kısa ve nonkompliyan olmalıdır. Balon kısa olmalı, böylece her iki uçta stentle kaplı olmayan damarın intimasında (uzun balonun kenarlarından taşmasına bağlı) yırtılma olmadan balon stent içine uzunluğunca uçlarından taşmadan uyumlu şekilde yerleşir.

- Balon stentten uzunsa, stentten taşan fazla balon uzunluğu stentin proksimal ucuna yerleştirilir; bu pozisyonda disseksiyon distal uçtan ziyade Proksimal uça olacağından, stentin tekrar geçilmesi gerekmez. Bu pozisyon aynı zamanda proksimal referans segmente göre sıklıkla daha küçük olan distal segmentin fazla dilate olmasını da önler. Ayrıca, stent proksimaline yerleştirilen balonun fazla uzunluğu, balonun yırtılması veya sıkışması durumunda; stentin distal ucunda yerleştirilseydi çıkartılması oldukça güç hatta imkansız olacağından; bu risk de ortadan kalkar.

### Stentlemenin Teknik İpuçları:

#### Stenti ilerletmek için en iyi manevralar:

- *Daha stabil KK pozisyonu sağlanmalı veya mümkünse KK emniyetli olarak derin oturtulmalı.*
- *Damarı uzatmak ve düzleştirmek için hasta derin nefes alırken, KT geri çekilirken (katerin içindeki sürtünme azalacağından ve kılavuz kateter düzleşeceğinden) stent- taşıyan balon-kateter üzerine öne-doğru devamlı baskı uygulanarak, itilir.*
- *Arteri düzleştirmek için ikinci daha sert KT ilerletilebilir (Buddy-tel tekniği). Stent-taşıyan balon ikinci sert "arkadaş"- telin üzerinden ilerletilir. (i) Daha iyi destek sağlaması ve ostiyuma sürtünmeyi azaltması için KK, kavisi farklı olan ile değiştirilebilir. (ii) Proksimal segmentin önce dilate edilmesi veya plağın rotasyonel atarektomi tekniği ile çıkarılması stentin ilerlemesini kolaylaştırabilir. Bazen stent yumuşak KT üzerinde daha kolay ilerletilebilir.*
- *Başarı garantisi olmayan diğer bazı teknikler:*
  1. *Balonun kısmen şişirilmesi stenti obstrüktif plaktan uzağa saptırabilir*
  2. *Balonun ucunun hafifçe şişirmek (bubble stent).*
  3. *Sorun proksimal segmentdeki tortuöze ise, stent daha kısa olanı ile değiştirilebilir.*
  4. *Arterin eğriliğine uyması için stenti bükmek.*
  5. *Daha iyi fleksibitesi olan başka bir stent seçmek.*
  6. *Buddy-balon tekniği: Konuşlandırılacak bölgenin ötesine ikinci bir balonun ilerletilmesi, birinci KT sabit tutulurken balon şişirilir ve yanında duran kılavuz teli sıkıştırır; sonra da birinci KT dışardaki ucundan çekilerek gergin tutulur ve bu gerili tel üzerinden stent kaydırılır.*
  7. *Lezyon öncesindeki yan dallardan birinde küçük çaplı bir balonun düşük atmosferde şişirilmesi ile oluşan vakum etkisi sonucunda KK'nin daha iyi destek vermesi sağlanarak stent veya balon geçişi kolaylaştırılabilir (Anchor-Çapa tekniği).*

#### Balon ile iyi genişletilemeyen stentin sonra yeniden konuşlandırılması:

Stenti yeniden konuşlandırmak için kompliant-olmayan, yüksek basınç balonu sokulur ve şişirilir. Buna rağmen çok yüksek basınçla balon şişirme stenti genişletemez, geleneksel lazer anjiyoplasti kullanılması stent tellerinin arkasında lokal disseksiyonu provoke edebilir.



Kanın ekzaymer lazer ile radyasyonu sonucunda buharlaşan kabarcık oluşumu ve damarın mekanik travması lokalize disseksiyona neden olur, bu sırada intrakoroner normal serum fizyolojik infüzyonu kanın yerine geçerek radyasyonu ve sonuçta damar duvarı travmasını en aza indirir. Bu yöntem beklenmeyen ağır kalsifikasyonlu lezyonlarda stentin konuşlandırılmadığı koşullarda kullanılabilir.

#### Teknik Manevralar:

- Aynı balon kullanılarak şişirme basıncı maksimuma çıkılır. Proksimal ucun iyi şişirildiğinden emin olunmalı; yeni balonun tekrar sokulmasına yardımcı olması için balon muhtemel en yüksek basınç ile şişirilmeli (maksimum noktası aşıncaya kadar). Konuşlanmamış stentin içine yeni balonun tekrar sokulması her zaman kolay olmayabilir; balon hareket ettirilirken dikkatli olunmalı, çünkü lezyondaki iyi konuşlanmamış stent yerinden kaçabilir (distal ucu küçük, proksimali büyük olduğundan); şişirilmiş ve tekrar kötü sarılmış, büyük ve kanatlı balonun kullanımı riskli olabilir.
- Mevcut balonun kompliant-olmayan ve yüksek-basınç balon ile değiştirilmesi.
- Kan ortamında lazer anjiyoplasti stent telleri arkasında lokal disseksiyona sebep olacağından sonrasında stenti yeniden konuşlandırmak için balon tekrar şişirilmeli.

### Balon Anjiyoplasti ve Stentleme Girişiminin Temel Prensipleri

#### İşlemin Pratik olarak Aşamaları

**Kateter laboratuvarında, steril Standart teşhis masası malzemelerine eklenmesi gerekenler:** PKG işlemi başlamadan önce işlem elektif veya acil olsun olmasın, standart malzemeler sorumlu uzman hemşire tarafından her an kullanıma hazır durumda steril koşullarda malzeme masasında temin edilmelidir.

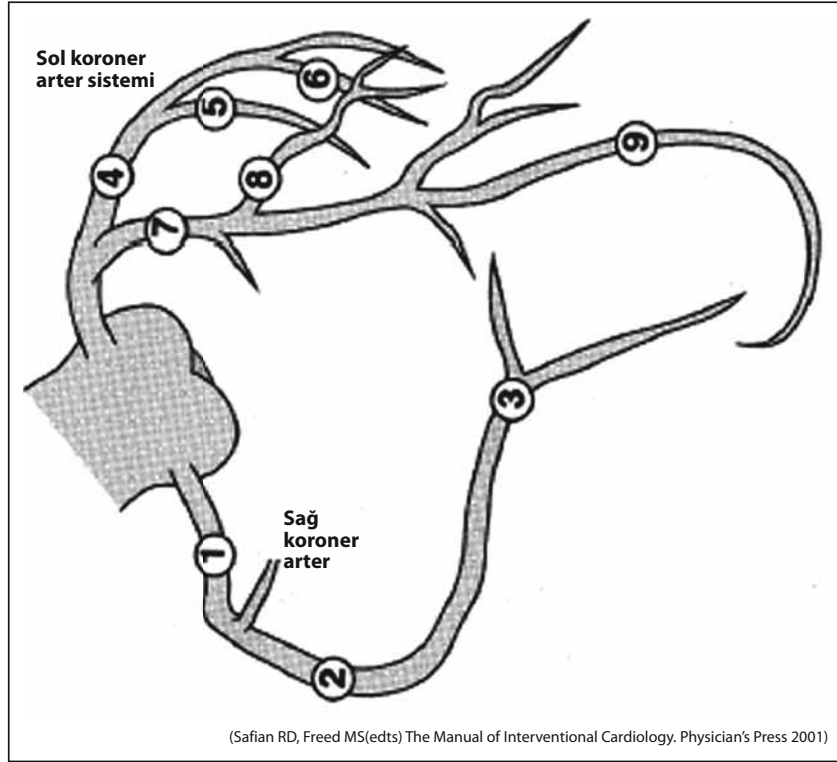
- PKG cihazlarını (stent oturtulmuş veya yalın balon-kateter, 0.015 kılavuz tel) hedef koroner artere ulaştıracak Kılavuz kateter.
- Balon-kateteri şişirme ve söndürmek için Şişirme cihazı (İndeflatör).
- Dilüe edilmiş kontrast boya karışımı: %50 kontrast boya/%50 serum fizyolojik.
- Hemostaz kapağı (Y adaptörü): Kılavuz kateterin proksimal ucuna bağlanır; “O halkası”, PKG cihazı ve kılavuz telin manipüle edilmesini sağlar; yan-kolu ise Manifold-sistemi ile kateter içinden basınç alınmasını ve intrakoroner kontrast boya ve vazodilatör ilaç verilmesini sağlar.
- Lezyonu geçmek için 0.014 inç çapında kılavuz tel (140-300 cm uzunluğunda).
- Kılavuz teli yönetmek için, kılavuz telin proksimal ucuna takılan yönetici cihaz, “Torque”.
- Intrakoroner kullanım için Nitrogliserin, Adenozin, Verapamil, Diltiazem ve Nitrop-russid enjektöre çekili (üzerine içeriği ve miktarı yazılı) hazır bekletilmeli.
- Steril kaplar,
- ACT, laboratuvar testleri için kan örneği almak için steril şırıngalar.

- Steril örtüler, klipler ve gazlı bezler gerekebilir. Kılavuz kateter ve telin silinmesi ve içinde tutulması için serum fizyolojik ile doldurulmuş, değişik büyüklükte kaplar, İnflatör havası çıkarılıp kontrast boya/serum fizyolojik karışımı ile doldurulmalı.

### **(ADIM-I) – Arteriyel girişin hazırlanması ve tanısal anjiyografi:**

İndeks girişimden önce PKG'ye uygun hedef lezyon ve damarı değerlendirmek maksadı ile daha önceden elektif tanısal anjiyografi yapıp lezyon bilinse dahi, indeks PKG girişim sırasında intrakoroner işleme başlamadan önce başta elektif olarak işleme uygun referans damarı ve sorumlu lezyonu değerlendirmek için tekrar ön-anjiyografi yapılmalıdır. Uygun arteriyel giriş yeri çoğunlukla sağ femoral arterdir, veya deneyimli operatörün tercihinine göre ve özellikle akut koroner sendromlarda radyal arterdir.

- *Sedasyon:* Hastaya işlem öncesinde anksiyeteyi kırmak ve hafif sedasyon sağlamak için sıklıkla iv veya oral diazepam gibi sedatifler verilebilir (Alprazolam; oral Xanax, Midazolam; iv. Dormicum gibi); hastanın anksiyetesi kırılmalı, ancak sorulara cevap verebilecek düzeyde bilinç açıklığı ile sedasyon sağlanmalı, bilincin tamamen kapanması arzu edilmez.
- 1) *Arteriyel giriş- kılıfının yerleştirilmesi:* Seçilen arteriyel giriş yerindeki arter Seldinger yöntemi ile delinmeden önce lokal anestetik ile arterin etrafındaki cilt cilt-altı dokuları lokal anestetize edilerek (tanısal koroner anjiyografi tekniğinde anlatıldığı gibi) hemostatik başlı-kılıf tekniğine uygun olarak yerleştirilir (Bakınız Bölüm 2.1).
  - 2) *PKG öncesinde hastanın kontrast nefropatisi riski değerlendirilmelidir:* Fizik muayene ile hastanın hidrasyon durumu kabaca değerlendirildikten sonra; yaşı, hikayesinde geçmiş böbrek hastalığı, diyabet, diüretik kullanımı ve dehidrasyonun neden olduğu bulgu ve şikayetler (özellikle ishal, kusma ve aşırı terleme gibi) sorgulanmalıdır.
    - Kontrast nefropatisinden başlıca etkin korunma önlemleri: (i) Kardiyak kateterizasyona giden hastalara işlem öncesinde yeterli hazırlayıcı hidrasyonun yapılması, (ii) kronik böbrek hastalığı bulunanlarda (GFR <60 ml/dk) kullanılan kontrast boya volumunun en aza indirilmesidir.
    - Sağ ve sol koroner arterler, koroner anjiyografi standartlarına göre kontrast boya verilerek çeşitli projeksiyonlarda görüntülenerek kaydedilir. Ancak, akut koroner sendromlarda, SV disfonksiyonunda ve yakında akut kalp yetersizliği geçirenlerde, sol ana koroner hastalığı ve çok damar hastalarında projeksiyon sayısı azaltılabilir; sol ventrikülografi atlanarak sağ koroner için 1, sol için 4 projeksiyon yeterli olabilir. Sol ventrikülografi operatörün tercihinine göre, özellikle sorumlu arter ve lezyonun tesbit edilemediği durumlara saklanabilir (Şekil 43, Bölüm 1.1A).
  - 3) *Tanısal sineanjiyografi:* Kontrast nefropatisinden korunmak ve volum yüklenmesini önlemek için, öncesinde hastanın optimal hidrasyonu sağlanmalı, kontrast boya kullanımı vücut ağırlığına göre hesaplanıp sınırlandırılmalıdır (özellikle yaşlı ve diyabetikler).



**Şekil 43. Sağ ve sol koroner arterlerin standart segmentleri.** Sık olarak kullanılan anjiyografik görüntüler-projeksiyonlar.

**RCA:**

**(1) Proksimal -RCA:**

- 30° RAO, 30° kaudal
- 20° RAO, 20° kaudal
- 90° LAO, 20° kaudal

**(2) Mid-RCA**

- 30° LAO
- 20° RAO
- 90° LAO

**(3) Distal- RCA:**

- 30° LAO, 30° kranial
- 90° LAO

**LCX:**

**(4) Proksimal- LCX:**

- 30° RAO, 30° kaudal
- 30° LAO, 30° kaudal

**(5) Obtuz Marginal:**

- 20° RAO, 20° kaudal
- 50° LAO, 30° kaudal

**(6) Distal- LCX:**

- 30° RAO, 30° kaudal
- 30° LAO, 30° kranial

**LCX:**

**(7) Proksimal LAD:**

- 20° LAO 20° kranial
- 30° RAO, 30° kaudal
- 50° LAO, 30° kaudal

**(8) Mid-LAD:**

- 50° LAO, 30° kranial
- 60° RAO, 20° kranial
- 90° LAO
- 50° LAO, 30° kaudal

**(9) Distal-LAD:**

- 20° RAO, 20° kaudal
- 40° LAO
- 20° LAO, 20° kranial

**TABLO 19.** PKG işlemi sırasında uygulanması gerekli Antitrombotik Tedavi Stratejisi

1. Aspirine oral P2Y12 blokeri trombosit inhibitörlerinin kombine edilmesi: Klopidoğrel veya akut koroner sendromlarda PKG'ye gidenlerde STEMI'de Prasugrel veya NSTE- AKS'de Ticagrelor öncelikle tercih edilmeli; hasta önceden bu tedavileri kullanmıyorsa bu ilaçlara kateterizasyon masasında yüklenme dozunda başlanmalı (Klopidoğrel 300- 600 mg, Prasugrel 60 mg, Ticagrelor 180 mg oral yüklenme dozu). Prasugrel naif olmayan (önceden başka bir P2Y12 alan), >70 yaş, <60 kg ve TİA, inme hikayesi bulunanlarda kontraindikedir. PKG'ye gidenlerde yeni P2Y12 inhibitörlerinin ikisinin de bulunmadığı durumda alternatifidir klopidoğrel.
2. Akut koroner sendromlar ve semptomlu kronik iskemik kalp hastalığında hedef lezyonun trombus yoğunluğu ve akut kapanma riskine göre işlem sırasında iv GPI (Tirofiban) verilmesi faydalı olabilir (rutin değil): Trombus yükü fazla, no-reflow, devam eden iskemide ve oral P2Y12 inhibitörü verilemeyenlerde.
3. İşleme başlarken FOH (ACT kontrolü ile), DMAH; akut NSTEMI'de Fondaparinux + FOH kombinasyonu veya ( iv. GPI ve FOH kullanılanlarda yerine) Bivaluridin. Bunlar bulunmuyorsa APTT ile FOH veya Enoxaparin kullanılabilir.

- Tanısal anjiyografi hedef lezyonu en az iki farklı projeksiyonda net olarak değerlendirilecek kadar yeterli sayıda yapılmalı. Durumu kritik ve anstabil hastalarda (akut koroner sendromlar, ciddi aort darlığı) sol ventrikülografi ertelenebilir.
  - *Hedef lezyonu değerlendirilmesi*; koroner arterde lezyonun ciddiyeti ve varlığına, en az iki farklı projeksiyonda değerlendirilerek karar verilmelidir. Hedef lezyonun arter lumeninde oluşturduğu darlığın derecesi:  $\geq 50\%$ - Anlamlı;  $< 50\%$ - Anlamsız;  $> 70\%$ - ciddi, kritik; sol ana koroner arterde  $> 50\%$ - kritik darlık;  $> 20-30\%$ - anlamlı olarak nitelendirilir.
  - 2011- AHA/SCAI kılavuzunda revaskülarizasyon kararı ve tavsiyeleri için alınan anjiyografik kriter “Anlamlı darlık” arter çapında  $\geq 70\%$  daralma; sol ana koroner arter hastalığında  $\geq 50\%$  daralma olarak tanımlanmıştır.
- 4) *PKG'de kullanılacak balon ve stentin seçimi*: Hedef arterin (görsel olarak) normal bölümü “referans segment” olarak esas alınarak, işlem sırasında kullanılacak balonun çapı ile oranlanır:
- *Balon/arter oranı*; ideal 0.9-1.1 olmalı, oran  $> 1.2$  olduğunda işlemin komplikasyon riski artabilir. Stent çapı da balon gibi hesaplanır; stentin boyu ise tüm lezyonu kapatacak şekilde seçilmeli.

**TABLO 20.** PKG öncesinde kullanılan Antitrombotik Tedavi Stratejileri (antitrombosit ve antitrombin tedaviler)

**Antitrombosit ilaçlar:**

Özellikle stent implantasyonu yapılacak hastaların ATT'leri işlemden sonra kesintisiz en az 1 yıl kullanılabileceği hasta tarafından garanti edilmelidir.

**Klopidogrel:** Yaşlı ve böbrek yetersizliğinde dozu ayarlanmak koşulu ile, normalde 600 mg oral yükleme dozunu takiben günde 75 mg idame dozda başlanır.

**Aspirin;** önceden düzenli kullananlarda; günde enterik-olmayan aspirin 80-325 mg, önceden kullanmıyorsa; PKG'den önce veya masada 325 mg çiğnetilmeli.

**Yeni jenerasyon P2Y12 inhibitörleri:** AKS'lerde acil PKG'ye gidenlerde veya Klopidegrol alerjisi bulunanlarda: **(a)** Prasugrel (özellikle STEMI'de) 60 mg yükleme dozunu takiben günde 10 mg.

**(b)** Ticagrelor (özellikle NSTEMI'de) 180 mg yükleme dozunu takiben günde iki defa 90 mg. Prasugrel uzun yarılanma ömrü ve yüksek fatal kanama riskinden dolayı, koroner anjiyografi görülmeden ve PKG kararı kesinleşmeden önce hastaya verilmemelidir.

**Antikoagulanlar:**

**(i) İV. FOH:** Vucut ağırlığına göre intravenöz bolus FOH ACT'ye göre (hedef: 300-350 saniye) uygulanmalı (70 U/kg bolus yeterli olur). İşlem sırasında ACT sürekli izlenmeli ve hedef düzeyi sürdürülmelidir.

Akut koroner sendrom gibi trombus ağırlıklı akut lezyonlarda; **(a)** iv GPI verilmesi planlanmışsa:

ACT'yi 200-250 saniye sağlamak için işlemde hemen iv. FOH başlanmalı ve önce (50-70 U/kg bolus) dozunda verilmelidir. **(b)** İv GPI verilmesi düşünülüyorsa; ACT 250- 350 U sağlanması için (70-100 U bolus) dozunda iv. FOH verilir.

**(ii) Enoxaparin:** **(a)** Şayet son doz 8-12 saat önce, <2 doz subkutan doz enoxaparin verilmişse; başlangıçta iv doz 0.3 mg ile yükleme verilmelidir. **(b)** Şayet son subkutan (sk) doz önceki 8 saat içinde verilmişse; hastaya ek olarak FOH verilmemelidir.

Öncesinde antitrombin tedavi almamış veya sk. Enoxaparin ile NSTEMI/ASAP'lı hastalarda "upstream tedavi" verilenlerde PKG sırasında Enoxaparin uygulanmalı.

Statin: Periprosedürel Mİ riskini azaltmak için PKG öncesi yüksek doz Statin verilmesi faydalı olabilir.

Daha önemlisi, statin tedavisindeki akut koroner sendrom hastalarında işlem sırası ve sonrasında ilaç kesilmemelidir.

**(ADIM-II) – PKG sırasında Antitrombosit ve antitrombin ilaçların verilmesi:**

Tüm hastalar PKG öncesi kanama riski için değerlendirilmelidir. Hastanın arteriyel giriş yerine kılıf yerleştirildikten sonra etkin antikoagülasyon sağlanmalı ve işlem sırasında sürdürülmelidir.

PKG sırasında ve sonrasında görülen iskemik komplikasyonları azaltmak için aşağıda gösterildiği gibi antitrombosit ilaçlar ile en az ikili antitrombosit (İATT) tedavi kullanımı esastır (Tablo 19, Tablo 20).

**(ADIM-III: İŞLEM) – Balon anjiyoplasti ve Stentleme:**

**1. Arteriyel girişe hemostatik - kılıfın yerleştirilmesi:** Kullanılan tüm gereçler (kılavuz kateter, kılavuz tel, balon kateter, stent); femoral veya radyal arteriyel girişe yerleştirilip arteriyel girişi sağlayan *hemostatik başlı - kılıfın* içinden geçirilerek femoral hedef koroner arter ağzına yerleştirilen *kılavuz- kateterin* (KK) içinden sokularak hedef lezyondan geçirilen 0.015 inç *kılavuz- tel* (KT) üzerinden balon-kateter kaydırılarak koroner dolaşıma ulaştırılır.

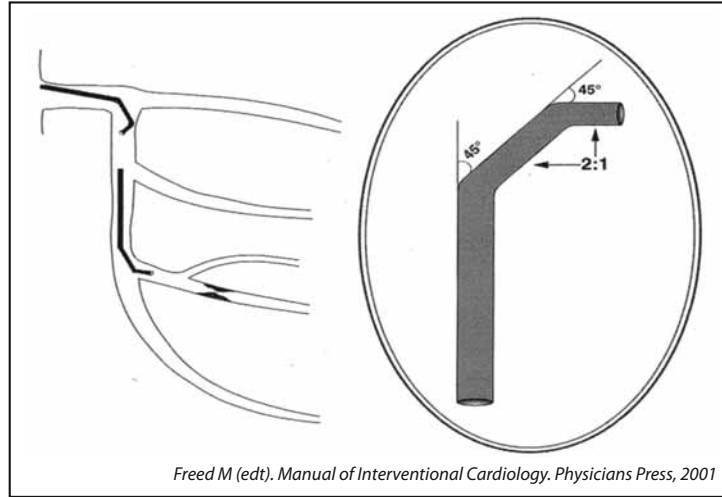
**Kılavuz kateter yerleştirilmeden önce 2-yönlü dört-yollu Manifold ve Y-adaptör sistemi hazırlanmalıdır:** Arteriyel giriş- kılıfı içinden artere sokulan KK'nin dışarıdaki ucu Y- konektöre bağlanır: (1) Y-konnektörün bir kolu bir ara kablo ile KK- Manifold sistemine bağlanır, böylece içinden sürekli arteriyel basınç takibi yapılabilir, kateterin lumeni heparinli SF ile yıkanabilir veya içi aspire edilerek temizlenebilir ve sonrada kontrast boya injekte edilerek koroner arter görüntülenebilir. (2) KK'ye bağlı Y- konektörün diğer kolundaki girişin burgulu- ağzından önce 0.015 inç KT'nin ucu hedef koroner arterin ağzına yerleşmiş KK'nin içine sokularak floroskopi altında ilerletilir ve küçük kontrast boya enjeksiyonları ile yeri kontrol edilen hedef koroner artere sokulup hedef lezyondan geçirilir; sonrada üzerinden kaydırılarak ilerletilen balon-kateterin hedef koroner artere girişi sağlanır.

**2. Kılavuz kateterin hedef –koroner arterin ağzına yerleştirilmesi:** Kılavuz kateter 0.035-0.038 inç 140-150 cm uzun KT üzerinde asendan aortaya varınca KT KK'nin içinden çıkarılır ve KK Manifold- Y-konnektör sistemine bağlanır; basınç kaydedildikten sonra lumeni heparinli SF ile yıkanır. Y-adaptör- Manifold sistemi ile basınç- transdüserine bağlıdır, işlem sırasında santral arteriyel basınç devamlı izlenip kaydedilebilir.

- Kılavuz Katetere bağlı üçlü-manifold sistemi ve Y-bağlantısı yardımı ile işlem sırasında sürekli arteriyel basınç izlemesinin yanında, koroner artere radyoopak kontrast boya verilebilir, çeşitli anjiyoplasti gereçleri ve gerektiğinde NTG, GP- IIB/IIIa inhibitörleri gibi ilaçlar direk olarak hedef koroner arter içine verilebilir veya sokulabilir.

**3. Balon büyüklüğünün seçilmesi:** Balonun son çapı referans segmentin çapı ile uyumludur (balon-arter oranı 1.0 olmalı). Referans çap genellikle hedef damar çapının KK'ye oranlanması ile hesaplanır (Örneğin: 7F kılavuz = 2.3 mm, 8F = 2.7 mm, 9F = 3.0 mm); referans damarın görsel hesaplanması en basit ve en popüler metottur. Dijital kantitatif anjiyografi ve İVUS ile de hesaplanabilir. Balon büyüklüğünün seçimi dikkatle yapılmalıdır; çünkü daha küçük balon seçimi (balon-arter oranı <0.9) işlem sonrası anlamlı rezidüel darlığın kalmasına sebep olur. Daha büyük balon seçimi ise (balon- arter oranı ≥ 1.2) komplikasyon riskini yükseltir. Doğru seçim optimal stent implantasyonu için önemlidir.

- **Kılavuz telin şekillendirilmesi:** 0.015 inç Kılavuz telin seçiminde koroner anatomi, lezyon morfolojisi, operatörün tercihi esas alınmaktadır. KT hedef damar morfoloji-

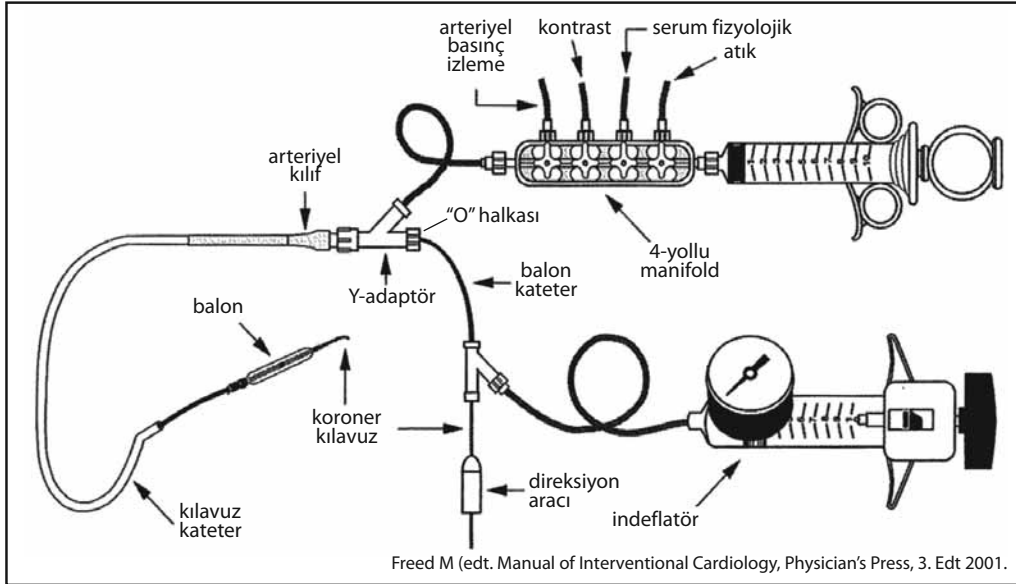


**ŞEKİL 44.** Telin proksimal dirseği, operatörün teli sol ana koroner arterden sol sirkümfleks artere yönlendirmesini sağlar.

sine uydurularak şekillendirilir. Telin vücudun dışındaki proksimal ucu başparmak ve işaret parmağı arasında tutularak KT'nin ucunu döndürerek hafifce yönetilir. Distal eğriliğin uzunluğu genellikle damarın çapı kadardır. Distal eğriliğin uzunluğu telin yönetilebilirliğini sınırladığından, daha büyük eğrilik telin prolapsus riskini artırır. Dik açılı damarda çift eğrilik daha kullanışlıdır (Şekil 44).

**Kılavuz telin yerleştirilmesi ve üzerinden Balonun ilerletilmesi:** Manifold sistemi hazırlandıktan sonra (Şekil 45); standart sistem (basınç-yıkama-kontrast bağlantıları ile operatörün tercihi göre önceden Y- konektörünün O-halkası bulunmayan yan koluna bağlanır).

- Arteriyel giriş için giriş kılıfı yerleştirilir ve yan-kolundan heparin bolus ile antikoagülasyon başlanır (ACT takibi ile), sonrada uzun 0.033-0.38 kılavuz tel (KT) AP projeksiyonda floroskopi altında aort kemerine yerleştirilir ve üzerinden girilecek koroner artere göre seçilen kılavuz kateter (KK) çıkan aortaya getirilir, içinden KT çıkarılıp Manifold sistemi ile için önce yıkanıp basınç kaydı yapıldıktan sonra ucu çıkan aortanın aşağısında koroner ostiyumlardan uzak olarak kontrast boya ile doldurulur ve tekniğine uygun şekilde istenen koroner arter ostiyumuna girilir, önce basınç alındıktan sonra ön koroner anjiyografi ile lezyonun varlığı ve lokalizasyonu saptanır; Y-konnektörü KK'nın dışarıdaki ucuna takılıp bir kolu Manifold sistemine diğer kolundan ise O-halkası yardımı ile intrakoronar KT ve balon kateteri kullanılır.
- O-halkasından 0.035 inç anjiyoplasti KT'si KK içine sokulur ve koroner arterde ilerletilerek lezyon geçirilerek distale uygun şekilde yerleştirilir bu sırada manifold sis-



**ŞEKİL 45.** Temel anjiyoplasti donanımları ve kurulumu: dört-yollu manifold sistemi, Y-konnektör ve indeflatör.

teminin bağlı olduğu koldan püfler gibi kısa kısa kontrast enjeksiyonları ile KT'nin ucunun lokalizasyonu kontrol edilebilir ve spazmı önlemek için intrakoroner nitrog-liserin yapılabilir; KT koroner arterde itilirken dışarıdaki ucuna yerleştirilen Tork ile ucu hafifce öne-arkaya itilip çekilirken sağa-sola döndürülür, böylece telin ucunun bükülüp katlanması önlenir. Özellikle tortuöz, açılı ve sıkı lezyonlarda telin ucu takılıp ve kontrolsüzce itilirse telin distal bölümü yan dala düşebilir; bu durumda teli ileriye itmek için zorlamanın yerine görerek geri çekilip ucu düzleştikten sonra tekrar tekniğine uygun şekilde sabırla ileriye zorlamadan ilerletilmeli (Bakınız, Bölüm 2.1A).

- KT iyi yerleştirildikten sonra üzerine yerleştirilen balon-kateter O-halkasından geçirilerek ve koroner arter ostiyumuna sokulmuş KK'nin ucu devamlı kontrol edilerek ve Manifoldtan alınan basınç izlenerek darlık yapan lezyonun içine yerleştirilir ve kontrast boya enjeksiyonu ile yeri kontrol edilir.
- Koroner arterin ağzına yavaşça yerleştirilen KK içinden alınan sürekli basınç monitorizasyonu ve kontrast boya enjeksiyonları ile kateterin yerinin emniyeti sağlandıktan sonra; floroskopi altında intrakoroner intermitan az miktarda kısa kontrast boya enjeksiyonları ile 0.014 inç KT ilerletilir; koroner arterin içine sokulan KT, dışardaki proksimal ucundan yöneltiyle (ucu kendi ekseninde hafifce sağa sola yuvarlanarak, döndürülerek itilir) hedef lezyondan geçirilen telin ucu distal koroner arter ya-tağına serbestce (yan-dala girmeden ve kendi üzerine kıvrılmadan) girilinceye kadar ilerletilir, hedef lezyona çaprazlama oturan telin bu pozisyonu distal ucu iyi yerleşip sabitleştiğinde ve dışarıdaki ucu da gerili tutulduğunda telin gövdesine daha fazla sertlik ve destek sağlar; böylece teli üzerindeki balon-kateteri daha iyi taşır.



**5. Balon dilatasyon; anjiyoplasti:** KT'nin yerine sabitleşmesi ile balon hedef lezyonun içine ilerletilir. Kontrast boya enjeksiyonu ile balonun pozisyonu kanıtlandıktan sonra; balon 50:50 kontrast, SF karışımı ile doldurulmuş ineflatör ile balon yavaş yavaş şişirilir. Şişirme basıncı lezyon balonu çentmeyinceye veya patlama basıncına ulaşana kadar yükseltir. Şişirme zamanı genellikle 1-2 dakikada sonlanır; bu süre hasta toleransına, lezyonun verdiği cevaba ve operatörün tercihinine göre 15 saniye ile birkaç dakika arasında değişebilir. Balon şişirilmiş iken hastanın göğüs ağrısı sorgulanmalı ve ST-T değişikliklerine göre önceden belirlenmiş, seçilmiş EKG derivasyonları kaydedilmeli veya izlenmelidir, anjiyoplasti sonrası akut damar kapanmasının teşhisinde yardımcı olabilir. Hasta servise yatağına alındıktan sonra standart 12D-EKG ve kardiyak markerlerin (özellikle kardiyak troponinler) ölçümü için kan örneği alınmalıdır.

**Balon-kateterin lezyona yerleştirilmesi.** İşlem sırasında kullanılacak gereçler, önceden hedef lezyondan geçirilen ve damarın distaline yerleştirilen KT üzerinden kaydırılarak ilerletilir (stent oturtulan veya basit, yalın balon-kateterler); floroskopi altında koroner arter ostiyumuna oturtulmuş KK içinden (standart anjiyoplasti gereçlerinin, eksternal çapı >2 mm olup 6F KK içinden) sokularak ilerletilebilir, ancak kompleks anjiyoplasti için daha geniş çaplı KK gerekebilir. Stent oturtulmuş veya stentsiz Balon-kateter 0.015inç KT üzerinden hedef koroner artere sokularak darlık oluşturan lezyonun tam içine getirilerek lezyon üzerine oturtulur.

- Tanısal ön anjiyografi ile belirlenen referans damar çapı ve lezyon uzunluğuna göre balon-kateterin çapı ve boyu PKG işlemine başlamadan önce belirlenip, seçilmeli; stent implantasyonuna ise lezyonun tipi, morfolojisi (trombus, kalsifikasyon, içinden çıkan yan dal ve açılanması gibi) ve hedef koroner arterin anatomik özellikleri (çapı, totüözitesi, yandalların yeri ve büyüklüğü gibi) belirler ve bu özellikler dikkate alınarak stentlemeye karar verilmeli, balon anjiyoplasti sonucuna göre karar tekrar gözden geçirilmelidir.
- Şayet lezyonun balon ile önce dilatasyonu planlanmışsa, balon-kateter önceden lezyondan geçirilmiş 0,015" inç KT üstünde KK içine sokulur ve koroner lezyon bölgesindeki darlığın içine oturana kadar ilerletilir. Lezyon üzerine yerleşen henüz şişirilmemiş balonun, kaygan dış örtüsünüde içine alan küçük kesitsel çapı balonun oldukça sıkı ve tortuöz lezyondan bile yönetilerek geçmesini sağlar.
- Balon hedeflenen yerine yerleşince, yaklaşık 10-30 saniye şişirilir; şişme basıncı 6-10 atmosfer veya balon üzerinde lezyonun beli kayboluncaya kadar gittikçe artırılır, bu sırada hedef koroner arterde kan akımı tamamen kesilir; balon sonra söndürülür ve koroner dolaşımdan KK'nin içine çekilir
- Sine ile koroner arter içine kontrast boya enjekte edilerek sonuç hemen değerlendirilebilir (Bölüm 2.1A).
- Prosedürlerin çoğunda KT yerinde bırakılarak daha sonra balon kateter çıkartılır ve üzerinde stent oturtulan balon-kateter, ön anjiyoplasti sırasında lezyondan geçirilmiş ve yerinde sabitce bırakılan KT üzerinde KK'e sokularak, hedef lezyona tekrar girilir ve daha yüksek basınçla (12-20 atmosfer, 15-30 saniye) şişirilir; stent telleri gerilerek açılır ve damar duvarına gömülür, böylece intra koroner stent konuşlandırılır; daha

sonra balon söndürülür ve KK içine çekilir, stent metal ağırları koroner arterin duvarına gömülmüş sabit ve sıkıca sıkıştırılmış olarak lezyonda kalır.

- 0.015 inç kılavuz tel, akut bir komplikasyon durumunda yeniden girişim olasılığına karşı işlem sonlana kadar bulunduğu yerde tutulmaya devam edilir.
- Stent konuşlandırıldıktan ve anjiyografi ile optimal sonucun sağlandığından emin olunduktan sonra en sonunda KK ile KT birlikte vucuttan çıkarılır.

**İdeal stent implantasyonu:** İdeal Stent konuşlanmasında; subakut stent trombozu riski önlemesi için stent telleri tam olarak açılıp, genişletilmeli, restenoz riskini artıran stent uçlarında diseksiyon oluşmamalı, oluşması durumunda konuşlandırılan stent diseksiyon kapaklarını (flap) damar duvarına geri çekmeli.

#### (ADIM-IV) – PKG sonrası Tıpsal tedavi ve tavsiyeler:

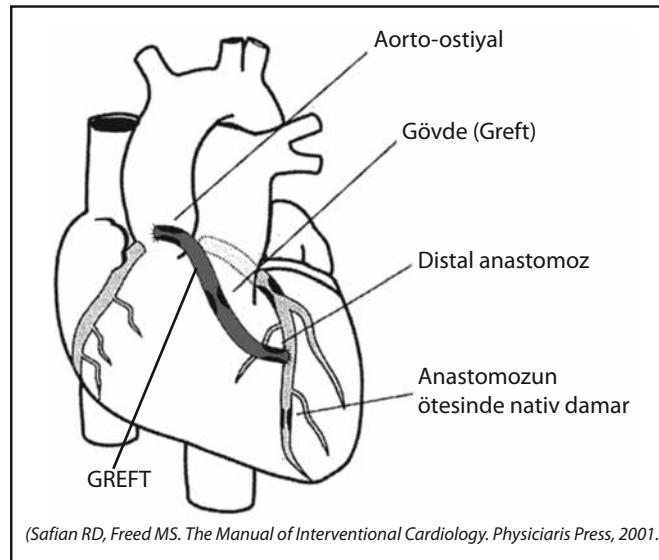
PKG'nin klinik ve anjiyografik, erken ve geç başarısının baştan sona kadar mihenktaş antitrombosit ilaçların merkezinde bulunduğu antitrombotik tedavi stratejisidir. Bu ilaçlar aday gösterilen hastalarda, ancak kanıta dayanan kılavuzların tavsiye ettiği doz ve sürede kullanıldığında arzulanen düzeyde fayda sağlarlar.

1. **Aspirin:** PKG sonrası *Aspirin en geç işlem sırasında başlanıp*, ömürboyu alınmalıdır (başlangıçta günde 350 mg yüksek doza karşı, uzun sürede 80 mg).
2. **Antitrombosit tedaviler (oral P2Y12 inhibitörleri):** Stent implante edilen tüm hastalar (ilaçlı veya metal stent); tercihen en az 300- 600 mg oral yüklemeyi takiben günde 75 mg oral idame dozunda **Klopidegrol**; kontrindike olmayanlarda (naif, <75 yaş, >60 kg, TİA, SVO hikayesi olmayan) 60 mg oral yüklemekten sonra günde 10 mg **Prasugrel**; veya 180 mg oral yükleme dozu ile günde 2 defa 90 mg **Ticagrelor** almalıdır. Ancak PKG'ye giden AKS hastalarında NSTEMİ'de tikagrelor, STEMI'de Prasugrel birinci seçenektir. Klopidegrel ise son alternatiftir (Prasugrel veya ticagrelor verilemediğinde).
  - *İlaçlı-stent takılan ve AKS olmayan* kanama riski yüksek bulunmayan hastalarda P2Y12 inhibitörleri en az 6 ay tercihen 12 ay verilmelidir.
  - *Metal stent takılan veya non-AKS indikasyonlarda;* P2Y12 inhibitörleri, en az 1 ay ideal olarak 12 aya kadar, artmış kanama riski olan hastalarda ise en az 2 hafta verilmelidir.
  - İkili ATT'nin önemi hayatidir, bu tedavilerin kardiyolog ile tartışılmadan kesilmesinin önemi hastaya anlatılmalıdır.
  - İlaçlı-stent takılanlarda klopidegrol, prasugrel veya ticagrelor'un 12 ayın ötesinde devam edilmesi düşünülebilir.
3. **PPİ kullanımı:** İkili ATT gereken ve geçmişte gastrointestinal (Gİ) kanama hikayesi bulunanlar, GİS şikayetlerinden dolayı düzenli PPİ almakta olanlar kanama riskinden dolayı İATT ile birlikte PPİ'ler kullanılmalıdır.
  - GİS kanama riski yükselmiş hastalarda (ileri yaş, birlikte warfarin, steroid, NSAİİ kullanımı, Helikobakter Piloni enfeksiyonu), ikili ATT verilmesi gerekenlerde PPİ faydalı olabilir.

- Gİ kanama riski düşük hastalarda İATT ile birlikte PPI kullanımı tavsiye edilmemektedir, profilaktik PPI tedavisinin çok az faydası vardır.
  - Şayet kanama riski, stent implantasyonunda P2Y12 inhibitörü tedavisi ile sağlanması beklenen faydadan ağırlıkta ise tedavinin erken kesilmesi faydalı olabilir (<12 ay).
4. **Rehabilitasyon:** PKG sonrası rehabilitasyon programına alınan hastalarda fonksiyonel kapasitenin belirlenmesi için Treadmill testi yapılması faydalı olabilir. Egzersiz programları PKG sonrası özellikle orta- yüksek riskli (sol ventrikül disfonksiyonu EF<0.40-0.45) hastalara tavsiye edilmelidir.
5. **Sekonder korunma:** Yaşam şekli düzenlenmeli ve lipit-düşürücü tedavi (statin) verilmelidir: LDL- kolesterol < 100 mg/dL ve LDL-kolesterol bazal düzeyine göre %30 daha düşük sağlanması için; ideal  $\leq$  70 mg/dL). Bunların yanında sigara terkedilmeli ve hipertansiyon tedavi edilmelidir (Bakınız Bölüm 5, Standartlar; Yeni Kılavuz Önerileri).

## ACBG OPERASYONUNDAN SONRA MİYOKARDİYAL İSKEMİ VE GİRİŞİMLER

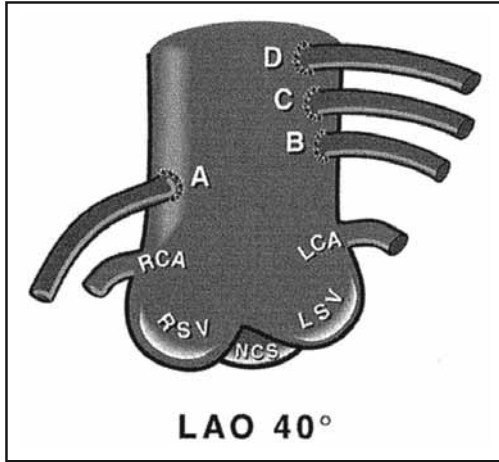
Koroner arter bypass greft cerrahisinden (ACBG) sonra iskemi şikayetleri tekrarlayan hastaların farklı anatomik dağılımlarda (safen ven greft, native arterler, internal mammari, radyal, gastroepiploik greft (veya proksimal subklavyan arter gibi) lezyonları olabilir (Şekil 46). Bu lezyonları hedef alan PKG'nın başarısı işlem yapılacak damarın tipine (nativ- arter, arteriyel veya safen ven greftler) veya lezyonun damardaki lokalizasyonuna (proksimal-, mid-,



**ŞEKİL 46.** ACBG sonrası hedef lezyon lokalizasyonları.

distal segmentler veya anastomoz yerinde) ve greftlerin asendan aortadaki yerine bağlıdır (Şekil 47, Şekil 48). Safen ven greftlerde PKG'si sırasında karşılaşılan sorunlar (Tablo 22)'de gösterilmiştir.

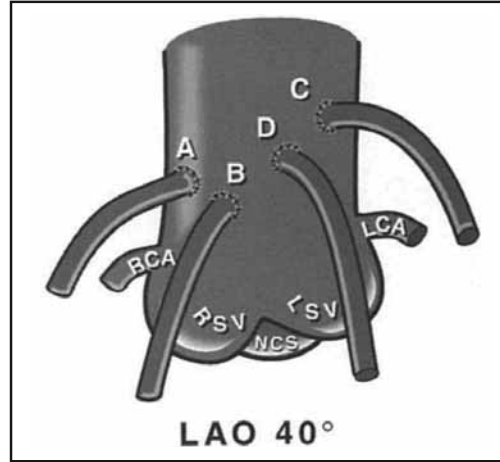
**Erken Postoperatif İskemi (<1 ay):** İskeminin en sık sebebi cerrahiden sonraki saatler ve günler içinde görülen akut ven greft trombozudur (%60). Diğer önemli nedeni; inkomplet cerrahi revaskülarizasyondur (%10); dolanmış greftte ve anastomoz yerinde, proksimal ve distal anastomotik yerlerde fokal darlıklar; spazm veya yaralanma, AV fistüle sebep olan vene greft anastomozu, yanlış damara bypass yapılması.



**ŞEKİL 47.** Çıkan aortaya yerleştirilen safen bypass greftlerin anastomoz yerleri-LAD 40 projeksiyonda (Proksimalden distale):

- A.** Distal RCA veya distal LCX'e (sol dominant sistem) greft,
- B.** LAD'de greft,
- C.** Diagonal dallara greft,
- D.** Obtuz marginal dallar veya ramus dalları

**LAD**-Left anterior descending (sol ön inen),  
**LCA**-Left coronary artery (sol koroner arter),  
**LSV**-Sol koroner sinüs, **NCS**-non-koroner sinüs, **RS**-sağ koroner sinüs



**ŞEKİL 48.** Safenöz ven greftlerin çıkışı: Kılavuz kateter seçimi (Ostiyumun çıkan aortadaki konumuna göre):

- LAD**-Left anterior descending artery, **LSV**-sol sinüs valsvalva, **NCS**-Non-koroner sinüs valsvalva, **RCA**-Right coronary artery, **RSV**-Sağ koroner sinüs valsvalva,
- A.** Sağ koroner sinüs valsvalvanın üzerinden aortanın lateral ön yüzünden RCA'ya giden greftin yönü.
- B.** Distal RCA'ya giden greft daha önden çıkar.
- C.** Sol sinüs valsvalvanın yukarisından aortanın ön duvarından sol koroner artere giden greftlerin yönü.
- D.** Sol koroner artere giden greftlerin daha anteriör yönelmesi.

**Kateter Seçimi** (Graft ostiyumunun lokalizasyonuna göre):  
 Primer Alternatif

- A.** Multipurpose JR, AL, Sağ Bypass,
- B.** AL JR, Multipurpose, Hockey Stick,
- C.** JR, Hockey Stick AL, sol Bypass, Multipurpose,
- D.** AL, Hockey Stick Sol Bypass, Multipurpose

**TABLO 22.** Safen Ven greftin PKG'si Sırasında Akut ve Geç Dönemde Görülen Klinik ve Teknik Problemler

| Primer Sorun                                    | Düzeltilici önlemler | Kötü sonuç                                       |
|-------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|
| <b>Diffuz hastalık:</b>                         | - Uzun stent         | Restenoz oranı yüksek                            |
| <b>Trombus:</b>                                 | - Trombektomi        | Distal embolizasyon                              |
| <b>Dejenere safen ven greft:</b>                | - Distal korunma     | Distal embolizasyon                              |
| <b>Restenoz:</b>                                | - İlaç-salan stent   | Restenoz oranı ?                                 |
| <b>Ostiyal lezyonda retrograd embolizasyon:</b> | - ???                | Serebrovasküler olay, distal organ embolizasyonu |

(Nguyen TN, Colombo A, et al (Edts, Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology, Blackwell Futura 2008)

**Postoperatif iskemi (1 ay-1 yıl):** Cerrahiden sonra 1 ay ve 1 yıl arasında tekrarlayan angina çok sıktır; peri-anastomotik darlık, greft okluzyonu veya fibröz intimal hiperplaziden mid-safen ven greft okluzyonuna bağlıdır. Postoperatif yaklaşık 3 ayda anginanın tekrarlama kuvvetle greft distalinin anastomotik lezyonunu işaret eder, hasta PKG için değerlendirilmelidir.

**Geç. Postoperatif iskemi (Cerrahiden sonra >3 yıl):** Bu dönemde iskeminin en sık sebebi safen ven greftte aterosklerotik plak oluşmasıdır. Bu plaklarda daha az fibrokollajenöz doku ve kalsifikasyon bulunur; daha yumuşak, daha kırılğan, büyüktürler ve sıklıkla trombus ile birliktedir.

### İndikasyonlar:

**Perkutan girişim için indikasyonlar:** Bypass sonrası birçok hastada cerrahinin tekrarı için kontraindikasyon bulunduğu (pulmoner ve renal yetersizlik, yaşlılık, malinite); Bypass cerrahisi sonrası semptomatik hastalarda, PKG ile revaskülarizasyon bu hastalara daha az invazif alternatif sunar.

- **Kabul edilebilir riskler** ile PKG'ye giden hastalarda: **(a)** Açık arteriyel greftleri cerrahi operasyonun tekrarlama açık greftleri tehlikeye atabilir. **(b)** İskemik, semptom meydana getiren tehdit altında rölatif küçük miktarda miyokardiyum; **(c)** greft için sağlanabilen arteriyel veya venöz damarı (greft) olmayan hastalar.
- LAD ve onun greftinin durumunun, uzun-dönem sonuçlara etkisinden, ve LAD'den kaynaklanmayan iskeminin tedavisinde; cerrahinin tekrarlama sağkalım faydası olmaması revaskülarizasyon seçimini anlamlı etkiler.
- LAD'ye giden LİMA (internal mammary arteri) greftinin açık olması; sağ koroner arter veya sol sirkümfleks arter dağılımına uygulanacak PKG'nin emniyetini artırır ve destekler.

- *PKG için lezyonların seçimi, başlangıçtaki başarı ve komplikasyon olasılığının dikkatle incelenmesine dayanmalıdır, PKG'nin uzun dönem emniyeti ve etkisinin değerlendirilmesi ise cerrahi stratejiler ve medikal tedaviler ile mukayese edilmelidir.*

**Cerrahi revaskülarizasyon indikasyonları:** LAD'ye takılan safen ven greftin ağır hastalığında sıklıkla reoperasyon tavsiye edilmektedir. Çoklu damar tutulumunda, az sayıda açık greft bulunması, ağır ven greft hastalığı ve hasarlanmış ventrikül muhtemelen cerrahi tekrarına gider (Tablo 23).

Geçmişte, kitlesel ateromatöz lezyonlar veya trombus dolu greftlerde PKG tercih edilmiyordu, yeni kılavuzlarda da sınıf IIa düzeyinde tavsiye edilmiştir. Distal koruma cihazlarının gelişimi ile bu lezyonlarda daha emniyetli PKG sağlanabilmektedir.

#### Nativ koronere girişim:

Bypass cerrahisinden bir yıl sonra, hastada greft damarının içinde yeni aterosklerotik plaklar gelişmeye başlar veya nativ koroner arterlerde aterosklerozun progresyonu görülür. Düşük restenoz oranından dolayı, mümkünse nativ arter lezyonları önce hedeflenmelidir.

- Post-bypass hastalarda, nativ damar bölgesine yaklaşım; korunmuş sol ana koroner arter hastalığının tedavisi, eski total okluziyonun revaskülarizasyonu ve venöz veya arteriyel greftler yolu ile nativ arterin tedavisini kapsamaktadır.

**TABLO 23.** Post-Bypass Hastalarında Tekrar Revaskülarizasyon Kararını (Redo) Etkileyen Anatmik Faktörler

| Sıklıkla PKG'ye Gidecek Hastalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Sıklıkla ACBG'ye Gidecek Hastalar                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Açık arteriyel greft (özellikle LAD)</li> <li>• ≥2 açık greft bulunması</li> <li>• 1-3 sorumlu lezyon bulunması</li> <li>• Bypass için damar (greft için damar) olmaması</li> <li>• Normale yakın SV</li> <li>• Cerrahiye zor giriş</li> <li>• Posteriyör lateral hedef damar*</li> <li>• Radyasyona sekonder mediyastinal nebdeleşme*</li> <li>• Enfeksiyon veya perikardit</li> <li>• Geçmişte iyileşmeyen sternotomiye adale transferi ile kapatma*</li> <li>• Gelecek kalp cerrahisini beklemek</li> <li>• İn situ prostetik kapak*</li> <li>• Hafif veya orta aort veya mitral kapak hastalığı*</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAD'ye giden hasta safen ven greft</li> <li>• Ejeksiyon fraksiyonu %25-35</li> <li>• &gt;3 sorumlu lezyon bulunması</li> <li>• Çoklu safen ven greft lezyonları</li> <li>• Arteriyel (greft için bulunan damar) sağlanabilir</li> </ul> |

(Nguyen TN, Colombo A, et al (Edts, Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology. Blackwell Futura 2008)

\*Özellikle daha sık görülen durumlar

### Safen Ven Grefte Girişim:

Cerrahiden 1-3 yıl sonra hastada, aterosklerotik plaklar gelişmeye başlar, bu plaklar zaman geçtikçe daha sık görünür. Erken evrede, distal anastomozun dilatasyonu daha düşük morbidite ve uzun-dönem daha iyi açıklık (%90) oranları ile başarılıdır. SVG'nin proksimal ve mid-segmentinin dilatasyonunun sonuçları oldukça başarılıdır (%90); mortalite düşük (%1), Q-dalgalı Mİ ve ACBG oranı ise %2, non-Q Mİ oranı ise %13 bulunmuştur. Cerrahiden sonra geçen sürenin uzunluğu restenoz ve lezyonun lokalizasyonu için önemli faktördür.

### Lezyonun tipi ile ilgili Teknik ipuçları:

**Kompleks safen ven girişimleri:** Girişim için SVG lezyonu değerlendirildiğinde, operatör olası ateromatöz embolizmin sonuçlarını gözden geçirmelidir, lezyonun tamamı eşlik eden trombusun parçalanabilme, yerinden çıkabilmesi ve embolize olabilme riskleri (distal embolizasyon), distal korunma cihazları azalabilir, bu strateji diğer PKG seçenekleri ile karşılaştırıldığında kabul edilebilir ve PKG uygun olabilir (2011 AHA/SCAI kılavuzunda Sınıf IIa, IIb tavsiye gibi); rölatif olarak yüksek sonraki olay oranı ve restenoz potansiyeli bu kararda etmen olmalıdır. Diğer tedavi seçeneklerine göre daha kabul edilebilir sonuçları vardır.

**Aorto-osteyal lezyona girişimi:** SVG'nin ostiyal lezyonu için PKG tekniği çok farklı değildir. Buna rağmen artmış fibrotik değişiklik ve daha fazla spazmdan dolayı aorto-ostiyal lezyonda; önce lezyonun kitlesinin çıkartılmasını takiben stentleme veya sadece stentleme gerekebilir (tartışmalı strateji).

**TABLO 24.** Distal korunma cihazlarının avantaj ve dezavantajları

| Avantajlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Dezavantajlar                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>BALONLA TIKAYICI CİHAZLAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kullanımı kolay</li> <li>Küçük veya büyük partiküller aspire edilir</li> <li>Yıkıntıları yakalaması güvenilir</li> <li>İntermitan okluzyon ile daha iyi tolere edilebilir</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Öne doğru akım yoktur</li> <li>Balonun neden olduğu hasar</li> <li>PTKA teli kadar iyi yönlendirilemez</li> <li>İşlem sırasında görüntüsü güç alınır</li> <li>Balon PKG sırasında hareket edebilir</li> </ul> |
| <b>EMBOLİK FİLTRE CİHAZLAR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Öne doğru akımı korur</li> <li>İşlem boyunca kontrast görüntüleme mümkün</li> <li>Uygulama kateteri filtre yerleştirilmeden önce embolizasyona sebep olabilir.</li> <li>Yükü azaltmak için emboli intermitan olarak uzaklaştırılmaz</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                      |

(Nguyen TN, Colombo A et al(edts) Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology. Blackwell Futura, 2008)

**Dejenere olmuş SVG'nin girişimi:** Hacimli veya trombus ile birlikte olan lezyonların yüksek riskli olduğu düşünülmelidir. Komplikasyonları; distal embolizasyon, no reflow fenomeni, aniden kapanma, ve perforasyondur. Dolayısı ile bu tip lezyonların PKG'sinde mekanik olarak atarektomi ve distal korunma gibi farklı yaklaşımlar düşünülebilir. Çünkü Q-dalgasız Mİ'ye sebep olan distal embolizasyon ve artmış uzun-dönem mortalite bakımından PKG ile kazanılandan daha fazla fayda kaybedilir (Tablo 24).

#### **Greftlerin incelenmesi:**

Cerrahi kayıtlarda; operasyon sırasında kaç tane greftin yerleştirildiğinin bilinmesi önemlidir. Bazan, cerrahın çizimlerinden greftlerin asendan aortadan çıktığı yerler hakkında faydalı bilgi sağlanabilir (Şekil 47).

1. Kural olarak; sola-doğru dış yüzeydeki greftlere; en iyi RAO 50° projeksiyonda girilir. Sağa-doğru dış yüzeydeki greftlere; en iyi LAO 50 derece projeksiyonda girilir. Greftlerin yerini görüntülemek için anjiyogram yapılması gerekebilir. Özel kateterler (sol koroner bypass kateterler gibi) greftlerin girilmesine yardım etmesi için biçimlendirilmiştir.
2. Posteriyor desendan arter (PDA) grefti; aortanın sağ-anteriyor yüzünden çıkar ve kalbin inferiyor önyüzüne vertikal olarak gider.
3. Obtuz marjinal dal (OM) greftleri; aortanın sol-anteriyor yüzünden çıkar ve kalbin postero-lateral yüzeyine doğru kavis yapar.
4. Sol anteriyor desendan arter (LAD) ve diyagonal (D) greftler; intermediyer pozisyonda çıkarlar ve anteriyor interventriküler oluğa doğru lateral olarak giderler

## **AORTO – KORONER BYPASS GREFTLERE PKG:**

### **A. Safen Ven Greftlere (SVG) Girişim:**

Genel olarak, giriş yerinin lokalizasyonu aranır; sol tarafın greftlerinin girilecek yeri daha arkadadır; aortaya daha yüksek yerleştirilirler. Üstteki greft genellikle distal LCx'e, alttaki greft ise LAD'ye gider. Sol tarafın greftlerinin çoğu aortadan kraniyal yönde çıkar. Sağ koroner greftler ise genellikle daha kaudal ve aortadan sağa-doğru çıkar (Şekil 47).

#### **Teknik ipuçları:**

**Sol Bypass greftlere kılavuz kateter yerleştirilmesi:** Sağ- Judkins koroner, sol- venöz bypass veya "Hokey sopası" gibi kateterler; önden çıkan greftler için (LAD ve diagonaller) etkin kılavuzluk eder. Bununla birlikte sol- Amplatz ve "Hokey sopası" kılavuz kateterler aortanın içerdeki eğriliğinden çıkan greftlerde (LCx'e), en iyi desteği sağlar (Şekil 48).

- Greftle en iyi angajman; KK'nin inen aortanın içine aortik kapak kasları düzeyine kadar ilerletilmesi ile, sonra da LAO görüşte KK'yi yavaşça geri çekerken, saat-yönünde döndürerek ucunun ostiyuma yönlendirilmesi ile sağlanır. KK ostiyumu yakaladığında, optimal destek elde etmek için kılavuz ilerletilir.



**Sağ bypass greftlere KK yerleştirilmesi:** Aortanın dış eğriliğinden çıkan greftler (genellikle RCA) için, Multipurpose KK, greft ostiyumu ile en iyi eşeksenli dizilme sağlar.

- *Ostiyuma angajmanı, LAO projeksiyonda ucu sağ işaret edene kadar saat-yönünde döndürülürken kateterin aorta köküne doğru ilerletilmesi ile sağlanır.*
- *Sağ Judkins veya küçük sağ Amplatz kullanılan olgularda; ucu aortanın dış eğriliğini gösterene kadar kateter saat yönünde döndürülür, sonra da ucunun aşağıyı göstererek grefte angajmanını sağlamak için yavaşça saatin-aksi yönünde döndürülür.*
- *Aorta rölatif olarak genişse, arkaya doğru yerleştirilmiş grefte Multipurpose ve ya sağ- Judkins KK ile ulaşmak güç olabilir, sol- Amplatz bu durumda genellikle başarılı olur.*

**Ven greftler için balon anjiyoplasti:** Venöz greftler distal embolizasyona yatkın olduğu için mümkünse predilatasyondan kaçınılmalı ve direkt stentlenmelidir. Fakat eğer yapılması gerekli ise balonun büyüklüğü venöz greftler ile 1:1 seçilmelidir, suboptimal ilk sonuçlar için veya restenotik ile ilişkili olarak (yüksek distal embolizasyon riskini sınırlamak için tam dilatasyon yapılmamalı, kaçınılmalıdır) hafifçe daha büyük olabilir. *Lezyon uzun ve hacimli olduğunda veya trombus bulunduğu; sıklıkla 30-40 mm uzun balon kullanılır. Olgun ven greft lezyonlarının fazla fibrozisinde sıklıkla yüksek basınç (>12 atm) gerekir.*

**Safen ven greftler için Stentleme:** SVG'lerin stentleme ile üstesinden gelinen yüksek derecede elastik geri tepmesi olur. Aorto-ostiyal ven greft lezyonları sıklıkla stent konuşlandırılması ile tedavi edilir. Dilate-edilemeyen Aorto-ostiyal veya distal anastomotik lezyonlar rotasyonel veya direksiyonel atarektomi ile sonra da ilaçlı stent ile başarı ile tedavi edilebilir.

**Stentin büyüklüğü ve uzunluğu:** Ufalanabilen ve kırılabilir ateromatöz segmente küçük stent konuşlandırıldığında, ileride büyük balon ile stentin tekrar geçilmesi stent embolizasyon riskini artırır. Çok büyük stent konuşlandırılması, stent tellerinin arasından lumene doğru daha fazla plak kütesinin çıkmasına (ekstrüzyon) ve buna bağlı olarak distal embolizasyona sebep olabilir. SVG lezyonlarında aşırı derecede balon dilatasyonunun (overdilatation) engellenmesinin sebebi budur.

### **Greft Stentlenmesinin “Püf Noktaları”:**

- *Stentin boyu lezyonun ölçülen uzunluğundan daha büyük olmalıdır. Sebebi; stent ile bastırılıp sıkıştırılmaya bağlı olarak plağın ateromatöz muhtevası ezilerek uzunluğunca damar duvarı ve stent telleri arasında daha uzağa sıkıştırılıp yayılarak, dağılır ve tekrar düzenlenir.*
- *Çoklu stent planlandığında; distal stent ilk, sonra da proksimal olanı konuşlandırılmaktadır. Bu strateji, aterotrombotik lezyonun enkazının distal embolizasyonuna sebep olabilen yeni stentin konuşlandırılması için tekrar proksimal lezyonun geçilmesini önler. Ayrıca, proksimal sıkı lezyon, distal kontrast boya akımını azaltarak, stent pozisyonu ve konuşlanmanın optimal (darlığın çapı ve uzunluğu gibi) görülmesini engelleyebilir. SVG PKG'sinde her stratejinin (distal veya proksimal lezyonun ilk stentlenmesi) fayda ve riski tartılıp değerlendirilmelidir.*

## B. Arteriyel Greftlerde PKG:

Arteriyel in situ'da (sol veya sağ internal mammariya arter; İMA) veya radyal bölgeden çıkarılan greftlere anjiyoplasti ve stentleme yapılabilir. Hidrofilik yönetilebilen kılavuz tel tortuözite bulunduğu faydalı olabilir. Fazla uzun balon kateter (145 cm) ile kısa kılavuz telin (80 cm) distal bölgelere ulaştığından emin olunmalıdır. Standart kılavuz teller 140-300 cm uzunluğundadır.

### ***Sol internal mammariya arter (LİMA) greftine girilmesi:***

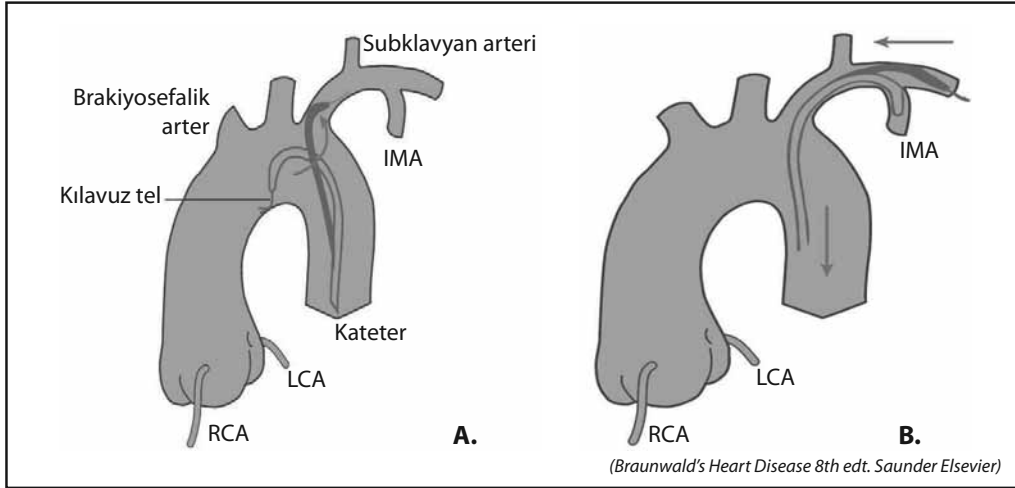
Birçok olguda, sağ-Judkins KK'nin eğriliği daha keskin olduğundan, subklaviyan arterine daha kolay angaje olur (Bakınız Bölüm 2.1A). Sonra 0,038" KT üzerinden sağ-Judkins KK, LİMA KK'si ile değiştirilir. LİMA'ya girmenin olağan projeksiyonu; hastanın kolu yanında durarak anteriör-Posteriyör (AP) projeksiyondur. Subklavyan arterini seçme ucundan dışarı çıkmış veya çıkmamış KT ile KK'nin yerleştirilmesi ile olmaktadır; girilecek subklavyan arterin kökünün ötesine aort kemerin yakınlarına kadar KT'nin ucundan öne doğru dışarı çıkarılsın, çıkarılmasın KK'nin aşağıdaki manevralar ile yerleşmesi ile sağlanır.

- *KK ucu yukarıyı işaret edene kadar veya subklavyan köküne girene kadar yavaşça geri çekilirken, saatin-terci yönünde döndürülür. Açılı hidrofilik KT, tortuöz subklavya arterine geçişi kolaylaştırabilir. Subklavyan artere giren KK'nin içinden KT subklavyan arterinin içine ilerletilir; sonra da tel üzerine geçirilen KK LİMA ostiyumunun ötesine kadar ilerletilir. LİMA kökü, genellikle tiro-servikal gövdenin inferiyöründe ve vertebral arter distalinde bulunur (Şekil 49).*
- *Subklavyan arterdeki KK'den küçük kontrast boya enjeksiyonları ile kateterin yavaşça geri çekilmesi sonucunda ostiyumun yeri saptanabilir; ucunun öne doğru yönelmesi için KK'nin yavaşça saatin-terci yönünde döndürülmesi damara selektif olarak girmesini sağlar.*
- *Ostiyumu görmek güçse, 60° LAO veya 45° RAO projeksiyon aort kemerini uzatarak İMA kökünün mükemmel görülmesini sağlar, böylece KK ucu doğru olarak LİMA'ya angaje olur.*

### **Teknik ipuçları:**

#### ***KK'nin KT ile LİMA angajmanı (bağlanması),***

İMA'nın angajmanı güçse, kaygan, hidrofilik veya çok iyi yönetilebilen yumuşak KT kullanılabilir; distal ucu LİMA'ya yerleştirilen KT, sonra da KK'nin girmesi için 'ray' fonksiyonu görür. Bu teknik KK ile Sağ İMA'ya girmesi için daha sık kullanılır. Spazm ve diseksiyona eğiliminden dolayı, KT veya KK İMA'ya girdikten sonra, çok yavaş olunmalıdır. İntrakoroner nitroglicerinin veya verapamil rahatca verilebilir. Şayet subklavyan arter çok tortuözse, KK'nin girişi ipsilateral radyal veya brakial yaklaşım ile sağlanabilir.



**ŞEKİL 49.** Lima kateterizasyonu. **A.** Sol internal mamary arterinin (IMA) kateterizasyonu: IMA aort kemerinin soluna yerleşmiştir, LAO projeksiyonunda görünmektedir. Kateterin ucu döndürülerek klavikula başının hemen altındaki subklavyan arterin akışına girilir (**A**). Bundan sonra kılavuz tel yavaşça subklavyan arterin içine doğru ilerletilir, distale sol İMA'nın çıkış noktasına kadar gidilir, sonra da kılavuz tel çıkarılarak subklavyan arteri AP projeksiyonda kontrast injeksiyonu ile görüntülenir, en sonunda kateter yavaşça geri çekilerek ucunun selektif olarak sol İMA'ya girmesi sağlanır (**B**).

**Kısalt:** LCA-Sol koroner arter, RCA-Sağ koroner arter.

#### Sağ İMA (RİMA)'nın Pigtail ile angajmanı:

Femoral ve brakial arteriyel giriş yolu ile standart LİMA kateteri ile tortuöz sağ subklavyan arterine girilemiyorsa sonra, Pigtail kateteri ile yeni yaklaşım denenebilir. 5F Pigtail kateter, Sağ İMA ostiyumu distaline yerleştirilir ve uzun 0,014" KT kateterin içinden ilerletilir. Kateter distale doğru daha çok ilerletilir, Pigtail kateterin distal ucunun kulpu daha kolay düzleşir. Bu manevra ile, LAO 50° bakış açısında Pigtail kateterin eğriliği sağ İMA ostiyumuna selektif olarak girmek için ayarlanabilir; KT damarın distal bölümüne lezyonu geçerek ilerletilir; sonra da PKG için İMA KK'si KT üzerinden Pigtail kateter ile değiştirilir (KT yerinde bırakılarak, Pigtail çıkarılır ve yerine LİMA KK sokulur).

Sağ İMA ya giriş için zorlanıldığında daha kompleks yöntemleri denemekten ziyade, ipsilateral sağ brakial veya radial arter yolu denenebilir.

#### LİMA Kılavuz kateteri:

VB-1 kateteri Pigtail kateterinin değiştirilmesi ile geliştirilmiştir. Kateterin standart Pigtail kateterinin eğriliğinin proksimal 2/3'üne benzeyen şekli vardır (Bakınız Bölüm 2.1.B).

VB-1 kateterinin kullanımı sırasında uygun tekniği önemlidir. Sol subklavyan arterine giriş sağlandıktan sonra, sağ koroner arter için kullanılan görüntü ile, 175 cm uzunluğunda, 0,035" kılavuz tel LİMA çıkışının ötesine yerleştirilir ve VB-1 kateterinin değiştirilme-

si için kullanılır, sonra da tel çıkarılır ve kateter olağan şekilde yıkanır. VB-1 kateterinin distal ucunun eğriliği inferiyora doğru yönelmesini sağlar, kateterin LİMA çıkışına doğru yavaşca çekilmesi esnek dizayından dolayı ucunun LİMA'ya pasifce, zorlanmadan girmesini sağlar. Kateter ucu karakteristik olarak LİMA proksimali ile eşeksenli farzedilmektedir. LİMA'nın subklavyan arterinden öne doğru çıktığı durumlarda; kateter öne, ostiyuma doğru yönelene kadar saatin aksi yönünde hafifce döndürölür, damarda tekrar eşeksenli pozisyon sağlanır.

**LİMA greftine girişimi için notlar:** ACBG'ye gitmesi beklenen hastanın iki kolu arasında 20 mmHg fark bulunuyorsa, sol subklavya veya İMA kontrol edilmeli. Anginalı post-ACBG hastalarında subklavyan arteri her zaman kontrol edilmelidir.

LİMA'nın değerlendirilmesi, 90 derece lateral projeksiyonda yapılmalı, bu distal anastomoz yerini yeterli düzeyde gösteren tek projeksiyon olabilir.

Damara girildikten sonra, İMA'da spazm ve psödostenoz dikkat edilmeli.

LİMA'ya derin girilmesi, basınç eğrisinin izlenmesi ile kontrol edilmeli. KK'nin pozisyonundan emin olunmazsa, LİMA'ya kontrast boya injekte edilmemelidir, çok derin yerleşen KK disseksiyona neden olabilir.

## **2.1.D. KORONER ANJİYOPLASTİ:** **ZORLUKLARI VE ÇÖZÜM YOLLARI**

**Prof. Dr. Erhan Babalık**

Perkütan koroner girişimde iyi bir sonuç elde etmeye etkili pek çok faktör vardır (Bakınız, Bölüm 2.1C). En başta hasta seçimi gelir ve hastayı bir bütün olarak tanımak kritik önem taşır. Zira PKG koroner anjiyografi filmine değil hastanın kendisine yapılacaktır! Hastanın klinik özellikleri (akut koroner sendromlar, yaş, cinsiyeti, diyabet gibi komorbid hastalıklar, sol ventrikül sistolik fonksiyonu vb.), anjiyografik damar ve lezyon özellikleri (hasta damar sayısı, damar çapı, damarda kıvrımlar, lezyonun uzunluğu, kalsifikasyon derecesi, trombus varlığı, lezyon kompleksliği-total oklüzyon, bifurkasyon lezyonu, safen greft lezyonu, ostiyal lezyon) iyi tanınmalı ve strateji, malzeme ve kolaylaştırıcı ek cihazların gerekliliği önceden belirlenmelidir. Operatör deneyimi çok önemlidir. Bu da kateterizasyon laboratuvarında geçirilen süre ve işlem uygulanan hasta sayısı ve çeşitliliğiyle ilişkilidir.

Perkütan koroner girişimlerde teknik ve kullanılan malzemeler hızla gelişim göstermektedir (Bakınız Bölüm 2.1B). Bu nedenle teknikteki gelişmeler yanında malzemeler hakkında bilgi edinilmesi ve bunun sürekli güncellenmesi önemlidir. Bu şekilde lezyona ve damar yapısına uygun malzemelerle PKG işlem başarıları artar. En başta kılavuz kateterin iyi bir destek verip vermediğine emin olunmalıdır. İyi destek sağlamayan bir kılavuz kateter işlemin ilerleyen safhalarında mutlaka zorluk çıkarır, iyi destek sağlayan bir kateterin bulunmasına azami çaba harcanmalıdır.

Kılavuz kateterin gövdesi pasif olarak etkilidir, ancak çapı desteğe etki eder. Küçük iç çaplı kılavuz kateterlerin desteği de az olur. Kılavuz kateterin uç şekli ve bunun büyüklüğü destekte ön planda rol oynar. Koroner ostiyumun lokalizasyonuna ve çıkış açısına göre uygun bir kateter tipi seçilir. Bunda operatör deneyimi etkili olur. Genel olarak standart bir sol koroner çıkışı varsa, aort kökü genişliği normalse sol Judkins 3,5-4 ilk seçim olmalıdır. Kadınlarda erkeklere göre bir küçük boy kateter seçilir. Yine LAD lezyonları için kateter lümeninin LAD ile aynı ekseninde olması için Cx artere göre bir küçük boyda seçilmesi isabetli olur. Aort kökü genişliği arttıkça kateter uç şekli büyüklüğü artırılır. Eğer büyük kateterler de yetersiz gelirse sol Amplatz 2 veya 3 seçilir. Bu durumda tortüöz bir damar yapısı, total oklüzyon, diffüz ve kalsifik lezyonlar gibi kateter desteğinin en fazla gereksinim duyulduğu olgularda ekstra back-up (EBU) kılavuz kateterler seçilmelidir. Kateter desteğinin en fazla gereksinim duyulduğu olgularda kateterin koroner ostiyum içinden derin entübasyonu ve ayrıca kateterin boyun kısmının koroner sinusa yaslatılması denir. Bu son manevralar deneyimli ellerde yapılmalıdır. Sağ koroner arter lezyonlarında ise standart aort kökü ve koroner çıkışı varlığında sağ Judkins 4 kateter en sık başvurulandır. Aort kökü geniş ise daha büyük kateterler; JR 5 veya sağ Amplatz (1 veya 2) kateterler kullanılabilir. Bu kateterler ko-

roner ostiyuma tam oturmuyorsa 3 olasılık vardır: Koroner ostiyum ektopik çıkışıdır; sağ koroner sinustan çıkmıyordur, veya ostiyum aort duvarında açıklığı aşağı doğru veya yukarı doğru bakacak şekilde tanjansiyel yerleşmiştir. Sağ koroner ostiyumu açıklığı aşağıya doğru bakacak şekilde çıkıyorsa sağ 3, 5 veya IMA kateteri kullanılmalıdır. Koronerin ostiyumu yukarı doğru bakıyorsa bu durumda proksimal sağ koroner arter yatay değil de yukarıdan aşağı doğru eğimli seyredir. Bu seyir trajesine Multipurpose veya sağ baypas (RCB) kateteri iyi uyum sağlayarak işlemde destek olur. Eğer 3. alternatif söz konusuysa, yani sağ koroner arter ektopik çıkıyorsa çıkış yerine uygun bir kateter seçilir. Non-selektif aort kökü enjeksiyonu bu tip çıkış varyasyonları saptanabilir. Sağ koronerin sağ veya sol sinusun yukarı seviyelerinden ayrıldığı saptanırsa ostiyuma sol Amplatz 1 veya 2 ile kolayca kılavuz kateter yerleştirilir.

### Kılavuz Teller

Kılavuz kateter yerleştirildikten sonra damar yapısı ve lezyon özellikleri göz önünde bulundurularak bir kılavuz tel seçilir. Birçok firmanın ürettiği çok sayıda kılavuz tel piyasada bulunmaktadır. Bunların hepsini edinmek mümkün olmadığından tel özelliklerine göre 4 farklı tel grubundan 1-2 tanesinin tanınması ve kullanılması yeterlidir.

Tip I: En çok kullanılan tel tipi yumuşak uçlu atravmatik tel olup genel amaçlı olarak, güvenliği ön planda olan tellerdir. Bunların sağladığı destek düzeyi hafif olup lezyondan balon veya stent geçirilmesinin zor olmadığı olgularda kullanılır. Bu tellere örnek olarak Asahi soft (Abbott), Choice floppy (Boston Scientific) gösterilebilir.

Tip II: Lezyon proksimalindeki damar segmentlerinin aşırı kıvrımlı olduğu olgularda tel ucunun yumuşak ve kolay kıvrılabilir (flexible) olması ve sürtünme etkisinin az olması (kaygan) aranan özelliktir. Yine bu tellerde gövde desteğinin yüksek olması gerekmez, aksine gövde güçlü olursa tel ucu lezyon içinde katlanabilir (prolapse). Hidrofilik teller bu özellikte olup örnek olarak Whisper (Guidant), Choice PT (Boston Scientific) sayılabilir.

Tip III: Bazı olgularda tel gövde desteğine çok gereksinim duyulur. Bunlar lezyon proksimalinde ciddi kıvrımlarla birlikte damar seyrinde bir veya daha fazla açılanma (angülasyon) olan olgulardır. Bu açılanma ve kıvrımlar balon veya stent kateterinin ilerletilmesini çok güçleştirir. Gövde desteği güçlü olan bu teller açılanmaları ve kıvrımlı segmentleri düzeltir, telin lümenin merkezinde kalmasını sağlayarak balon veya stentin lezyona ve damar duvarına sürtünmesini azaltır. Bunlara örnek olarak Grandslam ve Balance Heavyweight (Guidant) gösterilebilir.

Tip IV: Son tel tipi total oklüzyon telleridir. Total oklüzyonun proksimal fibröz kapsülü sert olduğundan tel ucunun da sert ve telin tüm uzunluğunca desteğinin güçlü ve homojen olması gereklidir. Bu sayede manipulasyonun lezyondan geçiş üzerine etkisi en yüksek olur. Hidrofilik özellikli olanlarıyla lezyondan geçiş başarısı daha fazladır. Bu tellerin ucu sert olduğundan diseksiyon ve perforasyon riski yüksektir. Bu nedenle dikkatle kullanılması gerekir. Bu tellerin parmak ucuna his aktarması (tactile feedback) zayıf olduğundan farkında olunmadan damar dışına kolayca çıkılabilir. Bu tellere örnek olarak Cross-IT (Guidant), Asahi Miracle (Abbott) sayılabilir. Bu son sayılan telleri kullanmak için deneyim sahibi olmak gerektiği akılda tutulmalıdır ve yumuşak manipulasyonlar uygulanmalı, zorlu ilerletme

hareketi yapılmamalıdır. Tel ucuna yaklaşık 45 derece keskin açı verilmesi total oklüzyon içinde ilerleme şansını artırır (Şekil 50).

Damar yapısı ve lezyon tipine göre bu şekilde bir kılavuz tel seçimi ile komplikasyonsuz yüksek bir işlem başarısının temelleri atılmış olur. Kılavuz tel kılavuz kateter içinden koroner arter içinde floroskopi altında, yönlendirici (torker) yardımıyla nazik hareketlerle ilerletilmelidir. Bu ilerletme işlemi sırasında kılavuz tele kendi eksenini etrafında saat yönünde ve bunun tersi yönde ardarda rotasyon hareketleri yapılırsa koroner lümeni içinde merkezde hareket olanağı sağlanmış olur; hedefte olmayan yan dallara gereksiz girişler azalır. Telin ucu hedef lezyonun hemen proksimaline ulaştığında lezyonun giriş ağzına yönlendirilmelidir. Bu şekilde yapılmazsa tel geçişi zorlaşır, tel ucu geriye doğru katlanabilir, tel ucu yumuşak değilse plak erozyonu ve diseksiyonuna neden olabilir. Tel lezyonu geçtikten sonra lezyonun distalinde mümkün olan en uzak mesafedeki damar segmentlerine kadar ilerletilirse balon veya stent taşınması daha kolay olur. Tel hedef lezyonun bulunduğu damarın distaline ilerletilmelidir. Özellikle stent yerleştirilmesi sırasında bu çok önemlidir. Telin distal ucu lezyonun bulunduğu damar distali yerine lezyonun distalinden ayrılan bir yan dala yönlendirildiği halde stent yerleştirilirse, stentin distal kenarının damar duvarına simetrik oturması (appozisyonu) tam olmaz. Bu da stent trombozu ve restenoza eğilimi artırır. Tel uygun pozisyonda bırakıldıktan sonra lezyonun ciddiyeti ve anatomo-patolojik özelliklerine göre balonla ön dilatasyon yaparak veya doğrudan stent yerleştirilmesi işlemine geçilir.

**Doğrudan stent mi veya ön dilatasyon yapıldıktan sonra stentleme mi yapılmalıdır?**

Stentlerin girişimsel kardiyoloji pratiğine girdikten sonraki dönemde teknolojik ilerlemeler sayesinde stentlerin damara yerleştirilmesi işlemi daha pratik ve kolay hale geldi. Stent uygulamalarının ilk dönemlerinde balon anjiyoplasti rutin olarak stenlemeden önce yapılırdı. Halen rutin ön dilatasyon yerine doğrudan stentleme yapmak bir çok merkezde seçilen yöntemdir. Doğrudan stentlemenin avantajları arasında; maliyetin daha düşük olması, zamanın ve kontrast maddenin daha az harcanması ve operatörün X ışınına daha az maruz kalması, damar duvarının daha az hasarlanması ve yerleştirilen stentin etkilenen tüm lezyon segmentini kapsayarak restenozu azaltması yer alır. Bu son avantaj ilaç salımlı stent (İSS) kullanılan olgularda gösterilmiştir. Çıplak metal stent (ÇMS) uygulanan stentleme işlemlerinde ön dilatasyonun sonraki stent restenozu gelişimine etkisi yoktur.

Akut koroner sendromlarda ST elevasyonu olsun veya olmasın doğrudan stent yerleştirildiğinde TIMI akım daha iyi ve kardiyak enzim tepe seviyeleri daha düşük olmaktadır. Safen greft lezyonlarında da doğrudan stent yerleştirilmesiyle distale plak embolizasyonu da azalmaktadır. Bu olgularda doğrudan stent yerleştirilmesi yolu seçilmelidir.

Lezyon özellikleri de doğrudan stent uygulamasını belirlemede önemlidir. Proksimal damar segmenti ve lezyonun bulunduğu segment kıvrımlı ve açılı değilse, az kalsifikasyon



**ŞEKİL 50.** Tel ucunun açısı

varsa, lezyon kısa ise doğrudan stentleme uygundur. Aksine, diffüz hastalık veya kıvrımlı damar segmentleri varsa, kalsifikasyon fazlaysa lezyon segmenti kıvrımlıysa ve lezyon çok distalde ise ön dilatasyon yapıldıktan sonra stent yerleştirilmesi işlem başarısını artırır. Çok sert, kalsifik ve ciddi darlık yapan lezyondan İSS zorlanarak geçirilmeye çalışılırsa stentte ve polimer kaplamasında hasar oluşabilir, stent balondan sıyrılarak serbest kalabilir, ayrıca lezyonda da erozyon yaparak trombotik olayları tetikleyebilir. Bu lezyonlarda doğrudan stentleme zorlanmamalı, stentin ilerlemesine direnç hissediliyorsa stent dışarı alınıp ön dilatasyon yapılmalıdır. Ostiyal lokalizasyondaki lezyonlar da ön dilatasyon gerektirir. Zira ostiyal lezyonlar fibrotik yapıda sert olup doğrudan stent yerleştirilmesi sırasında stent kayabilir ve lezyon tam stentle kaplanmayabilir. Bir çok operatör bu nedenle ostiyal lezyonlarda ön dilatasyon sonrası stentlemeyi tercih etmektedir.

### Balon dilatasyon:

Perkütan koroner girişimlerin hemen tamamında stentleme yapılır. Stentleme öncesinde balon anjiyoplasti yapılması gerekli olan lezyonların varlığında balon anjiyoplastinin amacı stenti hedef lezyona rahat ulaştırmak, aterosklerotik plakta geometrik değişiklik yaparak stentin damar duvarına tam oturmasını kolaylaştırmak, balon çapı ve uzunluğuyla lezyonun ve damar çapının kıyaslanması suretiyle kullanılacak stentin boyutlarını tam olarak tahmin etmektir. Seçilecek balon kateterin tipi ve boyutlarına karar vermede lezyonun yapısı ve uzunluğu, damar çapı belirleyici rol oynar. Ön dilatasyon için seçilecek balonun çapı distal referans damar çapından en az 0,5 mm daha küçük olmalıdır. Uzunluğu ise daha sonra yerleştirilecek olan stentin uzunluğundan en az 2 mm kısa olmalıdır. Eğer balon dilatasyon sonrasında stent hedef lezyondan geçmiyorsa aynı balonla daha yüksek basınçta daha uzun sürelerle dilatasyon yapılmalı veya bir büyük çaptaki balonla dilatasyon yapılmalıdır. Balon kateterler balona verilen basınçla meydana gelen çap artış oranlarına göre 3 gruba ayrılır; kompliyan (basınç artışına paralel olarak balon çapının 10 atm. basınçta nominal çapın  $\leq 20\%$  arttığı balonlar, örnek olarak 2,5 mm nominal çaplı balonun 3 mm ye ulaşması), semi-kompliyan (basınç artışıyla çap artışının  $\leq 10\%$  olduğu balonlar), non-kompliyan (basınç artışına rağmen balon çapının 20 atm basınca kadar değişmediği balonlar). Stentlemeden önce ön dilatasyon için kullanılan balonlar kompliyan veya semi-kompliyan olanlardan seçilmelidir. Bu balonların geçiş profili daha küçüktür, materyali daha yumuşaktır. Bu özellikler sayesinde damardan lezyona ulaşmak daha kolay olur ve balonun şişirilmesiyle aterosklerotik plak ve damar duvarında meydana gelen hasar daha az olur. Böylece PKG işlemi daha kolay olmakta ve restenoz için daha az mekanik uyarı meydana gelmektedir. Non-kompliyan balonlarla ön dilatasyon asla yapılmamalıdır. Bu balon kateterleri kalındır ve elastik olmayan materyalden yapılmıştır. Bunların ön dilatasyonda kullanılması neticesinde intrakoroner akımı bozan intimal diseksiyonlar veya damar perforasyonları oluşabilir. Bu balonlar ancak stent yerleştirildikten sonra stentli segmentte tam açılmayan kısımlarda yüksek basınçlarda şişirmek suretiyle stentte optimal bir açılma ve appozisyon sağlanması için kullanılır. Balon kateter lezyon ve damar yapısına uygun seçilen bir kılavuz tel üzerinden lezyona ilerletilir. Eğer balon kateter hedef damar içinde lezyonun proksimaline kadar geliyor ve daha sonra belirgin bir dirençle karşılaşıyorsa



balon kateter daha fazla zorlanarak ilerletilmeye çalışılmamalıdır. Bu durumun olası nedenleri arasında kılavuz telin lezyon bölgesinde subintimal seyretmesi, damarda lezyon proksimalinde belirgin kıvrımların ve ciddi kalsifikasyonun olması, lezyonun ciddi darlık yapıyor olması ve bununla birlikte kılavuz tel ve/veya kılavuz kateter desteğinin yetersiz olması, balon kateterin fleksibilitesinin az olması ve geçiş profilinin yüksek olması sayılabilir. Çözüm ise bu olası nedenlerden hangisinin olduğunun saptanması ve uygun strateji değişikliğinin yapılmasıdır. Kılavuz telin subintimal seyredip seyretmediğinin anlaşılmasının güvenilir bir yolu telin distal ucunun lezyonun distal bölgesinden ayrılan bir yan dala geçirilmesinin denenmesidir. Tel distaldeki bir yan dala rahatça ilerletilebiliyorsa tel lümen içindedir, aksi takdirde subintimal geçiş şüphesi artar. Bu durumdaki ilk tel yerinde bırakılarak yeni bir tel alınır ve gerçek lümeninden geçilmeye çalışılır. Eğer lezyonun distalindeki damar segmentleri karşı bir koroner arterden kollateral alıyorsa ikinci bir arter ponksiyonu ve tanısal anjiyografiyle distal koroner yatak kontrastla doldurulur ve telin gerçek lümeninde olup olmadığı kesin olarak anlaşılmış olur.

Eğer balon kateterin ilerlemesine engel olan neden damardaki kıvrımlar, proksimal veya distal diffüz hastalık veya kılavuz teldeki yetersiz destek ise tel yerinde bırakılarak gövde destek gücü fazla olan tip III özellikte ikinci bir tel alınır (body wire). Böylece damar ve lezyon bölgesi daha düz hale getirilir ve balon kateter body wire üzerinden lezyona ilerletilir. Eğer bu manevralar yetersiz kalırsa kılavuz kateter değiştirilmelidir. Zira balon kateterle lezyondan geçiş zor ise profili daha fazla olan stentle geçmek daha zor ve hatta imkansızdır. Balonla lezyonu ve damarı hasarlandırmadan kılavuz kateter destek sağlayacak başka bir tip kateterle değiştirilir ve destek durumuna göre 1 veya 2 kılavuz tel kullanılarak balon lezyondan geçirilir. Yine de zorluk yaşanması durumunda kılavuz kateter hedef damarın içinde derin entübasyonla daha ileri itilerek destek artırılır. Bunlara rağmen balon kateter lezyondan geçmiyorsa 'çıpalama yöntemi-anchor' kullanılır. Bunda lezyonun bulunduğu damardaki bir proksimal yan dal içine farklı bir kılavuz tel gönderilir ve bu yan daldaki düşük basınçla (damara hasar vermeyecek ancak balon şiştiğinde damar duvarına içten tam oturacak şekilde) uygun çaptaki bir balon şişirilir. Bu balon çıpa etkisiyle destek artırır ve bu balon şişirilmiş haldeyken hedef lezyon için seçilen asıl balon kateter lezyona ilerletilir. Bu yöntemlerle başarı yüksektir. Aksi durumda daha deneyimli operatör işleme devam eder veya işlem sonlandırılır. Balon kateterle ön dilatasyon yapıldıktan sonra stentlemeye geçilir.

### Stent Yerleştirilmesi

Başarılı bir stentleme işlemi için kılavuz kateter ve telinin uygun seçimi yanında uygun stent (tipi, çapı, uzunluğu) seçimi ve uygulama tekniği kritik önem taşır. Stentleme işlemine etki eden yardımcı ve tamamlayıcı görüntüleme (intrakoroner ultrasonografi-IVUS), fizyolojik lezyon değerlendirme (fractional flow reserve-FFR) araçlarının el altında olması ve bunları etkili kullanabilme olanaklarına sahip olmak ayrıca önemlidir. Hasta seçimi, yüksek riskli klinik ve anjiyografik hasta alt gruplarının tanınması ve bunlara uygun kombine farmakolojik tedavilerin yerinde yapılması gerekir. Potansiyel komplikasyonları anında müdahale ile düzeltecek malzeme ve deneyimin olması da bir invazif laboratuvarda stentleme işlemlerinin yapılabilmesi için optimal şartları oluşturur.

### Stent seçimi

Uygun stent seçimi ve stenti yerleştirme tekniği akut işlem başarısını artırır, işlem komplikasyonlarını azaltır, uzun dönemde stent restenozu ve tekrar revaskülarizasyon işlemleri gereğini azaltır.

### Optimal bir stent yerleştirilmesinden ne anlaşılır?

Stent hedef lezyonu tamamen kaplamalıdır; stent sınırları lezyonun hemen proksimali ve distalindeki normal damar bölgelerine ulaşmalıdır. (stent lezyon omuzlarından 2 mm önce ve 2 mm sonrasına ulaşmalıdır). Bu şekilde kenar diseksiyonu ve stent restenozu riski azalmış olur. İlaç salınımlı stent yerleştirilecekse stent uzunluğunu seçmede daha rahat davranılması mantıklıdır (lezyon omuzlarından 3-4 mm sonrasına ve öncesine). Zira İSS'lerde stent uzunluğu restenoz için belirleyici değildir.

Stent yerleştirilmeden ön dilatasyon gereği gözden geçirilmeli ve uygulanacak stent yerleştirme basıncı nominal değer üzerinde, en az 12 atm. olmalıdır. Buna göre referans damar çapı göz önünde bulundurularak uygun stent çapına karar verilir. Stentin distal referans damar çapına oranı 1-1,1:1 olmasına çalışılmalıdır. Proksimal ve distal lezyon segmentleri arasında önemli bir çap farkı varsa stent yerleştirildikten sonra daha büyük çaptaki bir non-kompliyan balonla son dilatasyon yapılmalıdır. Bunun için stentin basınçla ne kadar çap artışı gösterdiğine dikkat edilmesi gerekir. Lezyon proksimalinde önemli damar kıvrımları varsa ve/veya lezyonun bulunduğu damar segmentinde açılanma varsa açık hücreli (open cell) dizaynli stentler tercih edilmelidir. Bu stentlerin eğilip bükülebilme özellikleri ön plandadır ve bu sayede kıvrımlı damarlarda kolay ilerletilir, lezyon bölgesinde açılanma varsa stent yerleştirildikten sonra damarın doğal şeklinde kalmasını sağlar, stentin kenar segmentlerindeki damar bölgelerinde katlanma tarzı uyum bozukluklarına neden olmaz. Açık hücreli stentlerin avantajlı olduğu diğer lezyonlar bifurkasyon lezyonlarıdır. Bu stentler ana damara yerleştirildiğinde yan dala tekrar kılavuz telle ve sonra balon veya stentle daha kolay geçilmesini sağlar. Açık hücreli stentlerin bir dezavantajı ise damar duvarına basıncı gücünün (radial force) kapalı hücreli stentlere göre daha az olmasıdır. Bu durumda plak yükü ve fibröz dokusu yoğun, kalsifikasyonu fazla olan lezyonlarda yeterli plak ezilmesi yapılamayacağından işlem sonrası akut lümen kazancı yeterli olmaz, tercih edilmemelidir. Damar duvarına stentin basma kuvvetinin fazla olması gerektiği ostiyal lezyon, kronik total oklüzyon, plak yükü fazla olan kalsifik ve diffüz lezyonlarda kapalı hücreli stent tipleri tercih edilmelidir. Safen greft lezyonları, LIMA-LAD greftinin distal anastomozunda yer alan lezyonlarda da kapalı hücreli stentler tercih edilmelidir.

## KOMPLEKS LEZYONLARDA PKG

### Ostiyal lezyonlar:

Ostiyal lezyon ostiyumdan 3 mm ye kadar olan bölgede %50'den fazla darlık yaratan lezyona denmektedir. Ostiyal lezyonların perkütan girişim açısından çeşitli zorlukları bulunmaktadır. Bu bölgede bulunan yoğun elastik lifler nedeniyle lezyonların %50'de çok ciddi oranda elastik büzülme ('recoil') gözlenmektedir. Genellikle yoğun kalsifikasyon ve fibrosklerotik

doku içermeleri nedeniyle bu lezyonları dilate etmek de zordur. Bu nedenle direkt stent konulması ostiyal lezyonlarda tercih edilmemelidir. Ostiyal lezyonlarda restenoz oranları da diğer lezyonlara göre oldukça yüksek bulunmaktadır. Bunun nedeni olarak burada bulunan yoğun fibrokalsifikasyonun yanında operatörlerin bu bölgelerde yeterli ölçüde postdilatasyon yapmaktan kaçınmaları yatmaktadır. Ostiyal lezyonlarda retrograd disseksiyon riskinin de daha fazla olduğu unutulmamalıdır.

Ostiyal lezyonlar lokalizasyonuna göre 2 gruba ayrılmaktadırlar.

**1. Aorta-ostiyal:** Aorta-koroner (Aorta-LMCA, Aorta-RCA), safen ostiyumu

**2. Aort dışı ostiyal:**

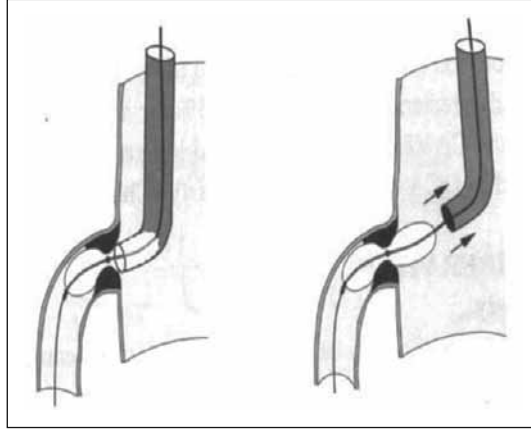
- a. Ana-dal ostiyal: LAD, CX ostiyumu
- b. Yan dal-ostiyal: Diyagonal, obtus marjinal, PDA, PLA ostiyumu

### 1. Aorta-Ostiyal Lezyonlar

Aorta-ostiyal lezyonları değerlendirirken bazı önemli noktalara dikkat etmek gerekmektedir. Bu lezyonların derecesini belirlemek açılma, üst üste gelme ve imaj artefaktları nedeniyle anjiyografik olarak zor olabilir. Aynı zamanda kateter ostiyuma aynı ekseninde yerleşimli değilse, ostiyuma fazla girmişse ve beraberinde vazospazm oluşmuş ise değerlendirmenin suboptimal olacağı mutlaka akılda bulundurulmalıdır. Eğer darlığın ciddiyeti konusunda şüpheler var ise ya FFR ölçülerek ya da intravasküler ultrason (IVUS) yapılarak darlığın ciddiyeti belirlenmelidir.

Aorta-ostiyal lezyonların perkütan girişimlerinde kateter mümkün olduğunca ko-aksiyal yerleşimli olmalı ve derin oturmamalıdır. Derin oturumlarda katatere bağlı damar hasarı oluşabileceği unutulmamalıdır. Eğer kateter ostiyuma oturduğu zaman basınçta bir düşme gözlenirse yan delikli bir kateter kullanılmalıdır. Küçük çaplı kateterlerin aorta-ostiyal lezyonlarda derin oturarak basınçta düşmeye neden olduğu bilinmeli ve eğer delikli katatere rağmen basınçta düşme devam ediyorsa daha büyük çaplı bir kateterle ostiyum dışına oturularak işlemin yapılmasına çalışılmalıdır. Aorta-ostiyal lezyonlar yoğun kalsifikasyon ve fibrosklerotik yapı içermelerinden dolayı mutlaka 1/1 oranında ön dilatasyon yapılmalıdır. Eğer yoğun kalsifikasyon bulunuyorsa doku azaltma ('debulking') yöntemleri de stent yerleştirilmeden önce mutlaka düşünülmelidir.

Aorta-ostiyal bölgede elastik büzülmenin çok yoğun olması nedeniyle gereğinden büyük balonların kullanılması ile antegrad ve retrograd disseksiyon riskinin yüksek olduğu unutulmamalıdır. Ön dilatasyon sırasında balon mutlaka lezyonun tam ortasına oturmalı şişirirken lezyondan aşağıya ya da yukarı kaymamalıdır (Watermelon seeding) (Şekil 51, Şekil 52). Eğer balon kayıyorsa daha yavaş olarak şişirilerek tekrar denenmelidir. Eğer kayma devam ediyorsa daha uzun bir balonla (30-40 mm) ya da doku azaltımı sonrası tekrar denenebilir. Düşük basınçla (2-4 atm.) yerleşim yapıldıktan sonra balonun şişirilmesi ya da kalp hızı uygunsa B-bloker yapılması da balonun kaymasını engelleyebilmektedir. Eğer kateter içinde iken balon şişirilirse balon patlayarak disseksiyon ve hava embolisine sebep olabilir. Bu nedenle balon şişirilmeden önce kateter aortaya doğru geri çekilmelidir (Şekil 52). Eğer kate-



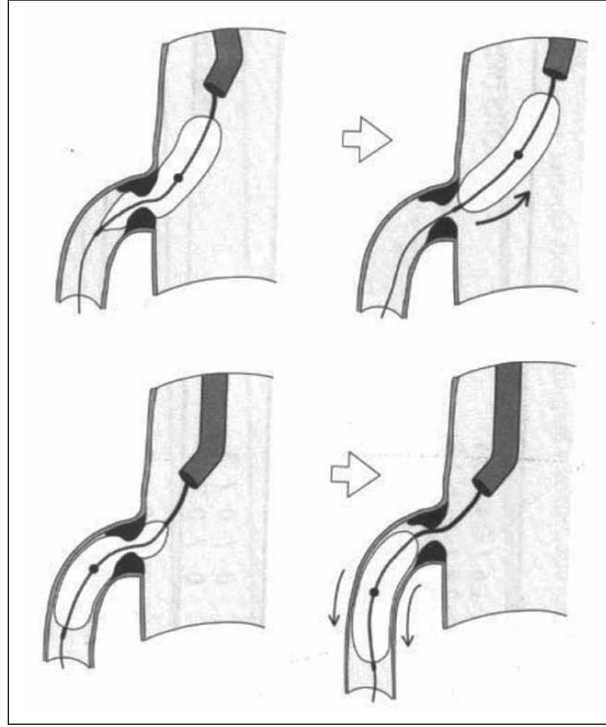
**ŞEKİL 51.** Predilatasyon sırasında balonun lezyonun tam ortasına oturması ve kateterin aortaya geri çekilmesi

ter aortaya çekildikten sonra balonun yeri tam olarak ayarlanamıyorsa balon kateter içinde iken 1-2 atmosfer şişirildikten sonra kateter aortaya çekilebilir. Stent yerleştirilirken kateter yine mutlaka aortaya çekilmelidir. Stentin proksimal ucu lezyonu tam kapsamı açısından 1 mm kadar aortaya çekilmeli ve stent yerleştirildikten sonra proksimal kısmın tamamen ostiyuma oturması için daha büyük çaplı bir balonla mutlaka postdilatasyon yapılmalıdır (Şekil 53). Aorta-ostiyal lezyonlarda kalsifikasyonun daha fazla gözlenmesi nedeniyle stentin olduğundan daha az açılmış olabileceği akılda tutulmalı ve postdilatasyonun tam olarak yapıldığından mutlaka emin olunmalıdır. Bu nedenle bazı otörler işlem sonrası mutlaka IVUS önermektedirler.

## 2. Aort Dışı Ostiyal Lezyonlar:

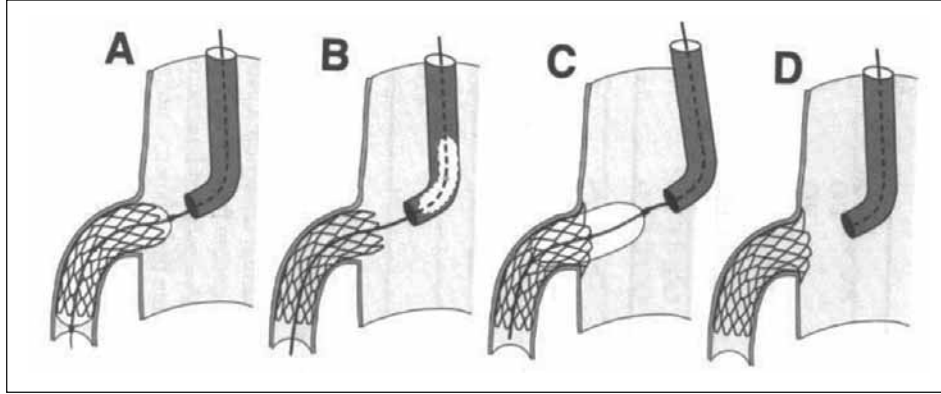
Aorta-ostiyal lezyonlardan farklı olarak bu bölgelerde kalsifikasyona daha az rastlanılmakta, açılanma daha fazla olmakta, yan dalların tıkanma riski bulunmaktadır. Aorta-ostiyal lezyonlar gibi bu bölgelerde ciddi olarak elastik büzülme gözlenmektedir. Doku azaltma yöntemleri plak kaymasını engelleyebilmektedir.

Anjiyografinin iki boyutlu olması nedeniyle tüm ostiyal lezyonlarda olduğu gibi aort dışı ostiyal lezyonlarda da stentin proksimal ucu tek bir projeksiyondan belirlenmemelidir. Ayrıca kalbin hareketlerinden dolayı stent yerleştirilirken kayabilmektedir. Bu nedenle stent lezyonu tam kaplayamayabilir veya diğer dal stent tarafından hapsolabilir. 'Body wire' ya da 'stent pull back' teknikleri kullanılarak stentin lezyonu tam olarak kaplaması sağlanabileceği gibi stentin kayması da engellenebilir (Şekil 54). Body wire tekniğinde stentin proksimal ucunun ilk strutına 2. bir tel (body wire) yerleştirilir. Bu tel ilk başta yan dala sokulduktan sonra stentin yerleşimi yapılmaktadır. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken nokta stentin proksimal ucunun ilk strutına yerleştirilen telin stent açılımı düşük atmosferde (2-4 atmos-



**ŞEKİL 52.** Ön dilatasyon sırasında balon şişirilken lezyondan aşağıya ya da yukarı kaymamalıdır. (Watermelon seeding)

fer) iken çekilmesidir. Bunun nedeni telin alttaki balona hasar yapmasını ve hapsolmesini engellemektir. Tel çekildikten sonra yüksek atmosfer ile stent yerleştirilir. Bu teknik aorta-ostiyal lezyonlarında da kullanılabilir. Bu durumda 'Szabo', ya da 'double wire' tekniği olarak adlandırılmaktadır. 'Stent pull back' tekniğinde ise genellikle yan-dal ostiyal lezyonlarında kullanılabilir. Bu teknikte ana dalda düşük atmosferde (4-6 atmosfer) balon şişirildikten sonra yan dalda bulunan stent ana dala doğru çekilir. Stentin balonla temas ettiği yerde hafif bir çentik olduğunda stent yerleştirilir. Her iki balonda aynı anda indirilir. Böylelikle yan dal ostiyumun tamamen kaplanması sağlanabilmektedir. Aynı zamanda ana dala plak kayması da engellenebilmektedir. Fakat bu yönteminde çeşitli kısıtlılıkları bulunmaktadır. Ana dalda balon şişirilmesi normal damarda ateroskleroza provake edebileceği gibi bu bölgede diseksiyona da sebep olabilir. Stentin proksimal ucunda balona bağlı hasar oluşabilir. Balon stentle teması sonucunda patlayabilir. LAD-Cx lezyonlarında ise ciddi iskemi yaratabilir. Yan dalda stent yerleştirildikten sonra ana dalda bir bozulma olursa 'kissing' balon yapılmalıdır. 'Kissing' balon ile yetersiz bir sonuç alınırsa ana dala stent yerleştirilmeli ve işlem mutlaka 'kissing' balon ile bitirilmelidir. Bu tekniğin 75 derecenin üzerindeki yan dallarda iyi sonucu verdiği unutulmamalı 75 derecenin altındaki yan dallarda ise stentin proksimal



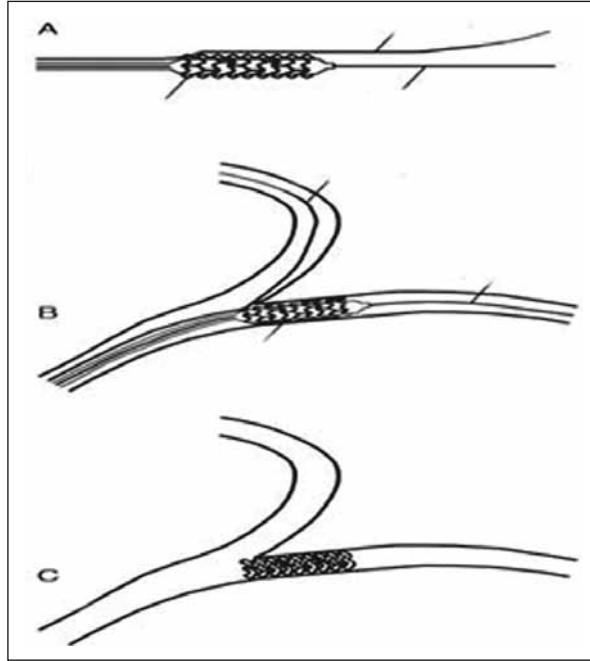
**ŞEKİL 53. A.** Kateter aorta da iken stentin proksimal ucu 1 mm kadar aortaya çekildikten sonra stent yerleştirilmelidir. **C.** Stentin proksimal kısmının tamamen apoze olması (yerleşmesi) için mutlaka postdilatasyon yapılmalıdır.

kısının tamamen lezyonu kapsayamayacağı ve stentin bir kısmının ana dala fazlasıyla çıkacağı bilinmelidir (Şekil 54, Şekil 55, Şekil 56). Bu nedenle 75 derecenin altındaki yan dal ostiyal lezyonlarında kullanılmamalıdır.

#### **Ana-dal ostiyal lezyonlar:**

LAD ostiyumuna yapılan girişimlerde diseksiyon ve Cx'e plak kayma olasılığı yüksektir. 30-30 sağ kaudal projeksiyonunda LAD-Cx arasındaki açı 80 dereceden fazla ise Cx'e plak kayma olasılığı düşükken bu açı 80 derecenin altında ise risk artmaktadır. LAD ostiyal lezyonlarında stent öncesi plak yoğunluğunu azaltmak için doku azaltma yöntemleri kullanılabilir. Doku azaltma yöntemleri arasında LAD ostiyumu için ideal olan Direksiyonel koroner aterektomi (DCA) yöntemi en sık olarak uygulananıdır. DCA stent yerleştirilmeden önce plak yükünü azaltarak plak kaymasını ve elastik büzülme sınırlamaktadır. Başlangıçtaki plak yoğunluğunun geç dönemdeki intimal proliferasyondan sorumlu olduğu düşünülürse bu tip işlemlerin restenozu da engelleyebileceği düşünülebilir. Yapılan çalışmalarda kronik yeniden şekillenmeye bu tip işlemlerin etkisinin olduğu ve stent öncesi optimal seviyede yapılmış olan bir doku azaltmanın restenozu engellediği ortaya çıkmıştır. Optimal seviyede yapılmış bir doku azaltmadan kasıt gözle bakılan rezidü darlığın %20'nin altında olması ya da ideali IVUS'la rezidü plak yoğunluğunun %40'ın altında olması olarak kabul edilmektedir (1, 2).

LAD ostiyal lezyonlarında tüm ostiyal lezyonlarda olduğu gibi stent yerleştirilirken stentin proksimal ucu ostiyumdan 1 mm kadar dışarı taşmalıdır. Eğer bu yapılmaz stent ostiyumun distalinde kalırsa bu bölgede yüksek restenoz riski ile karşılaşılacağı bilinmelidir. Eğer stent 1 mm'den fazla proksimale çekilirse Cx ağzının stent tarafından hapsolacağı unutulmamalıdır. Bu nedenlerden dolayı stent yerleştirilirken en az 2 ayrı çekim ile tercihen sağ ve



**ŞEKİL 54.** Stentin proksimal ucunun tel örgüsünün ilk teline 2. bir kılavuz tel (body wire) yerleştirilir. Bu tel ilk başta yan dala sokulduktan sonra stent yerleştirilir.

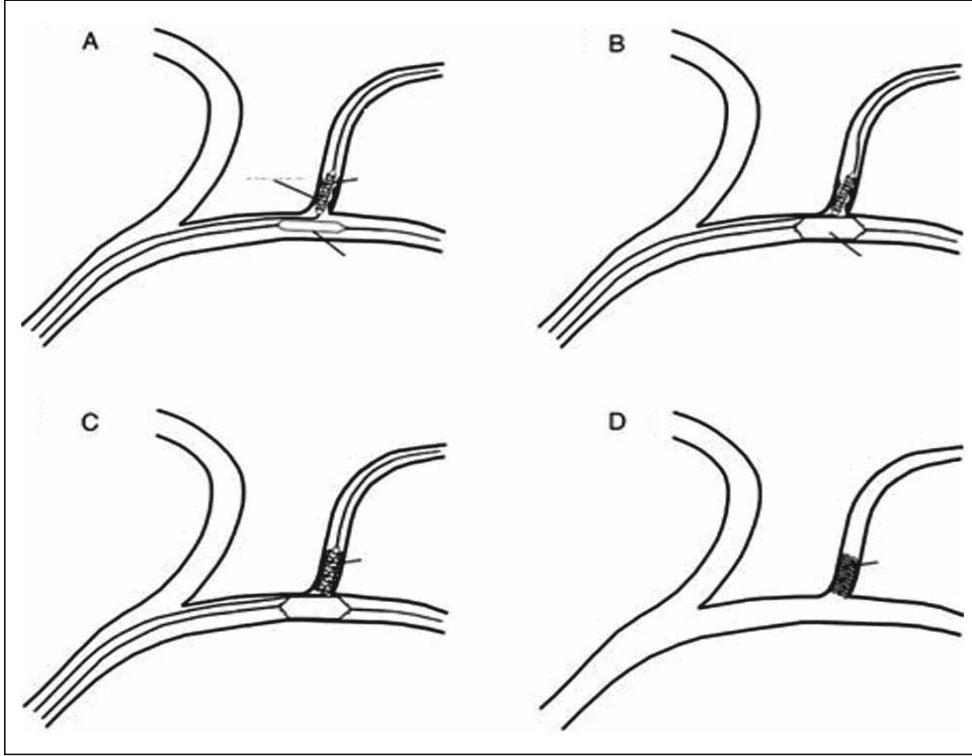
sol kaudal görüntüler alınarak stentin ostiyumu ne kadar taşıdığı gösterilmelidir. 30-30 sağ kaudal projeksiyonunda LAD-Cx açısı 90 dereceye ne kadar yakınsa stentin LAD ostiyumuna yerleştirilmesi de o kadar rahat olmakta stentin Cx ağzını hapsedme olasılığı azalmaktadır.

Ana-dal ostiyal lezyonlarında kalbin hareketlerinden dolayı stentin yerleşimi tam olarak ayarlanamayabilir. Bu durumlarda daha büyük bir kılavuz kateter kullanımı, kılavuz kateterin daha derin oturtulması ve daha sert kılavuz tellerin kullanılması sorunu ortadan kaldırabilmektedir. Düşük basınçla (2-4 atmosfer) ön dilatasyon yapıldıktan sonra stentin yerleştirilmesi de stentin kaymasını engelleyebilmektedir.

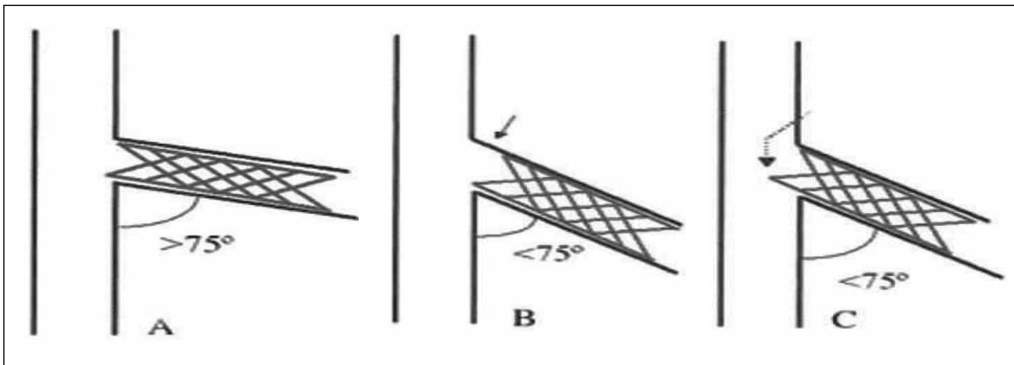
Ana-dal ostiyal lezyonlarında eğer yan dala plak kayması olursa ve bu dal önemli bir dal- sa yan dal balon ile dilate edildikten sonra 'kissing' balon işlemi yapılmalıdır. Eğer 'kissing' balon ile yetersiz bir sonuç alınır yan dala stent düşünülmelidir.

#### **Yan dal-ostiyal lezyonları**

Diğer ostiyal lezyonlarda olduğu gibi bu bölgenin lezyonlarında da yüksek oranda elastik büzülme gözlenmesi bu bölgenin BA sonrası çoğu zaman stentlenmesini gerektirmektedir. Bu bölgedeki lezyonlarda kesici ('cutting') balonun stente bir alternatif olabileceği yönünde



**ŞEKİL 55.** Stent *pull back* tekniğinde ana dalda düşük atmosferde (4-6 atmosfer) balon şişirildikten sonra yan dalda bulunan stent ana dala doğru çekilir. Stentin balonla temas ettiği yerde hafif bir çentik olduğunda stent yerleştirilir.



**ŞEKİL 56. A.** 'Stent *pull back*' tekniği 75 derecenin üzerindeki yan dallarda iyi sonuç verir. **B-C.** 75 derecenin altındaki yan dallarda ise stentin proksimal kısmının tamamen lezyonu kaplamayacağı ve stentin bir kısmının ana dala fazlasıyla çıkacağı bilinmelidir.



çeşitli görüşler bulunmaktadır. Kesici balon ile düşük basınçla daha iyi sonuç alındığından restenozu tetikleyen faktörlerden bir tanesi olarak kabul edilen barotravma daha az oluşmaktadır. Bu nedenle kesici balon ile bu bölgelerde restenozun daha az saptandığı söylenmiştir. Yalnız aorta- ostiyal ve ana-dal ostiyal lezyonları için bu geçerli olmayıp buradaki lezyonlar kesici balon ile bırakılmamalıdır. Kesici balonun ardından stentleme yapılmalıdır.

### Bifurkasyon lezyonları

Bifurkasyon lezyonu işlem esnasında yan dalın korunması gereken lezyona denmektedir. Tüm perkütan koroner girişimlerin %15-25'ini içermektedirler. Bifurkasyon dışı lezyonlarla karşılaştırıldığında bifurkasyon lezyonlarının işlem başarı oranı düşük, major kardiyak olay sıklığı ve restenoz oranları yüksektir. Bifurkasyon lezyonlarında işlem sırasında bir çok problemle karşılaşılabilir. İşlem sırasında en sık karşılaşılan problemler; yan dala geçiş zorluğu, yan dalın işlem sırasında tıkanması ve yan dal ostiyumunun stentle yetersiz kaplanmasıdır.

Bu lezyonlara yaklaşımı belirleyen faktörler yan dalın büyüklüğü ve yan dala lezyon bulunması, ana dal ile yan dal arasındaki açının derecesi ve lezyonda kalsifikasyon varlığıdır. Bifurkasyon lezyonlarında temel problem PKG işleminde yan dalın tıkanmasıdır ki bu da çoğunlukla ana daldaki lezyondan yan dalın ostiyumuna plak kayması sonucunda olur. Yan dal tıkanmasının daha seyrek nedeni ise yan dalın ostiyumunu kapatan diseksiyon gelişmesidir. Stentlemeden önce plak kitlesini azaltan (debulking) aterektomi, rotablatör gibi cihazların kullanılmasıyla bifurkasyon lezyonlarında işlem başarıları artmıştır (3). Ancak İSS'lerin kullanılmaya başlanmasından sonra bu ek cihazlara gereksinim azalmıştır ve 2 stentin kullanıldığı (hem ana dal ve hem de yan dal için) pek çok stentleme tekniği (T-stent, Y-stent, V-stent, crush, culotte, reverse culotte, simultane kissing stent gibi) tanımlanmıştır (3, 4, 5). Birçok çalışma her 2 dalın rutin stentlenmesinin yalnızca ana dalın stentlenmesiyle karşılaştırıldığında bir yararı olmadığını göstermiştir. (6, 7) Yan dal çapı  $\geq 2$  mm ise yan dala bir kılavuz tel bırakılması yan dalın tam tıkanma riskini azaltır. Bu tel stentlemeden sonra çıkarılır (yan daldaki tel stentin altında seyrettiğinden stent çok yüksek basınçla, örn  $\geq 14$  atm, açılmamalıdır, yoksa stent altında sıkışıp kalabilir) ve stentli segmentten tekrar yan dala geçirilir, ana dal ve yan dala aynı anda balon anjiyoplasti (kissing balon) uygulanır. Kissing balon uygulanırken ana dala yerleştirilecek balon, stent balonunun 0,5 mm küçüğü, yan dala uygulanacak balon ise referans damar çapında olmalıdır. Ana daldaki balon uzunluğu da önemlidir, balon uzunluğu stent uzunluğundan fazla olmamalı, stentin proksimal segmentinde üstüste gelen balonlar stent proksimalindeki normal damar bölgesine taşmamalıdır. Yan dal balonu da kısa olmalı, yan daldaki lezyon içermeyen damar segmentlerine gereksiz balon hasarından kaçınılmalıdır. Yan dal ağzında daralma olmasa bile işlem kissing balonla bitirilmelidir. Bu sayede stentin bir hücre (strut) yan dalın ostiyumuna çevresel olarak oturur ve bu stent bölümünün ilaç salınım etkisiyle yan dal restenozu belirgin azalır. Kissing balonun temel yararı bu etkiden kaynaklanmaktadır.

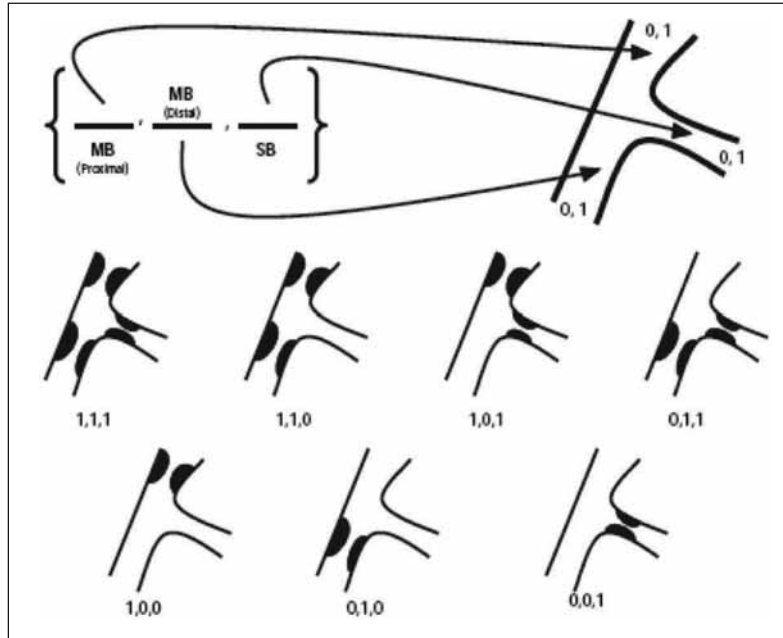
Bifurkasyon lezyonları ana dal ile yan dal arasındaki açığa ve her iki daldaki plak yoğunluğunun lokalizasyonuna göre sınıflandırılmaktadır (8-13).

Ana dal ile yan dal arasındaki açığa göre Y ya da T şeklinde lezyonlar olarak ikiye ayrılırlar. Y şeklinde lezyonlarda ana dal ile yan dal arasındaki açı 70 dereceden küçük olup kılavuz

tel ile yan dala geçiş daha rahat olmakta fakat yan dala plak kayması daha fazla gözlenmektedir. Bu lezyonlar T stentlemesine uygun değildir. T şeklindeki lezyonlarda ise ana dal ile yan dal arasındaki açı 70 dereceden fazla olup kılavuz tel ile yan dala geçiş daha zor olmakta fakat yan dala plak kayması daha az sıklıkta rastlanılmaktadır. Bu lezyonlar T stentlemesine daha uygun lezyonlardır.

Her iki daldaki plak yoğunluğuna göre ise 5 şekilde sınıflandırılırlar; Duke, Sanborn, Safian, Lefevre ve Medina (8-13). Bu sınıflamalardan günümüzde daha pratik olması nedeniyle Medina sınıflaması kullanılmaktadır (Şekil 57). Medina sınıflamasında %50'den daha az darlık 0, %50 ve üzerindeki darlık ise 1 olarak numaralandırılır. İlk önce ana dal proksimali sonra ana dal distali ve en son olarak da yan dal %50'den daha az veya daha fazla darlık varlığına göre numaralandırılır. Gerçek bifürkasyon lezyonu dendiğinde ise her iki daldaki %50'den fazla darlık olması kastedilmektedir.

Bifürkasyon lezyonlarında tercih edilen perkütan girişim yöntemi stentlemedir. Bifürkasyon lezyonlarında stentleme yan dalın stent ihtiyacına göre 2 şekilde yapılmaktadır. Eğer yan dalda ciddi bir darlık (<%50) yok ise veya ciddi darlık olmasına rağmen damar çapı 2.5 mm'nin altında ise 'provisional' yan dal stentlemesi tercih edilmelidir. Yan dalın çapı 2.5 mm'nin üzerinde olan gerçek bifürkasyon lezyonlarında ise her iki dala elektif stentleme yapılmalıdır.



**ŞEKİL 57. Medina Sınıflaması:** %50'den daha az darlık 0, %50 ve üzerindeki darlık ise 1 olarak numaralandırılır. İlk önce ana dal proksimali sonra ana dal distali ve en son olarak da yan dala numara verilmektedir.

### ‘PROVİSİYONAL’ YAN DAL STENTLEMESİ

Bifurkasyon lezyonlarında sık kullanılan yaklaşımdır. Bu yaklaşımda sadece ana dal stentlenir. Ana dala yerleştirilen stent sonrası eğer yan dalda stent ihtiyacı oluyorsa bu durumda 2. bir stent de yan dala yerleştirilir.

‘Provisional’ yan dal stentlemesinde ilk olarak yan dala kılavuz tel konulup konulmayacağı kararının verilmesi gerekmektedir (Tablo 25). Yan dala konulan kılavuz tel ana dal ile yan dal arasındaki açının artmasına yol açarak yan dala plak kaymasını azaltmaktadır. Aynı zamanda bu açının artışı yan dala yapılacak olan anjiyoplasti ve stentleme işleminin daha kolay yapılmasına olanak sağlamaktadır. Yan dalın çapı 2 mm’nin altında ise yan dala kılavuz tel konulmasına gerek yoktur. Yan dal ostiyumunda %50 ve üzerinde darlık varsa veya ana dalda yoğun plakla birlikte ana dal ile yan dal arasındaki açı 70 derecenin altında ise işlem sırasında yan dalın tıkanma riski bulunmaktadır. Eğer yan dal 2 mm’nin üzerinde ise ve işlem sırasında tıkanma riski olduğu düşünülüyorsa mutlaka kılavuz telle korunmalıdır. Yan dal 2 mm’nin üzerinde olup yaygın lezyonlu ise veya çok küçük bir alanı besliyorsa kılavuz tel konulmasına gerek yoktur.

Yan dala kılavuz tel konulmasına karar verirse bazı noktalara dikkat edilmesi gerekmektedir. Kılavuz tellerden ilki her zaman daha zor girilebilecek olan dala konulmalıdır. Eğer ikinci tel zor olan dala yerleştirilmeye çalışılırsa bu sırada tellerin birbirlerine dolanma riski artmaktadır. İkinci tel mümkün olduğunca 180 dereceden daha az bilek hareketleriyle yerleştirilmelidir. Yan dala konulacak olan telin stent altında hapsolmaması için hidrofilik tel olmaması gerekmektedir. Eğer yan dala kılavuz tel konulamıyorsa telin ucu uygun şekillerde kıvrılarak tekrar denenmelidir. Eğer yan dala geçiş sağlanamıyorsa ana dal artan balon çapları ile dilate edilebilir, ‘rotablator’ ya da aterektomi denenebilir. Bu işlemler ana dalda bulunan plak miktarını azaltarak kılavuz telin yan dala geçişini sağlayabilmektedir. Aynı zamanda derin inspirasyon RCA’nın distal dallarındaki açılanmayı ortadan kaldırıp telin PDA’ya girişini kolaylaştırabilir.

Yan dala kılavuz tel konulduktan sonra ana dal ve yan dala ön dilatasyon yapıp yapılmayacağına karar verilmelidir. Gerekli görülürse bu aşamada ana dal ve/veya yan dala aterotomi (kesici balon, ‘FX mini RAIL’) ya da ‘rotablator’ ve aterektomi uygulanabilir. Eğer ana daldaki lezyon distal bir lezyonsa, uzunsa, kalsifikse, kıvrımlıysa ve sirkumfleks arterde bulunuyorsa mutlaka yeterli bir ön dilatasyon yapılmalıdır. ‘Kissing’ ön dilatasyon ise kesinlikle önerilmemektedir.

Yan dal 2 mm’nin altında olup ana dala yapılan ön dilatasyon sonrası yan dalda bir bozulma gerçekleşirse sadece klinik açıdan gerekli görülürse ana dala stent koymadan önce yan dal dilate edilir (Tablo 25). Eğer bu dal 2 mm’nin üzerinde ise ana dala stent koymadan önce mutlaka dilate edilmeli, 2.5 mm’nin üzerinde ise dilatasyon sonrası ana dal ile birlikte yan dalın da stentlenmesi düşünülmelidir.

Ana dal ile yan dal arasındaki açı ile yan dalın çapı ana damara yerleştirilecek olan stenti belirlemede önemlidir. Ana dal ile yan dal arasındaki açı 90 dereceden ne kadar küçükse yan dal ostiyumunun da çapı o kadar genişlemektedir. Bu açı ne kadar küçükse ve yan dalın çapı ne kadar büyükse seçilecek olan stent de geniş hücreli olmalıdır.

Ana dala stent yerleştirilirken yan daldaki kılavuz tel varsa bu telin stent altında hapsolmaması için başlangıçta düşük basınçla (8 atm) yerleştirilmelidir. Aynı zamanda düşük basınçla stentin yerleştirilmesi ana daldaki stent strutlarından tel geçirilmeden yan dal ağzının bozulmasını da engeller.

Ana dala stent yerleştirildikten sonra yan dala 2. bir kılavuz tel yerleştirilir. Yan dala yerleştirilecek olan bu telin strut altından geçmemesine dikkat edilmelidir. Bu işlem esnasında yan dala yerleştirilmiş olan 1. kılavuz tel 2. tel yerleştirilene kadar çıkartılmaz. Yan dala yerleştirilecek olan bu 2. tel ya ana dala yerleştirilmiş olan tel olabilir ya da diğer bir tel kullanılabilir. Tercihen bu telin başlangıçta 'floppy' olması, eğer yan dala geçiş sağlanamaz ise 'intermediate' bir tel denenmesi ve bu tel ile de yan dala geçiş sağlanamaz ise hidrofilik bir telin kullanılması gerekmektedir. Bu işlemler sırasında gerekirse balon desteği alınarak da yan dala geçiş denenebilir. Yan dala geçişin ana daldaki plak lokalizasyonuna ve/veya yan dalın açılmasına bağlı olarak bazen zor olabileceği akılda bulundurulmalıdır. Bu durumlarda ana daldaki stentin daha yüksek basınçla dilatasyonu stent strutlarının daha fazla açılmasına ve plak dağılımının değişmesine yol açarak telin geçmesine yol açabilir.

Yan dala 2. tel yerleştirildikten sonra yan daldaki birinci tel çekilerek ana dala yerleştirilir. Yan daldaki telin geri çekilmesi sırasında özellikle hızlı çekilirse kılavuz kateterin ana koroner artere derin olarak oturabileceği ve hasar yaratabileceği mutlaka akılda tutulmalıdır. Bu nedenle yan daldaki tel geri çekilirken yavaş çekilmeli, kılavuz kateter sabit tutulmalı gerekirse kılavuz kateter aortaya doğru hafif geri çekilmelidir. Yan daldaki telin ana dala yerleştirilmesinden sonra ana daldaki stent yüksek basınçla dilate edilmelidir. Eğer bu işlemler sonucunda ana dal ve yan daldaki sonuçlar yeterli ise işlem sonlandırılır. Yan dalda yeterli sonuç yan dalda TIMI 3 akım varlığı ile göğüs ağrısı ve EKG değişikliğinin olmamasıdır. Eğer yan dal 2 mm nin altında bir yan dal olup işlem sırasında tıkanırsa buraya girişim yapmaya gerek yoktur (Tablo 25). Eğer yan dal 2 mm'nin üzerinde bir yan dal olup sonuç yeterli değilse öncelikle yan dal dilate edildikten sonra ana dal ile yan dala 'kissing' balon yapılır. Yan dal 2.5 mm'nin üzerinde ise stentleme düşünülmelidir.

Eğer yan dal dilatasyonu sırasında yan dala balon geçişi mümkün olamıyorsa bu durumda 1.5 mm'lik bir balon denenmelidir. 1.5 mm'lik balonla da geçiş sağlanamıyorsa kılavuz teller birbirlerine dolanmış olabilir. Bu nedenle ana daldaki kılavuz tel geri çekilerek tekrar yerleştirilir. Buna rağmen yan dala geçiş sağlanamıyorsa ana daldaki stent dilate edilerek stent strutlarının daha fazla açılması sağlanır. Bütün bu işlemlere rağmen yan dala balon geçişi sağlanamıyorsa başka bir kılavuz telle yan dala geçilerek başka bir strut aralığından balonla geçilmeye çalışılır.

Yan dala geçirilen balon yerleştirilirken proksimal ucunun ana daldaki stent strutlarını geçmemesine dikkat etmek gerekir. Eğer bu balon ana daldaki stent strutlarının geçerse geri çekilirken bu strutlardan geçemeyip yan dalda hapsolabileceği ('balloon jailing') akılda tutulmalıdır. Aynı zamanda yan dal dilate edilirken balon basıncının patlama basıncını geçmemesine özellikle dikkat edilmelidir. Balonun patlaması durumunda geri çekilirken ana dala yerleştirilmiş olan stentin strutlarının arasından geri gelmeyebileceği akılda bulundurulmalıdır. Yan dal dilate edildikten sonra 'kissing' balon işlemine geçilir.

**TABLO 25.** Çeşitli klinik durumlarda yan dalın çapına göre yapılacak olan girişimler

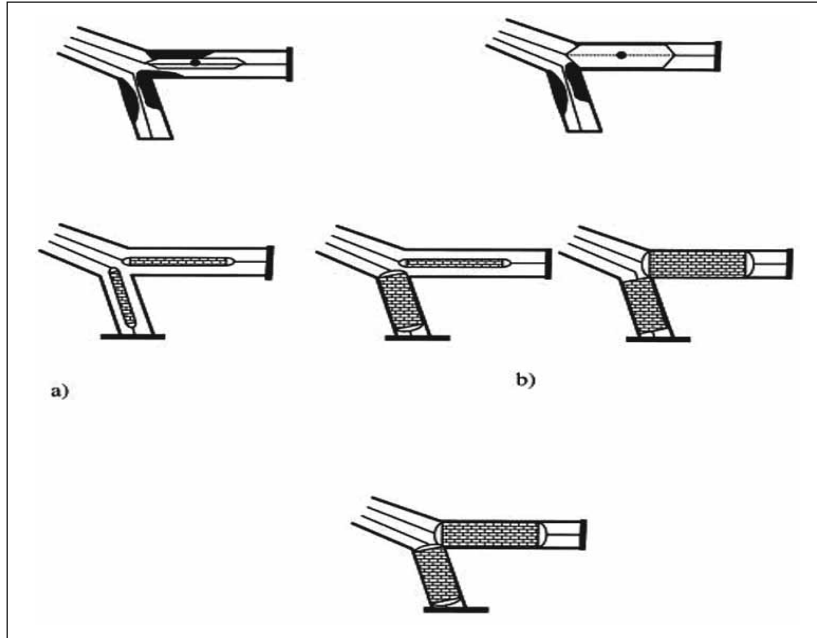
| KLİNİK DURUM                                                       | < 2.0 mm                                                                                                     | 2-3 mm                                                                                                                               | >3.0 mm                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yan dalın tıkanma riski yüksek                                     | Yan dala tel konulabilir                                                                                     | Yan dala tel konulmalıdır. Ana dala stent konulmadan önce yan dal dilate edilmelidir                                                 | Yan dala tel konulmalıdır. Ana dala stent konulmadan önce yan dala dilatasyon ve/veya doku azaltılması uygulanmalıdır. Her iki dala stentleme düşünülmelidir |
| Yan dalın tıkanma riski yok                                        | Yan dala telin konulmasına gerek yoktur                                                                      | Yan dala telin konulmasına gerek yoktur                                                                                              | Yan dala telin konulmasına gerek yoktur                                                                                                                      |
| Ana dala balon yapıldıktan sonra yan dal akımında bozulma oluşursa | Eğer klinik açıdan gereklilik varsa yan dala tel geçilerek ana dala stent konulmadan önce dilatasyon yapılır | Yan dala tel geçilerek ana damara stent konulmadan önce dilatasyon yapılır >2.5 mm ise her iki dala stent konulması planlanır        | Yan dala tel geçilerek ana damara stent konulmadan önce dilatasyon yapılır. Her iki dala stent konulması planlanır                                           |
| Ana dala stent konulduktan sonra yan dal akımında bozulma oluşursa | Eğer klinik açıdan gereklilik varsa yan dala tel geçilerek dilatasyon yapılır                                | Özellikle akım bozulur ve tamamen kapanırsa yan dala tel geçilerek dilatasyon yapılır >2.5 mm ise yan dala stent konulması planlanır | Her iki dalı stentle                                                                                                                                         |

‘Kissing’ balon işlemi sırasında yan dalda kullanılacak olan balonun çapı arterle 1:1 oranında olmalıdır. Uzunluğu ise lezyonun uzunluğuna göre ayarlanmalıdır. Ana damarda ise genellikle stent balonu kullanılır. Ana daldaki balon yan daldaki balona göre daha proksimal de ya da eşit seviyede olmak şartıyla aynı anda ya da ana daldaki balon daha önce olmak şartıyla 8-12 atmosfer basıncıyla şişirilirler. Karina ve yan daldaki plağın ana dala kaymaması için yan daldaki balon önce şişirilirken, her iki balonda aynı anda indirilirler. Eğer ‘kissing’ balon sonucu yeterli kabul edilirse işlem sonlandırılır. Yan daldaki sonuç yeterli değil ve yan dal 2.5 mm’nin üzerinde olup stentlemeye uygunsa ‘reverse crush’, ‘culotte’ veya ‘T stentleme’ uygulanarak yan dalda stentlenerek işlem sonlandırılır (Tablo 25).

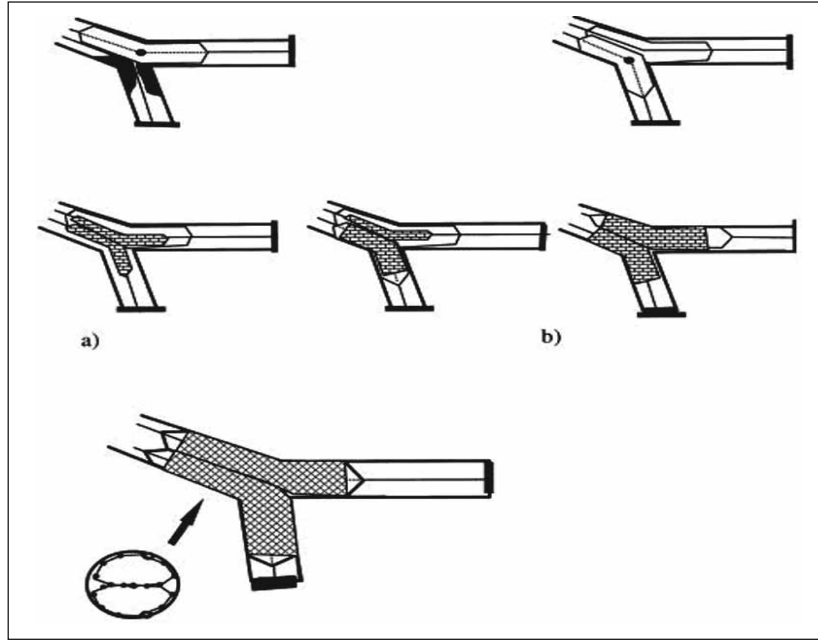
### V ve 'SIMULTANE KISSING STENT' TEKNİKLERİ

Bu iki tekniğin en önemli özelliği her iki stentin eş zamanlı, aynı anda (simultane) yerleştirilmesidir (Şekil 58, Şekil 59). Bu nedenle kılavuz kateter en az 7-F olmalıdır. V tekniğinde her iki dal dilate edildikten sonra bir stent ana dala diğeri ise yan dala yerleştirilir. Her iki stentin proksimal uçları birbirlerine değecek şekilde proksimal kesimde yeni bir 'carina' oluşturulur. Eğer oluşturulan bu 'carina' 5 mm ve daha fazla ise işlem 'simultaneous kissing stent' adını almaktadır.

'Simultane kissing stent' uygulamasında her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapıldıktan sonra stent çapları seçilir. Stent çapları ana dal ve yan dal için 1:1 ayarlanırken bifürkasyon bölgesinin proksimal kesiminde damar çapı en az stentlerin 2/3'ü kadar olmalıdır (örneğin LAD ve diyagonal artere 3 mm lik stentler konulacaksa proksimal bölgenin çapı en az 4 mm olmalıdır). Stent çapları belirlendikten sonra her iki stent her iki daldaki ve proksimal bölgedeki lezyonları tam kapsayacak şekilde ayarlanarak aynı anda (10-12 atmosfer) veya tercihen ayrı ayrı yerleştirilirler. Daha sonra her iki daldaki balonlar çıkartılmadan önce ana dal sonra yan dal daha yüksek basınç uygulanarak (14-20 atmosfer) dilate edilirler. İşlem 'kissing' balon (10-12 atmosfer) ile bitirilir.



**ŞEKİL 58.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Stentler her iki daldaki lezyonları tam kapsayacak şekilde ayarlanarak her biri ayrı olarak yerleştirilir. İşlem 'kissing' balon ile bitirilir.



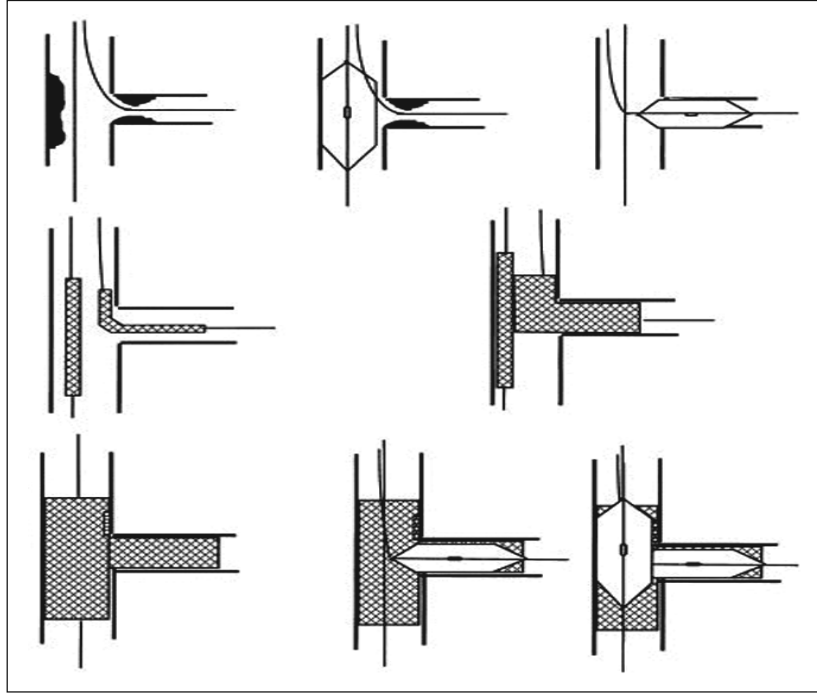
**ŞEKİL 59.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Stentler her iki daldaki ve proksimal bölgedeki lezyonları tam kapsayacak şekilde ayarlanarak her biri ayrı ya da aynı anda yerleştirilir. Yerleştirildikten sonra her bir stent yüksek basınçla dilate edilirler. İşlem 'kissing' balon ile bitirilir.

'Eşzamanlı (Simultane) kissing stent' tekniği proksimalde geniş bir damarla birlikte iki geniş yan dalı da tutan trifürkasyon lezyonlarında uygunken, V tekniği bifürkasyon bölgesinin proksimal kesiminin temiz olduğu bifürkasyon lezyonları için uygundur. Bu tekniklerin kullanılması için her iki dalın arasındaki açının 70 derecenin altında olması gerekmektedir. Bu tekniklere en uygun lezyon tipi ana koroner arterin temiz olduğu LAD ve Cx proksimal lezyonları (bifürkasyon lezyonu) ile ana koroner arter lezyonu ile birlikte LAD ve Cx proksimal lezyonlarıdır (trifürkasyon lezyonu). Her iki dalın hiçbir zaman kaybedilmemesi, hızlı ve kolay uygulanabilmesi, işlem sonu 'kissing' dilatasyon gerekirse stent strutlarından geçmek zorunda kalınmaması avantajları olarak gözüktüğü de her iki stenti lezyonun proksimal kesimine yerleştirilirken zorluk yaşanabilmekte ve dikkat edilmez ise V tekniğinde lezyonların proksimal kesimi yetersiz bir şekilde kaplanabilmektedir. 'Eşzamanlı kissing stent' sonrası restenoz gelişirse her iki dala kılavuz tellerle girip dilatasyon yapmak çok zor olmaktadır. Aynı zamanda bu tekniklerle oluşturulan yeni 'carina'da tromboz riskinin arttığı düşünülsün de yapılan çalışmalarda bu risk gösterilmemiştir.

### 'CRUSH' TEKNİĞİ

'Crush' tekniği ilaç kaplı stentlerin uygulanmaya başlanıldığı yıllarda ortaya çıkmış olup 'culottes' tekniğinin basitleştirilmiş şeklidir (Şekil 60).

Kılavuz kateter 7-F olmalıdır. Ana daldaki stent en az 5 mm daha proksimalde olacak şekilde ana dal ve yan dala iki stent konur. Ana daldaki stentin daha proksimalde olduğu en az iki projeksiyondan gösterilmelidir. Yan daldaki stentin proksimali en az 2-3 mm ana damarda olacak şekilde ayarlandıktan sonra yan daldaki stent yerleştirilir. Yan dala stent yerleştirilmeden önce ana daldaki stentin tam olarak doğru yerde olduğundan mutlaka emin olunmalıdır. Eğer ana daldaki stent doğru yerde değilse ve bu sırada yan dala stent yerleştirilirse her iki stentin proksimal uçları birbirlerini ezeceğinden bu safhadan sonra ana daldaki stentin yerini ayarlamak neredeyse imkânsız hale gelir. Yan dala yerleştirilen stentin sonucu yeterli bulunursa balon ve kılavuz tel çıkartılarak ana dalda bulunan stent en

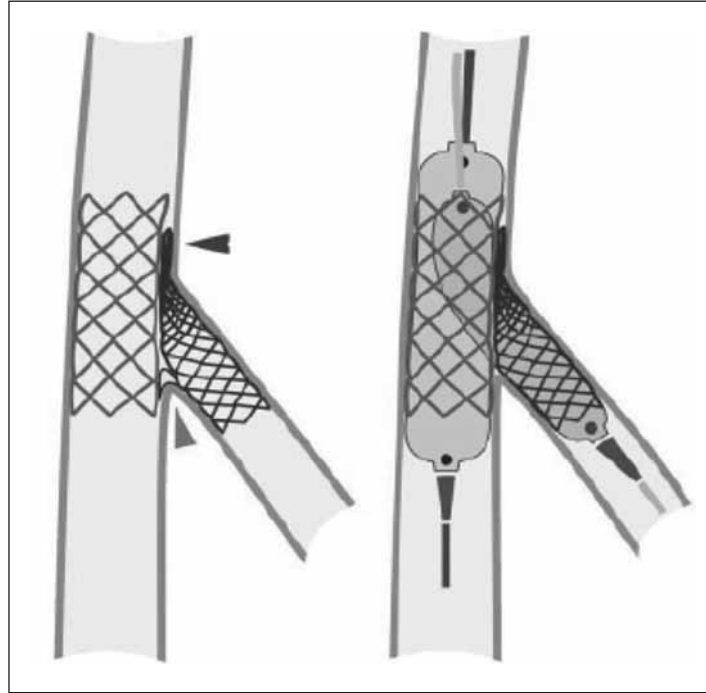


**ŞEKİL 60.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Ana daldaki stent daha proksimalde olacak şekilde ana dal ve yan dala iki stent konur. İlk başta yan daldaki stent yerleştirilir. Yan daldaki stent yerleştirildikten sonra yan daldaki balon ve tel çıkartılır. Eğer çıkartılmaları unutulursa ana dala yerleştirilen stent altında hapsolurlar. Yan daldaki balon ve tel çıkartıldıktan sonra ana daldaki stent yerleştirilir. Ana daldaki stent yerleştirildikten sonra yan dala kılavuz tel ile geçilerek dilatasyon yapılır. İşlem 'kissing' balon ile bitirilir.



az 12 atmosfer basıncı ile yerleştirilir. Bu işlem sırasında yan daldaki stent ezildiği için bu tekniğe 'crush' tekniği adı verilmektedir. Ana daldaki stent yerleştirildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek en az yan daldaki stentin çapı kadar olmak şartıyla dilate edilir. İşlem mutlaka 'kissing' balon (8-12 atmosfer) ile sonlandırılmalıdır. İşlem sonunda yapılan 'kissing' balon dilatasyonu ile stent strutlarının yan dal ostiyumunu daha iyi kaplaması sağlanarak bu bölgedeki restenoz sıklığı azaltılabilmektedir (Şekil 61). 'Crush' tekniğinde işlem sonu uygulanan 'kissing' balon dilatasyon ile restenoz sıklığı %8-11'e inmiştir. Genellikle bu teknik kullanıldıktan sonra gelişen restenozlar fokal olup (<5 mm) hastalarda semptom ve iskemi yaratmamaktadır.

Crush tekniği uygulananlarda uzun dönem major kardiyak olay sıklığını belirleyen en önemli faktörlerin bifürkasyon açısının 50 derecenin üzerinde olması, işlemin 'kissing' balon ile bitirilmemesi ve kreatinin klirensinin 40 ml/dk altında olması olarak bildirilmiştir. Bifürkasyon açısı 50 derecenin üzerine çıktıkça 'kissing' balon sırasında eğer yan dal en az yan dala yerleştirilmiş olan stentin çapı kadar dilate edilmezse yan daldaki stentte deformasyon meydana gelebilmekte ve işlem suboptimal olarak bitirilmektedir. Aynı zamanda açının



**ŞEKİL 61.** 'Crush' tekniğinde ana daldaki stent yan daldaki stenti ezerek yerleştirilir (ok). Distal karinada her iki stentin kaplayamadığı bir alan mevcuttur (kırmızı ok). İşlemin 'kissing' balon dilatasyonu ile sonlandırılması ile distal karinada her iki stent daha fazla bir alanı kaplayabilmektedir (ok).

50 derecenin üzerine çıkması bu bölgede türbülant akımın artmasına neden olarak tromboza eğilimi arttırmaktadır. Bu nedenle bifürkasyon açısı özellikle 50 derecenin üzerinde olduğu durumlarda yan dal ostiyumu birkaç kat stent materyali ile bırakılmamalı işlem mutlaka optimal bir 'kissing' balon ile bitirilmelidir.

Bu tekniğin en önemli özelliği her iki dalda işlem sonrası açıklık sağlanmasıdır. Bu özellikle gerçek bifürkasyon lezyonlarında önemlidir. Aynı zamanda bu teknikte yan dal ostiyumunun büyük bir kısmı kaplanabilmektedir. Yalnız bu teknikte ana dala stent yerleştirildikten sonra kılavuz tel ve balon ile her iki stentin strutlarından geçilerek kissing balon dilatasyon yapılması işlemin uzamasına ve zahmetli olmasına yol açmaktadır.

### **'REVERSE CRUSH' TEKNİĞİ**

En önemli indikasyonu 'provisional' yan dal stentlemesine olanak sağlamasıdır. 'Provisional' yan dal stentlemesinde ana dala stent yerleştirildikten sonra yan daldaki sonuç yeterli bulunmaz ise yan dala dilatasyon ve 'kissing' balon yapılır. Yan dala yapılan dilatasyon ve 'kissing' balonla da yeterli bir sonuç alınmaz ise ve de özellikle bu dal 2.5 mm nin üzerinde ise yan dala stent konulması düşünülmelidir.

'Reverse crush' tekniğinde yan dala konulacak olan stent yan dala ilerletildikten sonra ana damardaki stentin çapına uygun bir balonda ana daldaki stentin içine gelecek şekilde ayarlanır. Yan dalda bulunan stent ana daldaki stentin içine doğru 2-3 mm çekildikten sonra yerleştirilir. Yan dalda yeterli bir sonuç (yan dalda diseksiyonun olmaması, 2. bir stente ihtiyaç duyulmaması gibi) alındıysa yan daldaki tel çekilerek ana daldaki balon ana daldaki stentin uçlarını geçmemek şartıyla en az 12 atmosfer basıncı ile şişirilerek yan daldan ana dala doğru yerleştirilmiş olan stenti ezer. Yan daldaki stent ezildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek en az yan daldaki stentin çapı kadar olmak şartıyla dilate edilir. İşlem 'kissing' balon dilatasyonu ile sonlandırılır.

Bu tekniğin en önemli özelliği 6-F kılavuz kateter ile yapılabilmesi ve her iki dalda işlem sonrası açıklık sağlanmasıdır. Yalnız bu teknikte de yan dala stent yerleştirildikten sonra kılavuz tel ve balon ile her iki stentin strutlarından geçilerek yan dala dilatasyon sonrası kissing balon yapılması işlemin uzamasına ve zahmetli olmasına yol açmaktadır.

### **'STEP CRUSH' TEKNİĞİ**

Standart 'crush' tekniğinden farkı ana dal ve yan dala yerleştirilecek olan stentlerin ayrı yerleştirilmesidir. Bu nedenle 6-F kılavuz kateter bu işlem için yeterli olabilmektedir. Özellikle radyal girişim yapan operatörler bu tekniği kullanmaktadırlar. Bu tekniğin en önemli sakıncası diğer 'crush' tekniklerinde olduğu gibi uzun ve zahmetli olmasıdır.

Bu teknikte yan dala konacak olan stent ana dala birkaç mm çekilir. Ana dala bifürkasyonu kapsayacak şekilde bir balon konduktan sonra yan daldaki stent yerleştirilir. Yan daldaki stentin balonu çıkartılarak yan dalda yeterli bir sonuç alınıp alınmadığına bakılır. Eğer yeterli bir sonuç alındıysa yan daldaki kılavuz tel çekildikten sonra ana dala yerleştirilmiş olan balon şişirilerek yan daldaki stent ezilir. Yan daldaki stent ezildikten sonra ana dal en

az 12 atmosfer basıncı olmak şartıyla stent yerleştirilir. Bundan sonraki işlemler diğer ‘crush’ tekniklerine benzer olup yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yan daldaki stent dilate edildikten sonra ‘kissing’ balon dilatasyonu ile işlem sonlandırılır.

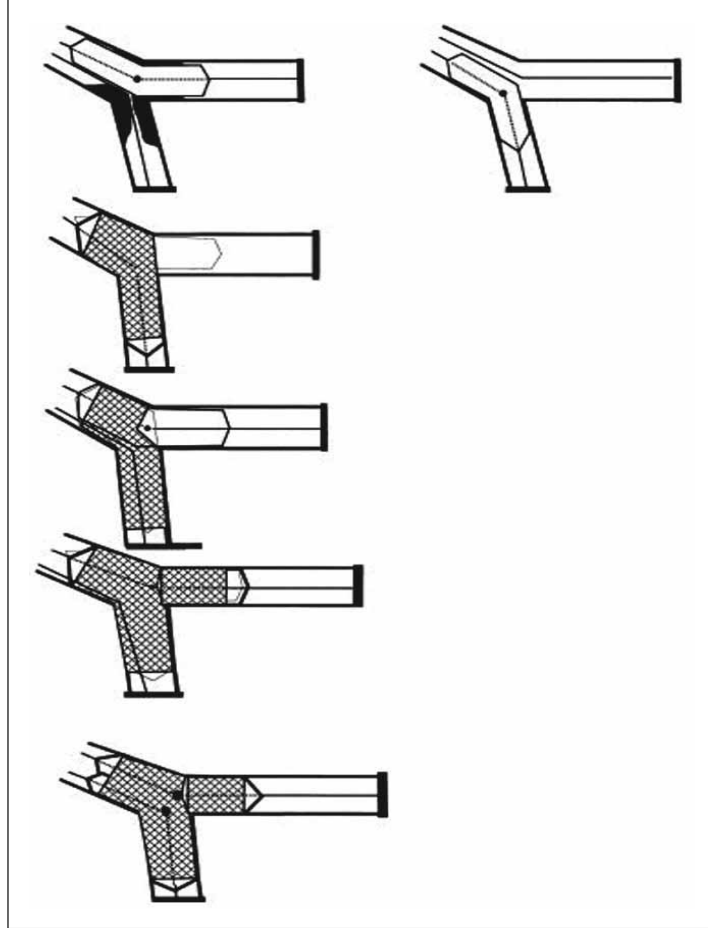
### **‘INVERTED CRUSH’ TEKNİĞİ**

Diğer ‘crush’ tekniklerinden farkı ana dalda bulunan stentin yan daldaki stent tarafından ezilmesidir. Ana dal yaygın olarak hasta ise kullanılan iki stent ile bifürkasyon, ana damar proksimali ve distalinin tedavi edilebilmesi ve ‘kissing’ balonun daha rahat yapılabilmesi bu tekniğin en önemli özelliğidir. Bu tekniğin kullanılabilmesi için her iki dal çapının birbirine yakın olması gerekmektedir.

Bu teknik ancak 8-F kılavuz kateter ile yapılabilir. Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Ana dala yerleştirilecek olan stent ana dal bifürkasyonun distaline ilerletildikten sonra ana dal proksimali ve yan dal distalindeki lezyonları kapsayacak şekilde ikinci stent de yan dala ilerletilir. Ana dal distaline ilerletilmiş olan stent bifürkasyonun proksimaline birkaç mm geri çekildikten sonra yerleştirilir. Eğer sonuç yeterli ise kılavuz tel çekilerek ana damardan yan dala doğru ilerletilmiş olan ikinci stent en az 12 atmosfer basıncı ile yerleştirilerek ana damardaki stent ezilir. Ana daldan yan dala doğru ilerletilmiş olan stentin balonu bifürkasyonun proksimaline çekildikten sonra kılavuz teli ana dal distaline doğru yerleştirilmeye çalışılır. Bu manevra açının daha uygun olması nedeniyle diğer ‘crush’ tekniklerine göre daha kolay yapılabildiğinden bu teknikte ‘kissing’ balon işlemi daha rahat yapılabilmektedir. Ana damar distaline kılavuz tel yerleştirildikten sonra balon geri çekildikten sonra yan dala da bir kılavuz tel yerleştirilir. İşlem ‘kissing’ balon (8 atmosfer) işlemi ile sonlandırılır.

### **T ve MODİFİYE ‘T’ TEKNİKLERİ’**

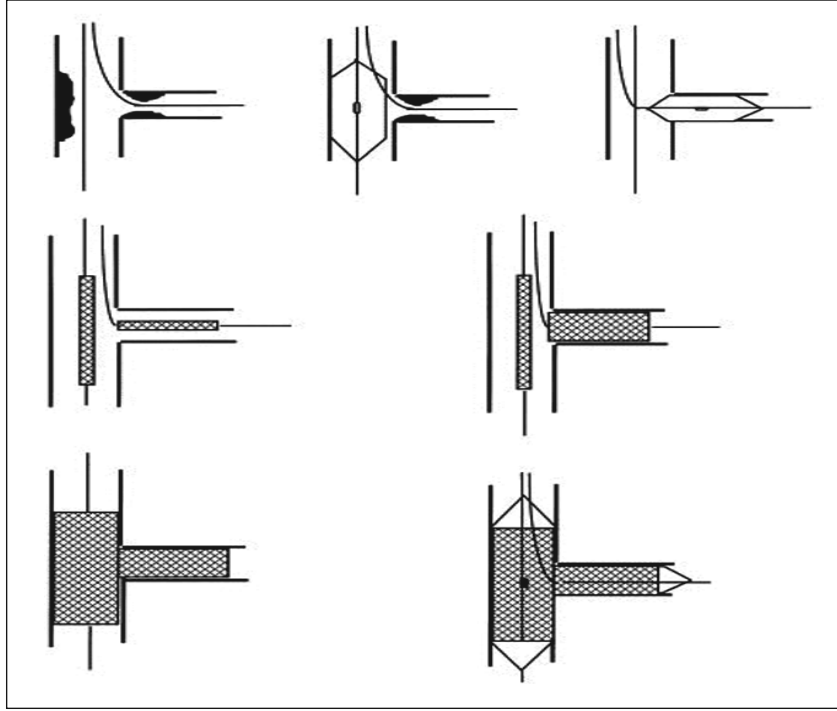
Klasik T tekniğinde yan dal ostiyumunu kapsayacak ve ana dala çıkmayacak şekilde yan dala stent yerleştirilir. Bazı operatörler bu safhada ‘stent pull back’ tekniğini kullanırlar. Yan dala stent yerleştirildikten sonra yeterli bir sonuç alındıysa balon ve tel yan daldan çıkartılarak ikinci stent ana dala yerleştirilir. Ana dala stent yerleştirildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yan daldaki stentin çapı oranında yan dal ostiyumu dilate edilir. Bu dilatasyon sırasında balonun proksimal ucu balonu geri çekerken hapsolmaması için ana damardaki stent strutunu geçmemelidir. İşlem ‘kissing’ balon (8-12 atmosfer) ile sonlandırılır. Bu işlem ilk önce ana dala stent yerleştirildikten sonra da yapılabilir (Şekil 62). Böylece ‘provisional’ yan dal stentlemesine olanak sağlar. Ana dala stent yerleştirildikten sonra bu stentin içinden ikinci bir tel ile yan dala geçilerek dilatasyon yapılır. İkinci stent yan dal ostiyumunu kapsayacak ve ana dala çıkmayacak şekilde yerleştirilir. İşlem ‘kissing’ balon ile sonlandırılır. Modifiye T stentlemesinde ise ana dal ve yan dala aynı anda iki stent konur (Şekil 63). İlk önce yan daldaki stent yerleştirildikten sonra yan dalda yeterli bir sonuç alındıysa yan daldaki balon ve tel çıkartılarak ana daldaki stent yerleştirilir. Ana daldaki stentin yerleştirilmesinden sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek en az yan daldaki stentin



**ŞEKİL 62.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Yan daldaki balon ve tel çıkartılarak ana dal stentlenir. Yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek dilatasyon yapılır. Bu işlem esnasında ana daldaki tel çıkartılmaz. İkinci stent yan dal ostiyumunu kapsayacak ve ana dala çıkmayacak şekilde yerleştirilir. İşlem 'kissing' balon ile bitirilir.

çapı oranında yan dal ostiyumu dilate edilir. Bu dilatasyon sırasında balonun proksimal ucu balonu geri çekerken hapsolmaması için ana daldaki stent strutını geçmemelidir. İşlem 'kissing' balon ile sonlandırılır.

Bu tekniklerin kullanılabilmesi için yan dalın çıkış açısının 90 dereceye yakın olması gerekmektedir. Yan dalın çıkış açısı 70 derece ve altında ise bu tekniklerin kullanılması uygun değildir. T tekniği 6-F kılavuz kateter ile yapılabilirken modifiye T tekniğinde en az 7-F kılavuz katetere ihtiyaç vardır. Her iki teknik de 'crush' tekniğinden daha az zahmetli olup V tekniğinden farklı olarak bifürkasyonun proksimalindeki lezyonları iyi bir şekilde kapla-



**ŞEKİL 63.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. Ana dal ve yan dala aynı anda stent konur. İlk önce yan daldaki stent yan dal ostiyumunu kaplayacak ve ana damara çıkmayacak şekilde yerleştirilir. Yan daldaki balon ve tel çıkarıldıktan sonra ana daldaki stent yerleştirilir. İşlem yan dala kılavuz tel ile geçilerek 'kissing' balon ile bitirilir.

yabilmektedir. Bu tekniklerin en önemli dezavantajı ise yan dal ostiyumunu tam olarak kaplayamamasıdır. Bu nedenle bu bölgede restenoz sıklığı yüksektir. Bu teknikler günümüzde pek kullanılmamakla beraber nadiren 'provisional' yan dal stentlemesinde klasik T tekniği kullanılabilir.

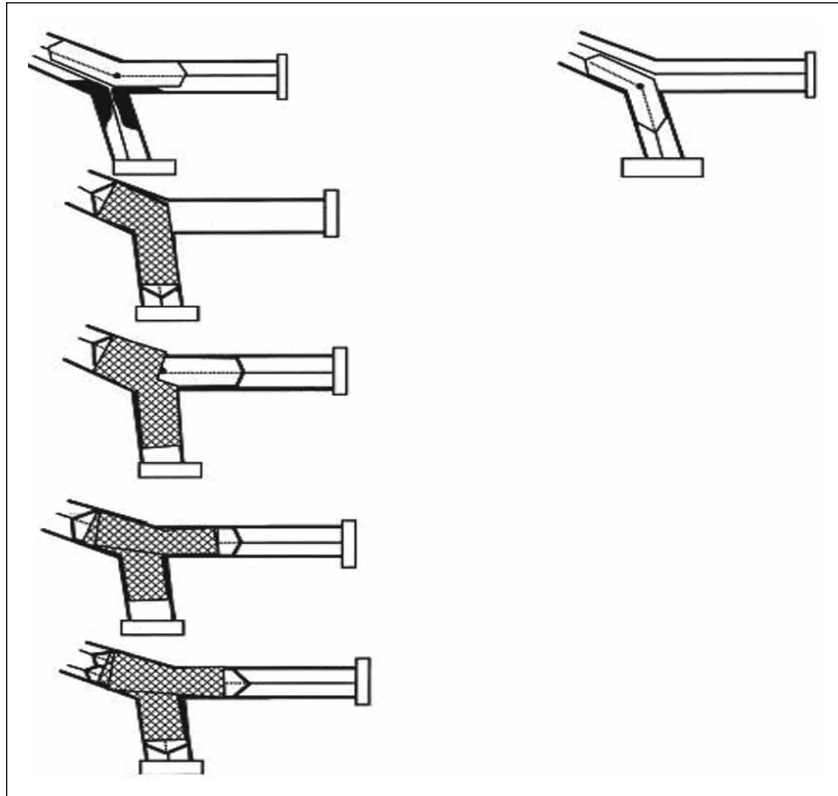
### 'CULOTTE' TEKNIĞİ

'Culotte' tekniğinde iki stent aynı anda kullanılır (Şekil 64). Bu nedenle 8-F kılavuz kateter kullanılmalıdır. Bu teknikte bifurkasyonun büyük bir kısmı stentler tarafından kaplanırken proksimali yoğun olarak metale maruz kalmaktadır.

Her iki dala ön dilatasyon yapıldıktan sonra daha düz açığa sahip olan daldaki tel çıkartılarak ilk stent en fazla açığa sahip olan dala yerleştirilir. Bu dal genellikle yan daldır. Bunun tek istisnası ön dilatasyon sırasında daha düz açığa sahip olan dalda tıkanma ya da diseksiyon gelişmesidir. Bu durumlarda ilk stent düz açığa sahip olan dala yerleştirilir. Stentlenmiş

daldaki kılavuz tel çekildikten sonra stentlenmemiş olan dala kılavuz tel yerleştirilerek dilate edilir. Bu dilatasyondan sonra stentlenmemiş 2. dala ki genellikle bu dal ana dal olur stentlenmiş dalın proksimalinde üst üste gelecek şekilde stent yerleştirilir. İşlem ilk stent konulan dala kılavuz tel ile geçilerek 'kissing' balon ile bitirilir.

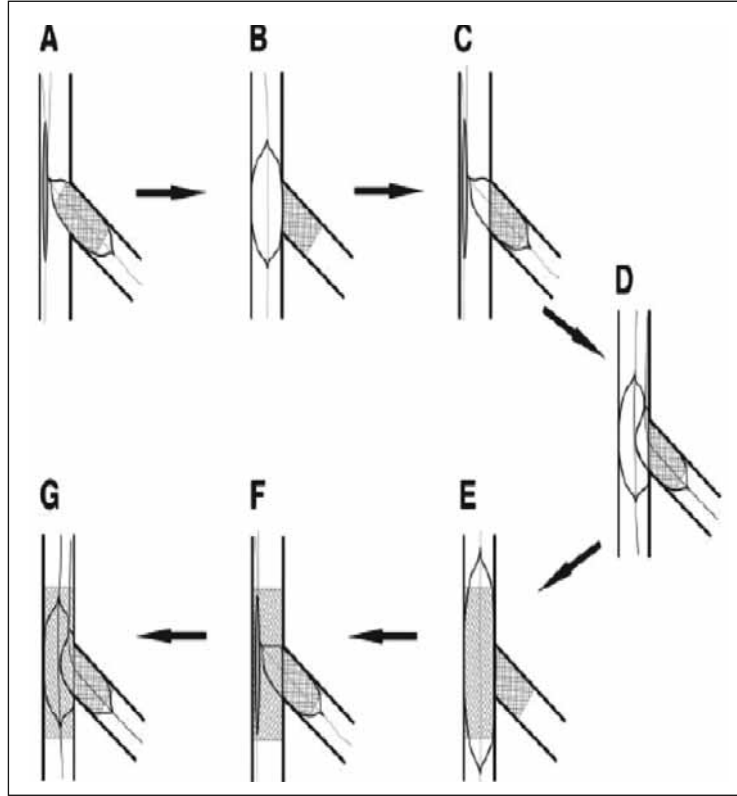
Tüm açılı bifürkasyon lezyonlarında kullanılabilir olması ve yan dal ostiyumunu tama yakın kaplaması bu tekniğin en önemli avantajlarıdır. Aynı zamanda 'provisional' yan dal stentlemesine de olanak sağlar. 'Crush' tekniğinde olduğu gibi karinanın çift kat stentle kaplanması ve bifürkasyon proksimalinin yoğun metale maruz kalması dezavantajlarıdır. Ayrıca bu teknikte stent strutlarından kılavuz telle tekrar geçilerek 'kissing' balon yapılması zor olabilmekte ve işlem süresini uzatabilmektedir.



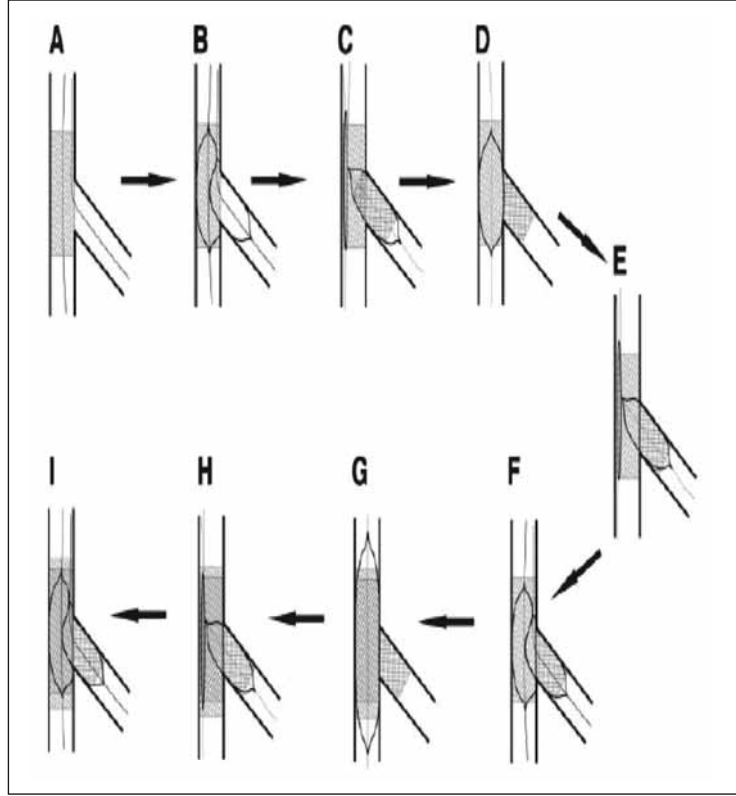
**ŞEKİL 64.** Her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek predilatasyon yapılır. En az açıya sahip olan daldaki kılavuz tel çekilerek daha fazla açıya sahip olan dala stent yerleştirilir. Stent yerleştirilen daldaki kılavuz tel çekildikten sonra stentlenmemiş dala kılavuz tel yerleştirilerek bu dal dilate edilir. Stentlenmemiş dala stent stentlenmiş dalın proksimalinde üst üste gelecek şekilde yerleştirilir. İlk stent konulan dala kılavuz tel ile geçilerek 'kissing' balon ile işlem bitirilir.

### 'SLEEVE' TEKNİĞİ ('DOUBLE KISSING BALLOON')

Bu teknikle 'crush' tekniğinin en önemli kısıtlılığı olan işlem sonu 'kissing' balonun başarı şansının artırılması amaçlanmıştır. 'Crush' tekniğinde ana dala stent yerleştirildikten sonra kılavuz tel ve balon ile her iki stentin strutlarından geçilerek 'kissing' balon dilatasyon yapılması her zaman mümkün olamamaktadır. 'Sleeve' tekniğinde ise her iki stentin strutlarından farklı zamanlarda geçileceğinden işlem sonu 'kissing' balon dilatasyonu tam olarak yapılabilir (Şekil 65, Şekil 66).



**ŞEKİL 65.** De novo bifurkasyon lezyonu. **A.** Yan dala konulacak olan stent ana dala 3-5 mm kadar çekilir. Ana dala bifürkasyonu kapsayacak şekilde bir balon konduktan sonra yan daldaki stent yerleştirilir. **B.** Yan daldaki balon ve kılavuz tel çekildikten sonra ana dala yerleştirilmiş olan balon şişirilerek yan daldaki stent ezilir. **C.** Yan daldaki stent ezildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yüksek basınçla dilate edilir. **D.** Yan dalın yüksek basınçla dilatasyonu sonrası bifürkasyona 'kissing' balon işlemi yapılır. **E.** Yan daldaki balon ve tel çekildikten sonra ana dala stent yerleştirilir. **F.** Yan dal ana daldaki stentin strutlarından geçilerek dilate edilir. **G.** İşlem 'kissing' balon dilatasyonu ile sonlandırılır.



**ŞEKİL 66.** Stent içi darlığı olan bifürkasyon lezyonu. **B.** 'Kissing' balon dilatasyonu ile lezyon hazırlanır. **C.** Yan dala konulacak olan stent ana dala 3-5 mm kadar çekilerek yan dala stent yerleştirilir. **D.** Yan daldaki kılavuz tel çekildikten sonra ana dala yerleştirilmiş olan balon şişirilerek yan daldaki stent ezilir. **E.** Yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yüksek basınçla dilate edilir. **F.** 'Kissing' balon dilatasyonu. **G.** Yan daldaki kılavuz tel çekildikten sonra ana daldaki stent uzunluğundan daha uzun bir stent ana dala yerleştirilir. **H.** Yan dal ana dala yeni yerleştirilmiş olan stentin strutlarından geçilerek dilate edilir. **I.** 'Kissing' balon dilatasyonu ile işlem sonlandırılır.

De novo bifürkasyon lezyonlarında her iki dala kılavuz tel yerleştirilerek ön dilatasyon yapılır. Yan dala konacak olan stent ana dala 3-5 mm kadar çekilir. Ana dala bifürkasyonu kapsayacak şekilde bir balon konduktan sonra yan daldaki stent yerleştirilir. Yan daldaki stentin balonu çıkartılarak yan dalda yeterli bir sonuç alınıp alınmadığına bakılır. Eğer yeterli bir sonuç alındıysa yan daldaki kılavuz tel çekildikten sonra ana damara yerleştirilmiş olan balon şişirilerek yan daldaki stent ezilir. Yan daldaki stent ezildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yüksek basınçla dilate edilir. Bifürkasyona 'kissing' balon işlemi yapıldıktan sonra yan daldaki balon ve tel çekilir. Ana dala stent yerleştirildikten sonra yan



dal ana daldaki stentin strutlarından geçilerek dilate edilir. İşlem 'kissing' balon dilatasyonu ile sonlandırılır.

Stent içi darlığı olan bifürkasyon lezyonlarında ise başlangıçta kissing balon dilatasyon yapılarak lezyon hazırlanır. Yan dala konacak olan stent ana damara 3-5 mm kadar çekilir. Ana daldaki stentin uzunluğundan daha fazla olmamak ve bifürkasyonu kapsamak şartıyla ana dala bir balon konduktan sonra yan daldaki stent yerleştirilir. Yan daldaki stentin balonu çıkartılarak yan dalda yeterli bir sonuç alınıp alınmadığına bakılır. Eğer yeterli bir sonuç alındıysa yan daldaki kılavuz tel çekildikten sonra ana damara yerleştirilmiş olan balon şişirilerek yan daldaki stent ezilir. Yan daldaki stent ezildikten sonra yan dala tekrar kılavuz tel ile geçilerek yüksek basınçla dilate edilir. Bifürkasyona 'kissing' balon işlemi yapıldıktan sonra yan daldaki balon ve tel çekilir. Ana daldaki stent uzunluğundan daha uzun bir stent ana dala yerleştirildikten sonra yan dal ana dala yeni yerleştirilmiş olan stentin strutlarından geçilerek dilate edilir. İşlem 'kissing' balon dilatasyonu ile sonlandırılır.

İşlem sonu kissing balon dilatasyonu ile 'crush' tekniğinde restenoz oranı %8-11'lere inmiştir. 'Crush' tekniğinde restenoz stentlerin yetersiz açılmalarına bağlı olarak en sık yan dal ostiyumunda gözlenmektedir. 'Sleeve' tekniği ile her iki stentin strutları farklı zamanlarda geçilerek en az iki kere 'kissing' balona maruz kalacağından yan dal ostiyumunda restenoz oranı daha az olmaktadır.

### **Safen Ven Graft (SVG) lezyonları:**

Safen venlerde gelişen darlıkların yapısı nativ koroner arterlerde olanlardan farklıdır (Bakınız Bölüm 2.1C). Bu nedenle SVG lezyonlarına PKG işleminde de teknik yaklaşım farklılıkları vardır. Özellikle 36 aydan daha eski olan SVG lezyonları dejenerasyon gösterir. Bu lezyonlarda plak materyalini lümeninden ayıran fibröz kapsül çok zayıftır, plak materyali kırılabilir ve parçalanmaya çok müsait olup PKG işlemi sırasında plak materyali ve trombosit agregatlarının distal embolizasyonu sık olur. Distal embolizasyon sonucunda distal koroner akımda yavaşlama (slow flow) veya tam kesilme (no reflow) gelişebilir ki bu durum işlemle ilişkili miyokard infarktüsü ve artmış mortaliteyi de beraberinde getirir. Bunun yanında safen greftlerin çapı distaline bağlandığı nativ koroner arterlerden fazladır. Bu çap farklılığı belirgin ise laminar akım bozulur ve PKG sırasında akım bozuklukları daha sık görülür. Safen greftte yaygın hastalık ve trombus bulunması, lokal ektaziler olması ve lezyonun diffüz olması da komplikasyon riskini artırır. Bu komplikasyonlardan kaçınmak için dejenere SVG lezyonlarında mutlak surette distal korunma cihazları (filtreli teller-Angioguard, Filterwire, balonlu tıkaçıcı aspirasyon sistemleri-PercuSurge Guardwire) kullanılmalıdır. Bu filtreler sayesinde PKG işlemi sırasında embolize olan plak materyalleri distal mikrovasküler alana gitmeden filtrede toplanır ve dışarı çıkarılır. SVG lezyonlarında işlemle ilgili miyokard infarktüsü ve akım bozulmalarını azaltan cihazlar bu distal korunma cihazlarıdır. Glikoprotein IIb/IIIa inhibitörlerinin yararı ise yoktur (14, 15).

Distal korunma cihazlarının kullanılmasının yanında stentleme tekniği de farklılıklar gösterir. Mutlaka İSS'ler kullanılmalı, stent tipi kapalı hücre yapısında olmalı, stentlemeden önce ön dilatasyondan kaçınılmalı, stent uzunluğu lezyon omuzlarını proksimal ve distalden en az 3-4 mm geçmelidir. Stent tek şişirmede yerleştirilmeli, çok yüksek basınçlı ( $\geq 16$

atm) yerleştirmeden kaçınılmalı, greft-stent çap oranı 1:1 olmalı, stentlemeden sonra post-dilatasyon yapılmamalıdır.

Aorta-safen ostiyal lezyonlarında safen gövde lezyonlarına göre no-reflow fenomeni ve işlem sonrası miyokard infarktüsü daha az gözlenmektedir. Bunun nedeni gövde lezyonları aterosklerotik plağa bağlı iken ostiyal lezyonların daha çok ateroskleroz dışı nedenlere bağlı olmasındandır. Ateroskleroz dışı nedenlerin başında da teknik nedenler gelmektedir. Bu bölgedeki sütürler intimal hiperplaziye neden olabilirlerken, operasyon sırasında oluşan hasar fibröz doku ve skar oluşumuna yol açarak erken dönemde safen darlıklarına yol açmaktadır. Yine bu bölgedeki darlıklarda spazm olabileceği akılda bulundurulmalı nitrogliserin sonrası tekrar anjiyografi yapılmalıdır.

LİMA darlıklarının %85'i distal anastomoz yerinde %15'i ise gövdede olurken, ostiyum darlığı çok nadir olarak gözlenmektedir. LİMA ostiyumunda darlık saptanırsa bu bölgede en başta vazospazmın olabileceği akılda bulundurulmalı ve nitrogliserin sonrası tekrar anjiyografi yapılmalıdır. LİMA ostiyumunda oluşan darlıklardan subklavyada oluşan aterosklerotik lezyonun LİMA ostiyumunu da tutması ve cerrahi işlem veya kateterizasyon sırasında LİMA ağzında oluşan travma sorumlu tutulmaktadır. LİMA ostiyumu darlıklarında kalsifikasyona sık olarak rastlanılmakta olup ciddi oranda elastik büzülme gözlenmektedir. Bu nedenle ön dilatasyon mutlaka yapılmalı direkt stent konulmasından kaçınılmalıdır. Restenoz oranının bu bölgede sık olması nedeniyle hastaların yakın takibi gerekmektedir. LİMA distal anastomozundaki lezyonlara ise İSS konulmalıdır. Bu lezyonlarda fibröz doku güçlü olduğundan ön dilatasyon uygulanmalıdır.

### **Total oklüzyonlar:**

Kronik total oklüzyon (KTO), koroner anjiyografi yapılan hastaların ortalama %20-40'ında saptanır ve majör bir epikardiyal koroner arterde bir veya daha fazla total oklüzyon bulunması revaskülarizasyon stratejisini belirlemede temel rol oynayarak böyle hastalar çoğunlukla kalp cerrahına yönlendirilir. Kronik total oklüzyonun PKG ile revaskülarize edilmesi de CABG'de olduğu gibi sağ kalımı artırır ve semptomatik iyileşme sağlar (16, 17). Konvansiyonel anjiyoplasti kılavuz telleri ile KTO lezyonlarının %60-70'inde lezyondan başarıyla geçilebilir. Tel ile distal lümeneye geçildikten sonra ince profilli balon kateterle ilk dilatasyon yapılır. Balonla dilatasyon yapmadan önce telin distal pozisyonuna bakılır ve telin distal lümeneye olduğundan emin olunmalıdır. İpsilateral kollateral yoksa karşı damardan enjeksiyon yapılarak telin distal lümeneye olup olmadığı anlaşılır. Referans damar çapı göz önünde bulundurularak daha büyük çaplı başka bir balonla ek dilatasyonlar yapıldıktan sonra bir İSS yerleştirilir. Stentin proksimal ve distal kenarları KTO lezyonunu omuzlardan 5 mm uzağa geçmelidir. Daha kısa konulan stentlerden sonra kenar restenozları görülme riski artar.

Kronik total oklüzyonda başarısızlığın önde gelen nedeni lezyondan kılavuz telle geçilememesidir. Başarısızlığı artıran lezyon özellikleri; KTO lezyonunun künt girişli olması, tıkalı segmentin uzun olması ve kalsifikasyon içermesi, lezyonda köprü kollaterallerin varlığı, lezyon yerinde yan dal çıkışı olması ve tıkanıklığın eski olmasıdır (> 3 ay). Konvansiyonel kılavuz tellerle lezyondan geçilemiyorsa daha sert uçlu ve hidrofilik kaplı tellere geçilir. Telin üzerinden gönderilen bir balon kateteri veya küçük çaplı mikrokateter desteğiyle lezyonda

geçiş başarısı artırılabilir. Diğer bir yaklaşım da lezyonun farklı noktalarında farklı telleri ardışık kullanmaktır. Sert uçlu telle proksimaldeki fibröz kapsül geçildikten sonra takip eden mikrokannaların hidrofilik telle geçilmesi daha kolay olur. Yine distal kapsülde geçiş zorluğu yaşanırsa tekrar sert uçlu telle distal lümeneye ulaşılabilir.

Kılavuz telle geçilememe sorunundan sonra KTO lezyonlarında başarısız PKG'nin ikinci en sık nedeni lezyondan balonla geçilememesidir. Bu durumda, balonun daha fazla zorlanması ve alternatif diğer yöntemlere geçmeden önce yapılması gereken telin distal gerçek lümeneye olup olmadığını saptamaktır. Zira, kılavuz telin distal lümeneden çıkıp perikardiyal mesafeye geçmiş olabilir. Bu durumda balona karşı oluşan direnç damar duvarı ve perikarddan kaynaklanmaktadır. Telin oluşturduğu perforasyon önemli bir klinik soruna neden olmazken balonun zorlanması ve dilate edilmesiyle oluşan perforasyon tamponada yol açar. Bundan kaçınmak ve emniyetli bir işlem için kollateral damarların 2 taraflı ve eş zamanlı anjiyografisi yapılır.

Telin distal gerçek lümeneye olduğundan emin olunduktan sonra balon kateter lezyondan geçirilemiyorsa aşamalı olarak alternatif yöntemler kullanılır. Bu yöntemler içinde daha kompleks çözümlere gittikçe komplikasyon riskinin de arttığının farkında olunmalıdır. İlk olarak küçük profilli bir balon (0, 9-1 mm çapta) mümkün olduğunca lezyona sokulduğu sırada yüksek basınçla (=20 atmosfer) dilate edilirse oklüzyonun proksimal sert fibröz kapsülünde kırılma sağlayabilir ve bunun ardından gönderilen yeni bir küçük profilli balonla geçiş sağlanabilir. Bu ikinci balon kateter monorail seçilirse bu balonların shaft desteği daha güçlü olduğundan, lezyondan geçiş şansı artar. Bu yöntem işe yaramıyorsa lezyonda penetrasyon yaparak ilerleyen Tornus kateter uygulamasına geçilir. Bu kateterle balonla geçilemeyen olguların 2/3'ünde başarılı lezyon geçişi sağlanmaktadır. (18) Nadiren bu da başarısız olursa yapılacak atak kateter desteğini artırmaktır. Bunun için kılavuz kateter içinden hedef damarda lezyona doğru uzatılan Guideliner kateter ile (Vascular Solutions, MN) balonun geçiş desteği artırılır. Bu yöntem kılavuz kateterin doğrudan derin entübasyonundan daha güvenlidir ve sağladığı destek daha iyidir.

Başarısızlık durumunda başvurulacak diğer yöntem 'yan dal çıpalama' tekniğidir. Bunda KTO lezyonunun proksimalinden ayrılan bir yan dala tel ve balonla geçirilerek balon şişirilir. Bu balon dilate haldeyken KTO lezyonundan geçirilmiş tel üzerinden balon veya Guideliner veya Tornus kateterlerle işleme devam edilir. Yan daldaki bu balon kateter desteğini artırarak geçiş başarısını artırır. Yine başarısızlık olursa bunun anlamı lezyonda yoğun bir kalsifikasyon vardır ve daha kompleks yöntemlere geçilir. Bunun için ucu daha sert kılavuz teller (Shinobi) kullanılabilir veya balon geçişine mani olan kalsifikasyon veya yoğun fibröz dokuda kitle azaltılması yapan (debulking) rotablator ve excimer laser (ELCA) kullanılır. Diğer alternatif de retrograd yaklaşımdır. Retrograd teknik için karşı damardan KTO lezyonunun distaline devamlılığı olan geniş kollateralin varlığı gerekir. Karşı damardan kılavuz kateter yoluyla kollateral içinden 300cm kılavuz telle KTO lezyonuna tersten (retrograd) geçilir. KTO lezyonunun distal fibröz kapsülü proksimaldekine göre daha yumuşak olduğundan retrograd yöntemin başarısı daha yüksektir. Lezyon geçildikten sonra ince profilli balonla geçilir ve bundan sonra antegrad olarak lezyondan telle tekrar geçilerek, açılan lümeneden PKG işlemine devam edilir.

**Kaynaklar**

1. Airolidi F, Di Mario C, Stankovic G, et al. Clinical and angiographic outcome of directional atherectomy followed by stent implantation in de novo lesions located at the ostium of the left anterior descending coronary artery. *Heart*. 2003;89:1050-4
2. Kim YH, Hong MK, Lee SW, et al. Randomized comparison of debulking followed by stenting versus stenting alone for ostial left anterior descending artery stenosis: intravascular ultrasound guidance. *Am Heart J*. 2004;148:663-9
3. Di Mario C, Airolidi F, Reimers B, Anzuini A, Vilas DA, Colombo A. Bifurcational stenting. *Semin Intervent Cardiol* 1998;3:65-76
4. Lefevre T, Louvard Y, Morice M, et al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments, and results. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2000;49:274-283.
5. Melikian N, Di Mario C. Treatment of bifurcation coronary lesions: a review of current techniques and outcome. *J Intervent Cardiol* 2003;16:507-513.
6. Yamashita T, Nishida T, Adamian M, et al. Bifurcation lesions: Two stents versus one stent-immediate and follow-up results. *J Am Coll Cardiol* 2000;35: 1145-1151.
7. Al SJ, Berger P, Rihal C, et al. Immediate and long-term outcome of intracoronary stent implantation for true bifurcation lesions. *J Am Coll Cardiol*;35:929-936.
8. Louvard Y, Lefere T. Bifurcation lesions stenting. In Colombo A, Stankovic G, editors. *Problem Oriented Approaches in Interventional Cardiology*, 1st ed. London, Healthcare. 2007, p. 37-58.
9. Sharma SK, Kini AS. Coronary bifurcation lesions. *Cardiol Clin*. 2006;24:233-46.
10. Colombo A, Stankovic G, Martini G. Introduction: practical approaches to bifurcational lesions. In Colombo A, Stankovic G, editors. *Colombo's Tips & Tricks with Drug-Eluting Stents*. 1st. ed. London, Taylor & Francis, 2005, p. 34-54.
11. Stankovic G. Lessons from the literature. In Colombo A, Stankovic G, editors. *Colombo's Tips & Tricks with Drug-Eluting Stents*. 1st ed. London, Taylor&Francis, 2005, p 55-62.
12. Tahirkheli N. K. The Osteal Lesions. In: Ellis S. G, Holmes D. R, editors. *Strategic Approaches in Coronary Intervention*, 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2006, p 332-39.
13. Iakovou I, Ge L, Colombo A. Contemporary stent treatment of coronary bifurcations. *J Am Coll Cardiol*. 2005;46:1446-55.
14. Baim D, Wahr D, George B, et al. Randomized trial of a distal embolic protection device during percutaneous intervention of saphenous vein aorto-coronary bypass grafts. *Circulation* 2002; 105:1285-1290.
15. Stone G, Rogers C, Ramee S, et al. Distal filter protection during saphenous vein graft stenting: technical and clinical correlates of efficacy. *J Am Coll Cardiol* 2002;40:1882-1888.
16. Suero J, Marso S, Jones P, et al. Procedural outcomes and long-term survival among patients undergoing percutaneous coronary intervention of a chronic total occlusion in native coronary arteries: a 20-year experience. *J Am Coll Cardiol* 2001;38:409-414.
17. Olivari Z, Rubartelli P, Piscione F, et al. Immediate results and one-year clinical outcome after percutaneous coronary interventions in chronic total occlusions: data from a multicenter, prospective, observational study (TOAST-GISE). *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1672-1678.
18. Fang HY, Lee CH, Fang CY, et al. Application of penetration device (Tornus) for percutaneous coronary intervention in balloon uncrossable chronic total occlusion-procedure outcomes, complications, and predictors of device success. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011; DOI 10.1002/ccd. 22862.

## **2.1.E. AKUT KORONER SENDROMLARDA**

### **(KANITA VE DENEYİMLERE DAYALI)**

### **İNVAZİF STRATEJİ**

® 2,000’li yılların başında, Akut Koroner Sendromlu hastaların (AKS) modern yaklaşımın felsefesi; olayın fizyopatolojisine odaklanmış olup; “koroner perfüzyonun sürdürülmesi veya yeniden sağlanması” için akut miyokardiyal iskemiden sorumlu (ve koroner akımı kritik düzeyde kısıtlayan veya engelleyen) aterotrombotik lezyonun ST-segment yükselmeli AKS’de hızla yeniden açılması (reperfüzyon) ve ST yükselmesizde ise stabilize edilmesidir (revaskülarizasyon).

Bu hedeflere ulaşmak için ST-segment yükselmeli AKS’lerde sorumlu arterde reperfüzyonun akut iskemik semptomların başlamasından ilk 2 saat içinde hızla yeniden sağlanması ile infarktüsün durdurulması, 12 saat içinde ise infarkt alanının kısıtlanmasıdır.

ST yükselmesiz AKS’lerde fizyopatolojik hedefler; (1) gelişte ve erken dönemde AMİ’ye gidişi (“*de novo MI*”) durdurmak veya iskeminin tekrarlamasını önlemektir; (2) kritik hastalarda (hemodinamik, elektriki instabilite ve erken iskemik olay riski artmış, gelişte troponin düzeyi artmış “yüksek-riskli” hastalarda) yoğun antitrombotik kokteyl (ikili antitrombosit ve antitrombin) ile acil (gelişte 2 saat içinde) veya erken (gelişte ilk 12-72 saat içinde) PKG uygulanmasıdır. Bu hastalarda invazif tedavinin temel prensipleri:

- (1) İşlem deneyimli ekip ve deneyimli, usta operatör tarafından yapılmalı,
  - İşlem sırasında beklensin veya beklenmesin gelişen her olayda bu sorunla daha önce karşılaşan birisinden fikri ve manipülatif destek, yardım almaktan çekinilmemelidir. “Çünkü, akut koroner sendromlarda zaman miyokardtır”:
    - ***Devam eden uzamış akut miyokardiyal iskeminin erken fazında, kritik zaman aralığında ve tavsiye edilen sürede gerçekleştirilen başarılı PKG ile ST yükselmeli ve yükselmesizde infarkt önlenebilmekte, durdurulabilmekte veya küçültülebilmektedir.***-
- (2) operatör daha önce uygulamadığı bir tekniği, özellikle anstabil veya kritik hastalarda ilk-kez denememeli, uygulamamalıdır (radyal arter girişi gibi),
- (3) Özellikle, NSTEMI AKS’lerde girişimin faydası ve kombine antitrombotik tedavilerin riski ile invazif stratejinin etkin faydası iyi değerlendirilmelidir,
- (4) Antitrombotik tedavinin temeli: Akut koroner sendrom (AKS) şüphesinde (klinik bulgular ve hasta hikayesi ile) ilk tıpsal temasta (EKG öncesi) verilmesi gereken nonenterik Aspirindir. EKG ile AKS teşhisi kesinleşen hastalara P2Y12 reseptör inhibitörü aspirine

bir an önce eklenmelidir. Hastaneye kabulde intravenöz antitrombin tedavi ikili antitrombosit tedaviye bir saat içinde eklenmelidir. 2011-2013 kılavuzlarının antitrombotik tedavi önerisine göre ilaç seçimi:

- Akut STEMI'de primer PKG'de Aspirine anjiyografi sırasında Prasugrel veya Tikagrelor, son seçenek olarak Klopidegrol eklenmeli; antitrombin ise fraksiyone olmayan heparin (FOH) veya Bivaluridin eklenmeli.
  - NSTE AKS'lerde invazif stratejide Tikagrelor ve Enoksaparin veya FOH, konservatif stratejide ise Klopidegrol veya Tikagrelor ve Enoksaparin veya Fondaparinux aspirine eklenmelidir.
- (5) AKS'lerde PKG'nin akut, ve geç dönemdeki faydasının mihenktaşları; (a) kesintisiz en az bir yıl ikili antitrombosit kullanılabilecek ve anatomik olarak da uygunsa ilaçlı veya ilaçsız stent implante edilmesi, (b) stent implante edilsin edilmesin perkutan girişime ilave olarak akut, hastanede ve geç dönemde (1 yıl) antitrombosit tedavi kullanımı.
- (6) Sekonder korunma (SEK) önlemleri yoğun (çoklu) ve agresif (erken, koroner bakım ünitesinde) olarak uygulanmalıdır; (a) aspirine eklenen P2Y12 inhibitörleri ile ikili antitrombosit özellikle stent takılanlarda en az 1 yıl kesintisiz uygulanmalıdır, (b) ACEİ veya ARB ve Beta blokerler, miyokardiyal korunma dikkate alarak primer tedavide kesintisiz kullanılmalıdır.
- *Aşağıda Kıbrıs Yakın Doğu Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Kliniği ile İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kardiyoloji ABD Kateterizasyon Laboratuvarlarında Akut Koroner Sendrom hastalarında uygulanan PKG stratejileri deneyimli uzmanlardan özetlenmiştir:*

## **GÖRÜŞ 1 AKUT KORENER SENDROMLARDA (KS) ST YÜKSELMELİ VE ST YÜKSELMESİZ HASTALARDA PERKÜTAN KORONER GİRİŞİM**

**Prof. Dr. Barış Ökçün**

### **Akut Reperfüzyon ve Revaskülarizasyon Tedavilerinin Faydası**

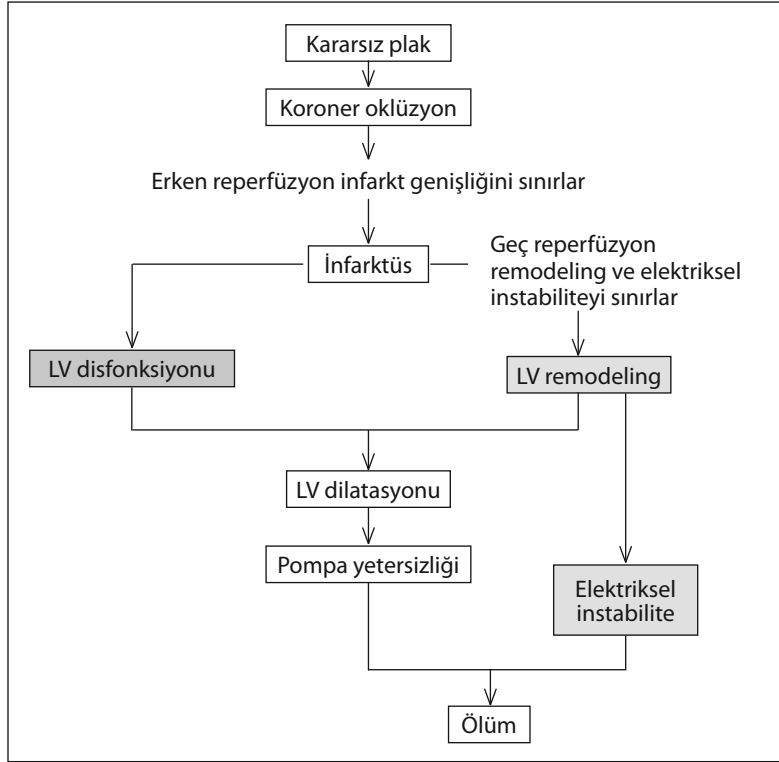
Akut koroner sendrom (AKS)'lerden sorumlu temel patofizyoloji, hassas plağın rüptürü sonucu, infarkt ile ilişkili arterin tam tıkanmasıdır. ST yükselmeli miyokard infarktüsü (STYMI)'yi takiben gelişen sol ventrikül dilatasyonu, pompa yetersizliği ve elektriksel instabilite ölüme neden olabilir. Koroner kan akımının tekrar sağlanması yoluyla sağlanan miyokardın korunmasına yönelik fayda, önceden var olan iskemik durum, iskeminin süresi ve şiddeti ile ilişkilidir. Deneysel ve klinik kanıtlar, erken koroner kan akımının (reperfüzyonun) sağlanmasından kaynaklanan faydanın altında yatan mekanizmanın sol ventrikül fonksiyonlarının geri dönmesi, diyastolik disfonksiyonda iyileşme, ve ölümlerin azalması olduğunu göstermiştir (1, 2) (Şekil 67).

İskemiye takiben sol ventrikül fonksiyonlarını korumaya yönelik kollateral koroner damarlar ortaya çıkacaktır. Kollateral koroner arterler, miyokard hücre ölümünün önlenmesi, hasarın geçiktirilmesi amacıyla miyokarda yeterli perfüzyon sağlamaya çalışır (3).

Başarılı reperfüzyon sonrası ölümün azalması ve ventrikül fonksiyonlarında iyileşme sadece infarkt alanının sınırlandırılmasına bağlı değildir (4). İnfarkt ile ilişkili arterin açık olmasının, ventrikül remodeling (infarktlı dokunun iyileşmesi ve infarkt genişlemesinin önlenmesi), kollateral akımın güçlenmesi, diyastolik ve sistolik fonksiyonların düzelmesi, elektriksel stabilitede artma ve uzun dönem mortalitede azalma gibi faydalarının olduğu gösterilmiştir. (Şekil 67) İnfarkt arterinin geç reperfüzyonu infarktlı alanda vasküler iskele etkisi sağlar ve matür fibröz skar oluşumunu katkıda bulunan inflamatuvar hücrelerin artışı sağlamaktadır. Vasküler iskele etkisi ve sıkı miyokard skar dokusu, infarktlı alanın genişlemesine ve infarkt ekspansiyonu ve anevrizma formasyonu eğilimini azaltır (5).

İnfarktan sorumlu arter tarafından antegrad olarak yavaş akım ile beslenen zayıf kontraktıl veya nonkontraktıl alanda canlı miyosit olabilir. Bu durum hiberne miyokard olarak adlandırılır ve infarktlı ilişkili arterde sürekli akımın perkutan koroner girişim (PKG) ile sağlanması, ventrikül fonksiyonlarını düzeltebilir. Fibrinolitik veya PKG ile infarkt ile ilişkili arterin geç reperfüzyonu infarkt alanındaki elektriksel stabiliteyi artırır ve bu ventrikül fibrilasyonun azalması ile ilişkilidir. Bu faydalı etki ACE inhibitörü gibi tedavilerden bağımsızdır. Ancak yukarıda bahsettiğimiz fayda, hastanın semptom ve klinik durumuna göre reperfüzyon işleminin tedavi kılavuzlarının önerdiği zaman diliminde yapılması ile sınırlıdır. Semptomların başlangıcından itibaren 24 saat geçmiş iskemik semptomları olmayan stabil hastalarda, total oklüde arterin rutin açılması önerilmemektedir (6).

Sonuç olarak; gerek farmakolojik gerekse PKG ile sağlanan erken reperfüzyon, koroner oklüzyon süresini kısaltıp, sol ventrikül disfonksiyonu derecesini ve dilatasyonu azaltarak,



**ŞEKİL 67.** Kararsız plak rüptürü sonucu gelişen koroner oklüzyon ve erken, geç reperfüzyonun mekanizması. LV-Sol ventrikül.

hastanın pompa yetersizliği ve malign ventriküler taşiaritmi gelişimini önler. Geç reperfüzyonun olası etkisi ise infarktın iyileşme sürecini hızlandırmak, sol ventrikül remodelingi azaltmak ve nihayi etki olarak pompa fonksiyon bozukluğunun ve elektriksel instabilitenin düzeltilmesidir, minimize edilmesidir (7).

#### **AKUT KORONER SENDROMLARDA PERKÜTAN AKUT REPERFÜZYON VE PERKÜTAN REVASKÜLARİZASYON TEDAVİLERİNDE KILAVUZ TAVSİYELERİ**

##### **ST Yükselmeli Mi'de Perkütan Reperfüzyon İçin Kılavuz Tavsiyeleri:**

2011 yılında peşpeşe yayınlanan ulusal kılavuzlara göre; ESC STYMİ kılavuzuna göre ilk tıbbi temastan balona kadar geçecek olan sürenin 2 saatin altında olması ve erken (ilk 2 saat içerisinde) gelen geniş infarktli ve düşük kanama riskli hastalarda ise bu sürenin 90 dakikanın altında olması sınıf II (KD:B) endikasyon olarak belirtilmiştir (6).



Yeni Zelanda/Avusturalya AMİ kılavuzunda (2011) semptom başlangıcı 1 saatin altında ise girişimsel tedavinin 1 saat içerisinde, semptom başlangıcı 1-3 saat içerisinde ise girişimsel tedavinin 90 dakika içerisinde, semptom başlangıcı 3-12 saat içerisinde ise girişimsel tedavinin aynı merkezde 90 dakika içerisinde ya da başka merkezde sevkle 2 saat içerisinde yapılmasını önermektedir (8).

ACC/AHA/SCAI PKG kılavuzuna (2011) göre PKG olanağı bulunan bir hastaneye gelen STYMİ hastaları 90 dakika içinde, PKG olanağı bulunmayan bir hastaneye gelen STYMİ hastalarına ise 120 dakika içinde işlem yapılabiliriyorsa primer PKG (PPKG) ile tedavi edilmesi sınıf I (KD:B) endikasyon olarak belirtilmiştir (9).

En son 2013 yılında yayınlanan ACCF/AHA STYMİ kılavuzunda da PKG olanağı bulunan bir hastaneye gelen STYMİ hastalarına 90 dakika içinde işlem yapılabiliriyorsa PPKG ile tedavi edilmeleri sınıf I endikasyon olarak belirtilirken KD:A'ya yükselmiştir (10). Yine aynı kılavuzda PKG olanağı bulunmayan bir hastaneye gelen, STYMİ hastalarına 120 dakika içinde başka bir hastanede PKG işlemi yapılabiliriyorsa hastanın PKG işlemi yapılabilen hastaneye transferi sınıf I (KD:B) endikasyon olarak belirtilmektedir.

### ST Yükselmesiz Mİ'de İnvazif Girişim için Kılavuz Tavsiyeleri:

ST Yükselmesiz Mİ'de invazif girişimi belirleyecek olan hastanın risk durumudur (11, 12). Bu nedenle ST Yükselmesiz Mİ hastalarının hepsinde ilk yapılması gereken riskin belirlenmesidir. Risk belirlenmesi en son 2011 ve 2012 yıllarında yayınlanan ACC/AHA ya da ESC kılavuzlarında belirtildiği gibi yapılabilmektedir (11, 12).

**TABLO 26.** ACC/AHA kılavuzuna göre ST Yükselmesiz Mİ'de yüksek riskli gruplar

|                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Yoğun medikal tedaviye rağmen tekrar eden istirahat ya da en ufak eforla oluşan ağrı/ iskemi |
| Yükselmiş kardiyak enzim varlığı (Troponin T ya da I)                                        |
| Yeni ya da yeni olduğu düşünülen ST depresyonu                                               |
| KKY bulgu ya da semptomları                                                                  |
| Hemodinamik bozukluk                                                                         |
| Yüksek risk skoru varlığı (GRACE/TIMI)                                                       |
| Sürekli VT                                                                                   |
| ACBG ya da son 6 ay içinde anjiyoplasti hikayesi                                             |
| DM                                                                                           |
| Hafif-orta derecede böbrek yetersizliği                                                      |
| LVEF<%40                                                                                     |

**TABLO 27.** ESC kılavuzuna göre ST Yükselmesiz Mİ'de yüksek riskli gruplar

|                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| <b>Çok yüksek riskli</b>                                          |
| Tedaviye refrakter anjina                                         |
| >2 mm ST depresyonu ya da derin T (-)                             |
| KKY-şok                                                           |
| <b>Yüksek riskli</b>                                              |
| Troponin seviyesinde yükselme                                     |
| Dinamik ST ya da T değişikliği (semptomatik ya da sessiz)         |
| Yüksek grace skoru >140                                           |
| <b>Riskli</b>                                                     |
| Diyabet                                                           |
| Kronik böbrek yetersizliği (eGFR< 60 ml/min/1.73 m <sup>2</sup> ) |
| LVEF<%40                                                          |
| Mİ sonrası erken dönemde AP                                       |
| Geç. ACBG                                                         |
| Son 6 ay içinde anjiyoplasti hikayesi                             |
| Orta GRACE skoru (109-140)                                        |

ACC/AHA kılavuzunda yüksek riskli olarak kabul edilen gruplar Tablo 26'da gösterilmiştir (11). ACC/AHA kılavuzuna göre yüksek riskli değerlendirilen hastalara ilk 24 saat içerisinde koroner anjiyografi ve sonucuna göre PPKG işlemi yapılmalıdır.

ESC kılavuzuna göre ise çeşitli risk grupları belirlenmiştir (Tablo 27), (12). Buna göre çok yüksek riskli hastalara acil (2 saat içerisinde), yüksek riskli hastalara çok erken (24 saat içerisinde) ve riskli hastalara ise erken (72 saat içerisinde) koroner anjiyografi ve sonucuna göre PPKG işlemi yapılmalıdır (Tablo 28).

### ST YÜKSELMELİ Mİ HASTALARINDA PPKG İŞLEMİ

PPKG (Primer PPKG) öncesi, hastanın muayenesi mutlaka yapılmalı, özellikle üfürüm varlığı ve kardiyojenik şokta mutlaka ekokardiyografi ile papiller adele rüptürü ve VSD varlığına bakılmalıdır (6, 9, 10). Aort disseksiyonun AMİ ile karışmaya çıkabileceği unutulmamalıdır. PPKG öncesi sol ventrikülografi yapılmamalıdır.

**TABLO 28.** ESC kılavuzuna göre ST Yükselmesiz Mİ'de riskli gruplar ve girişim zamanlamaları

|                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------|
| <b>ÇOK YÜKSEK RİSKLİ-ACİL GİRİŞİM: 2 SAAT İÇERİSİNDE</b>          |
| Tedaviye refrakter anjina                                         |
| >2 mm ST depresyonu ya da derin T (-)                             |
| KKY-ŞOK                                                           |
| <b>YÜKSEK RİSKLİ-ÇOK ERKEN GİRİŞİM: 24 SAAT İÇERİSİNDE</b>        |
| Troponin seviyesinde yükselme                                     |
| Dinamik ST ya da T değişikliği (semptomatik ya da sessiz)         |
| Yüksek GRACE skoru >140                                           |
| <b>RİSKLİ-ERKEN GİRİŞİM: 72 SAAT İÇERİSİNDE</b>                   |
| Diyabet                                                           |
| Kronik böbrek yetersizliği (eGFR< 60 ml/min/1.73 m <sup>2</sup> ) |
| LVEF<%40                                                          |
| Mİ sonrası erken dönemde AP                                       |
| Geç. ACBG                                                         |
| Son 6 ay içinde anjiyoplasti hikayesi                             |
| Orta GRACE skoru (109-140)                                        |

PPKG işlemi sırasında girişim yerinin belirlenmesi, kılavuz kateter ve kılavuz tel seçimi, trombektomi gerekliliği, balon ve stent seçimlerini kapsar.

#### PPKG'de İşlemin Giriş Yeri:

AKS hastalarında PPKG sırasında potent antitrombosit ve antikoagülan ilaç ihtiyacı gerektiğinden elektif girişimlere göre daha fazla kanama gözlenmektedir (9). Bu hastalarda kanama en sık girişim yerinden olmaktadır. RIVAL çalışmasında AKS tanısı almış olan hastalarda radyal ve femoral arter ile yapılan girişimlerin sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır (60). Çalışmaya 7021 hasta alınmıştır. Birincil sonlanım noktası olarak alınan 30. gün ölüm, Mİ, inme ve by-pass dışı kanamalar açısından her iki grup arasında bir fark saptanmamıştır. İkincil sonlanım noktası olarak alınan ölüm, Mİ, ve inme açısından da bir fark bulunmamıştır. Vasküler girişim yeri komplikasyonları açısından bakıldığında ise radyal girişimlerde femoral girişimlere oranla %63'e varan bir azalma dikkat çekmektedir. STYMI alt grubunda ise ölüm radyal girişim yapılanlarda belirgin olarak azalmıştır.

**PPKG'de Kılavuz Kateter Seçimi:**

PPKG için katater laboratuvarına alınan hastada ilk önce infarktüstten sorumlu olduğu düşünülmeyen arterin görüntüsü kollateral varlığını ya da çok damar hastalığını ortaya koymak amacıyla alınmalıdır. İnfarktüstten sorumlu arter tam olarak belirlenemiyorsa ekokardiyografi ile duvar hareket bozukluğu olan bölgeye bakılarak tahminde bulunabilir.

PPKG sırasında kılavuz kateter seçimi işlemin ikinci aşamasını oluşturmaktadır (62). PPKG işlemi sırasında kılavuz katater olarak girişim yeri radyal ya da femoral ise geniş lümenli 6F ya da girişim yeri femoral ise 7F kılavuz kateter seçilmelidir. Geniş lümen seçilmesinin nedeni lezyonun bifürkasyon lezyonu çıkabilme olasılığı ve aspirasyon kateteri kullanımıdır. Kılavuz kateter olarak sol sistem lezyonlarında sol judkins, amplatz ya da EBU, sağ koroner için ise sağ judkins ya da amplatz kullanılabilir. Kılavuz kateter olarak ne seçilirse seçilsin işlem sırasında iyi bir destek sağlanmalıdır.

**PPKG'de Kılavuz Tel Seçimi:**

PPKG sırasında kılavuz tel seçimi işlemin üçüncü aşamasını oluşturmaktadır (62-66). Kılavuz tellerin yapısal özellikleri işlem başarısında en önemli rolü oynamaktadır. Bu nedenle hangi işlemde hangi telin seçileceği çok önemli olmakla beraber hangi telin seçilmemesi daha büyük önem taşımaktadır.

PPKG işleminde lezyona kolayca ulaşabilen, rahat geçiş sağlayabilen, prolabe olmayan, diseksiyon veya subintimal geçiş yaratmayan, balon ve stentin rahat geçişini sağlayabilen kılavuz teller kullanılmalıdır (61-65).

PPKG işlemi sırasında diseksiyon, subintimal geçiş ya da perforasyon riski düşük telin uç ağırlığı <1 gr'ın altındaki floppy teller kullanılmalıdır (Tablo 29), (64, 65).

Eğer floppy teller ile tıkalı damar geçilemiyor ve telin ucu tıkalı bölgede prolabe oluyor ise desteğin yetersiz olduğu düşünülmelidir. Bu durumda öncelikli olarak kılavuz kateter desteği kontrol edilmeli gerekirse kılavuz kateter değiştirilmelidir (64-66). Eğer kılavuz kateter desteğinin yeterli olduğu düşünülüyorsa kılavuz telin uç ağırlığı ~2 g olan intermediyer

**TABLO 29.** Floppy teller

|                                      |
|--------------------------------------|
| Asahi Light (Abbott Vascular)        |
| Asahi soft (Abbott Vascular)         |
| Balance Trek (Guidant)               |
| Balance Middleweight (Guidant)       |
| CholCE Floppy (Boston Scientific)    |
| Hi-torque Floppy (Boston Scientific) |
| Wizdom Floppy (Cordis)               |

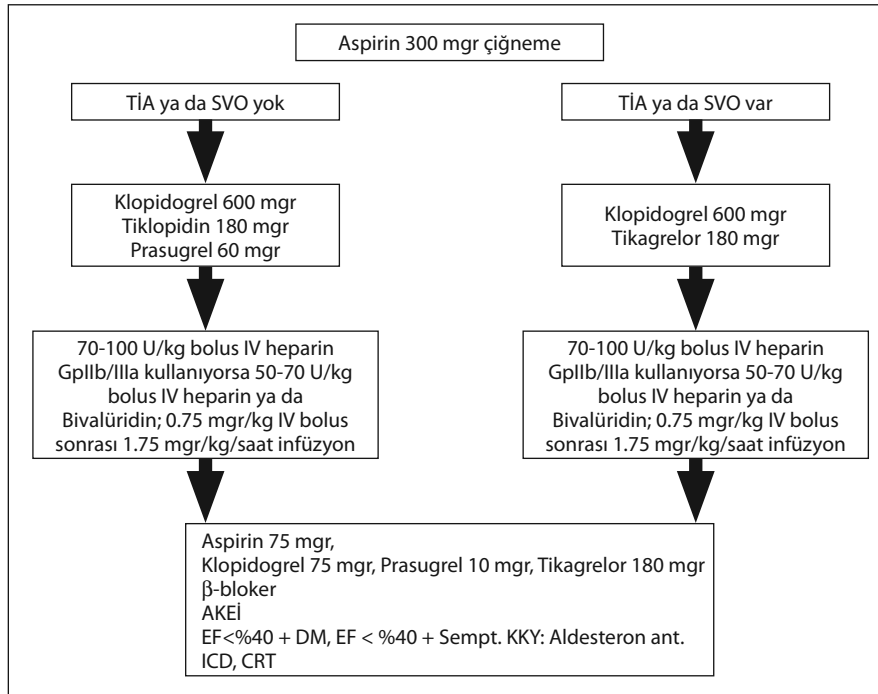
teller kullanılabilineceği gibi, düşük bir profile sahip bir balon ile (örneğin 1.5 x 15-20 mm) telin uç kısmına yaklaşılarak destek arttırılabilir. Balon desteğinde balon ile telin ucuna ne kadar yaklaşırsa telin uç ağırlığının artacağı unutulmamalıdır (63-65). Telin uç ağırlığı arttıkça lezyonu geçebilme ve destek özelliği artsa da esneklik azalmakta disseksiyon, subintimal geçiş ya da perforasyon riski artmaktadır.

PPKG işlemlerinde hidrofilik teller disseksiyon, subintimal geçiş ya da perforasyon riskini arttırdığından kesinlikle kullanılmamalıdır (63-65). Yine aynı nedenlerden dolayı ucu 3 gramın üzerinde olan sert teller ve kronik total oklüzyon telleri de PPKG işlemi sırasında kullanılmamalıdır.

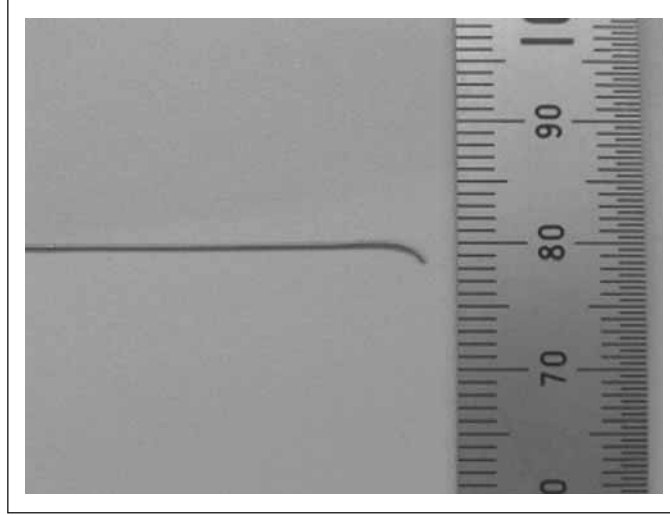
1964 yılında Dotter'in kılavuz telin damar duvarına doğru yönlenmeden ateromatöz plaktan geçmesi kuvvetten çok, akıl ve sezgilerin kullanılması ile olduğu sözü unutulmamalıdır. İşlem sırasında damarın çıkışına göre kılavuz telin ucuna küçük bir açı verilir (Şekil 68), (64). Özellikle açılı çıkan LAD veya Cx damarları varlığında bu açı daha da arttırılabilir.

### Antitrombotik Tedavi:

AKS'lerde antitrombotik tedavi invazif tedavinin mihenk taşıdır. Oral antitrombosit ilaçlara ilave IV. antitrombinler ile etkili trombosit blokaj yapılabilir (Aşağıda Şekil)



**ŞEKİL.** Primer perkütan girişimde antitrombosit ve antikoagülan tedavi: Yukarıdaki tedavi algoritması primer PKG'ye giden AKS hastalarında tavsiye edilmiştir.

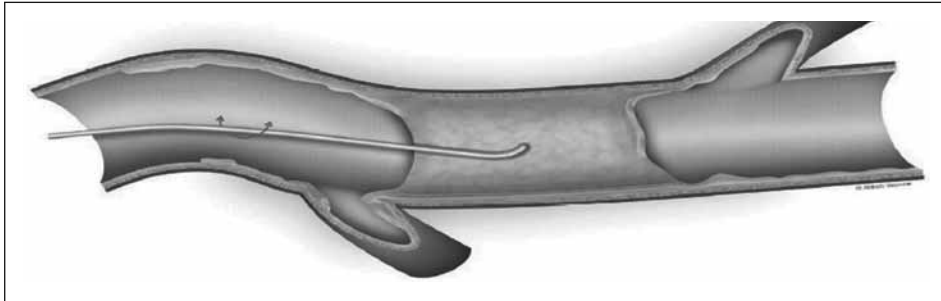


**ŞEKİL 68.** İşlem öncesi damarın çıkışına göre kılavuz telin küçük bir açı verilir.

Kılavuz tel saat yönünde ve saat yönü aksinde nazik hareket ettirilmeli, ileri geri hareket ettirilmemeli, damar ucunda prolapsus olduğunda ucu ileri geri çok dikkatli hareket ettirilerek düzeltilmeli, damar içinde en distal uca gönderilmelidir (Şekil 69), (63-66).

#### **PPKG SIRASINDA TROMBEKTOMİ**

PPKG sırasında trombektomi gerekliliği işlemin üçüncü aşamasını oluşturmaktadır. PPKG yapılan hastalarda stentleme öncesi yapılan predilatasyon %20-30 oranında trombüsün distal embolizasyonuna yol açmaktadır (67). Predilatasyon yerine uygulanacak olan trombektomi işlemi trombüs yoğunluğunu azaltarak oluşabilecek distal embolizasyonu ve vazo-



**ŞEKİL 69.** Kılavuz telin işlem sırasında hareketi: Saat yönünde ve saat yönü aksinde nazikçe hareket ettirilebilir.

kontriksiyonu azaltmakta, direkt stent koyma imkanını sağlamakta, damar çapının daha iyi belirlenmesini sağlayarak malappozizasyon gelişimini engellemekte, gerçek aterosklerotik darlığın gözükmemesini sağlayarak bu darlığın medikal tedavi ile stabilize olup olamayacağını belirlemektedir (68).

PPKG sırasında trombektomi işlemi manuel ya da mekanik aspirasyon şeklinde yapılabilmektedir. Manuel aspirasyonda trombüs elle katater yardımı ile aspire edilerek çıkartılırken, mekanik aspirasyonda özel cihazlar yardımı ile parçalanarak çıkartılmaktadır. Günümüzde kullanılan manuel ve mekanik aspirasyon cihazları Tablo 10 ve Şekil 6'da belirtilmiştir.

2008 yılında yayınlanan 8 çalışmanın metaanalizinde PPKG esnasında manuel aspirasyon uygulanan hastalarda işlem sonrası TIMI 3 akım, miyokardiyal 'blush grade' 3 ve 30. gün ölüm uygulanmayanlara göre daha iyi bulunmuştur (69). Bavry ve arkadaşlarının aynı yıl içerisinde yayınladıkları bir başka metaanalizde ise PPKG uygulanan hastalarda 6. ay sonunda ölüm manuel aspirasyon uygulanan hastalarda daha az gözlenirken, mekanik aspirasyon uygulananlarda daha fazla gözlenmiştir (70). 2009 yılında yayınlanan ATTEMPT veri tabanında da PPKG uygulanan hastalarda 3. yılın sonunda ölüm manuel aspirasyon uygulanan hastalarda daha az gözlenirken, mekanik aspirasyon uygulananlarda bir fark saptanmamıştır (67). 2010 yılında yayınlanan PIHRATE çalışmasında STYMİ ile başvuran hastalarda manuel trombüs aspirasyonu sonrası direkt stentleme ile balon ile predilatasyon sonrası stentleme karşılaştırılmıştır (71). Çalışmaya toplam 196 hasta alınmıştır. Birincil sonlanım noktası olarak alınan 60. dakikada EKG'deki tüm derivasyonlardaki toplam ST elevasyonunun  $\geq 70\%$  rezolüsyonu her iki grupta aynı oranda saptanmıştır. İkincil sonlanım noktası olarak alınan işlemden hemen sonra bakılan EKG'deki tüm derivasyonlardaki toplam ST elevasyonunun  $\geq 70\%$  rezolüsyonu ve anjiyografik olarak bakılan miyokardiyal 'blush grade' aspirasyon yapılan grupta anlamlı olarak daha fazla gözlenirken, anjiyografik olarak bakılan düzeltilmiş TIMI kare sayısı da bu grupta daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak PIHRATE çalışmasında 60. dakikada bakılan EKG'deki ST rezolüsyonu açısından her iki grupta bir fark bulunmamasına rağmen, işlemden hemen sonra bakılan anjiyografik ve elektrokardiyografik miyokardiyal reperfüzyon kriterleri aspirasyon uygulanan grupta daha iyi çıkmıştır.

Yine 2010 yılında yayınlanan EXPIRE çalışmasının uzun dönem sonuçları yayınlanmıştır. Bu çalışmada STYMİ ile başvuran hastalarda manuel trombüs aspirasyonu sonrası direkt stentleme ile balon ile predilatasyon sonrası stentleme karşılaştırılmıştır (72). Çalışmaya 175 hasta alınmıştır. Tüm hastalara işlem öncesi bolus Abciximab verilmiş ve işlemden 12 saat sonrasına kadar infüzyon şeklinde devam edilmiştir. Çalışmanın 9. ay sonuçları 2009 yılında yayınlanmıştır. Birincil sonlanım noktası olan işlem sonrası miyokardiyal 'blush grade'  $\geq 2$  ve EKG'deki ST rezolüsyonu aspirasyon yapılan grupta daha fazla saptanmıştır. 9. ay kardiyak ölüm ve infarkt alanı aspirasyon uygulanan grupta anlamlı olarak daha az bulunurken, majör kardiyak olaylarda (ölüm, MI, HDR) bir fark saptanmamıştır. Bu çalışmanın 2. yıl sonuçları 2010 yılında yayınlanmıştır. 2. yılın sonunda hem kardiyak ölüm hemde majör kardiyak olaylar aspirasyon yapılan grup lehine anlamlı olarak daha az saptanmıştır.

**TABLO 39.** TIMI trombüs sınıflaması

|                |                                                               |
|----------------|---------------------------------------------------------------|
| TIMI TROMBÜS 0 | TROMBÜS YOK                                                   |
| TIMI TROMBÜS 1 | TROMBÜS OLMA İHTİMALİ VAR                                     |
| TIMI TROMBÜS 2 | TROMBÜS VAR EN BÜYÜK UZUNLUĞU DAMAR ÇAPININ $<1/2$            |
| TIMI TROMBÜS 3 | TROMBÜS VAR EN BÜYÜK UZUNLUĞU DAMAR ÇAPININ $>1/2$ FAKAT $<2$ |
| TIMI TROMBÜS 4 | TROMBÜS VAR EN BÜYÜK UZUNLUĞU DAMAR ÇAPININ $>2$              |
| TIMI TROMBÜS 5 | TOTAL TIKALI                                                  |

EXPIRE çalışmasının TAPAS çalışmasından en önemli farkı sadece trombüs yoğunluğu fazla olan hastalar (trombüs skoru  $\geq 3$  olan ya da TIMI 0-1 akım olan) çalışmaya alınmıştır. TAPAS çalışmasında bu ayırımı yapılmamış trombüs yoğunluğu düşük olan hastalarda çalışmaya dahil edilmiştir.

EXPIRE çalışması manuel trombüs aspirasyonu ile yapılmış olan çalışmalar içerisinde ilk kez uzun dönem takip sonuçlarının yayınlandığı çalışmadır. Bu çalışma ile STYMI'de yoğun trombüs yüküne sahip olan hastalarda stentleme öncesi uygulanan manuel trombüs aspirasyonu ile geç dönemde mortalitenin azaldığı gösterilmiştir.

2012 yılında De Luca ve arkadaşlarının yayınladığı metaanalizde ise PPKG uygulanan hastalarda 30. gün ölüm manuel aspirasyon uygulanan hastalarda daha az gözlenirken, mekanik aspirasyon uygulananlarda daha fazla gözlenmiştir, (68).

Sonuç olarak yapılan bu çalışmaların ve metaanalizlerin sonucunda PPKG uygulanan hastalarda manuel aspirasyon cihazları ile ölümden bir azalma, mekanik aspirasyon cihazları ile ölümden bir artış, gözlenilmektedir.

Mekanik aspirasyon cihazları ile ölümdenki artışın nedenleri olarak uzun dönem takip gerektiği halde takip sürelerinin kısa oluşu (sol ventrikülde oluşan yeniden şekillenmenin değerlendirilebilmesi için), bu cihazlarla trombotik lezyonu geçerken distale yoğun embolizasyon oluşması, tekniğin yanlış uygulanması (çalışmalarda hep distalden başlanarak proksimale doğru aspirasyon yapılmıştır ki bu distal yatağa embolizasyonu arttırmaktadır), ve düşük riskli hastaların (Anteriyor Mİ hastası az, bazal TIMI 3 akım fazla, trombüs yoğunluğu az) çalışmalara alınması ile mekanik aspirasyon cihaz kullanımı tecrübesi az olan kardiyologlar tarafından işlemlerin yapılması gösterilmektedir (67-69).

PPKG sırasında trombüs yoğunluğu fazla olan hastalarda mekanik aspirasyon cihazının etkinliği JETSTENT çalışmasında araştırılmıştır (73). Bu çalışmada PPKG için kateter laboratuvarına alınıp kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra TIMI trombüs sınıfı 3-5 (Tablo 39) olan 501 hastanın 256 sına angiojet ile trombektomi sonrası stent uygulanırken, 245 hastaya direkt stent uygulanmıştır. ST segment rezolüsyonu trombektomi uygulanan grupta daha sık bulunmuştur. 99mTc-sestamibi ile belirlenen infarkt alanı, TIMI 3 akım, düzeltilmiş TIMI kare sayısı ve miyokardiyal 'blush grade' 3 açısından her iki grupta bir fark saptanmamıştır. Klinik sonuçlar açısından 6. ayda trombektomi grubunda direkt stent grubuna oranla daha az major kardiyovasküler olaylar görülmüştür. Bir yıllık olaysız sağkalım oranına bakıldığında trombektomi grubu anlamlı olarak daha üstündür. Bu çalışma ile PPKG sırasında kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra yoğun trombüs varlığında rutin olarak anjiyojet trombektomi kullanımı düşünülmelidir sonucuna varılmıştır (73).

**TABLO 38.** Manüel aspirasyon kateterleri

|                          | Export AP                                       | Diver C.E            | ProntoV3             |
|--------------------------|-------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| İç çap 6F                | 0.85 mm <sup>3</sup><br>7F 1.35 mm <sup>3</sup> | 0.66 mm <sup>3</sup> | 0.93 mm <sup>3</sup> |
| Kataterin uzunluğu (cm)  | 140                                             | 145                  | 140                  |
| Aspirasyon hızı 6F       | 1.44 cc/sn                                      | 1.04 cc/sn           | 1.71 cc/sn           |
| Minumum damar çapı (mm)  | 2 mm<br>7 F (2.25 mm)                           | 2 mm                 | 2 mm                 |
| Dış çap<br>Geçiş profili | 0.068                                           | 0.061                | 0.065                |
| Destek Örgüsü            | VAR                                             | YOK                  | YOK                  |



### AnjiyoJet Kullanım Tekniği:

Kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra yoğun trombüs yoğunluğu (TIMI trombüs sınıf 3-5) varlığında AnjiyoJet trombüsün proksimalinde aktive edilerek tek bir pasaj yapılır (73). İşlem geçici pacemaker altında yapılmalıdır. İşlem sırasında GpIIb/IIIa inhibitörü önerilmektedir.

### Manuel Aspirasyon Kateterleri

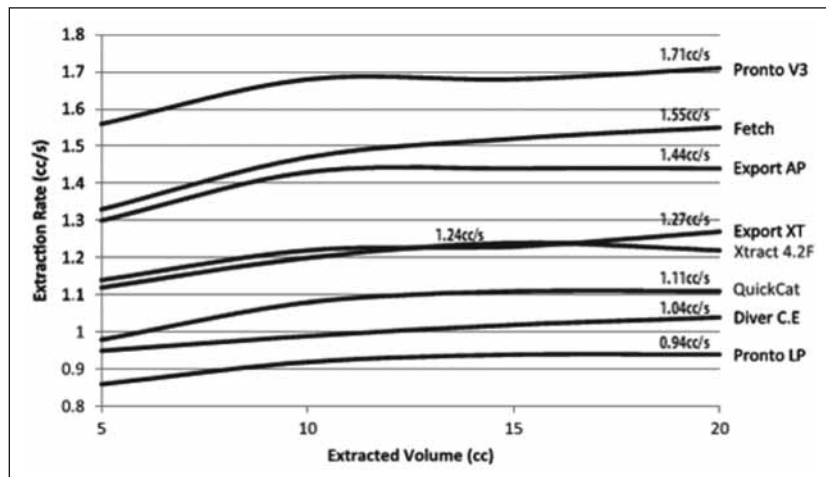
Manuel aspirasyon kateterlerinden özellikle üçü (Export AP, Diver C. E, ProntoV3) günümüzde çok sık kullanıldığından özelliklerinin bilinmesinde fayda vardır (Tablo 38) (74).

Manuel aspirasyon kateteri ile işlem yapmadan önce kullanılan kateterin aspirasyon hızı, kullanılabilinecek minimum damar çapı ve destek örgüsünün var olup olmadığı bilinmelidir (74). Kateterlerdeki aspirasyon hızı kateterin distali ile proksimali arasındaki basınç farkı, kateterin iç çapının kübü ile doğru orantılı olup, kan viskozitesi ve kateterin uzunluğu ile ters orantılıdır.

$$\text{Aspirasyon hızı} = \frac{\text{Basınç farkı (kataterin ucu – kataterin proksimali)} \times \pi \times \text{iç çap}^3}{8 \times \text{kanın viskozitesi} \times \text{kateterin uzunluğu}}$$

Bu durumda 6F aspirasyon kateterleri içerisinde aspirasyon hızı en iyi olan iç çapı en geniş ve kateter uzunluğu nispeten en kısa olan ProntoV3'dür (Şekil 71).

Aspirasyon hızının iyi olması kliniğe nasıl yansımaktadır sorusunun cevabı için günümüzde yapılmış olan çok az çalışma bulunmaktadır. 2008 yılında Vlaar ve arkadaşları DI-



ŞEKİL 71. Aspirasyon kateterlerinin aspirasyon hızları.

VER ve EXPORT kataterlerini PPKG uygulanan hastalarda karşılaştırmışlardır (75). PPKG sonrasında MBG, ST segment rezolüsyonu ve aspire edilen partikül çapları açısından her iki grupta bir fark saptanmamıştır. Sonuç olarak daha geniş iç lümeneye sahip olmak daha büyük partiküllerin alımını sağlamamakla beraber anjiyografik ya da elektrokardiyografik olarak da bir üstünlük sağlamamıştır.

Tablo 38’de gösterilen aspirasyon kateterlerinin minimum damar çapı 2 mm olduğundan 2 mm’nin altındaki damarlarda bu üç kateterde kullanılmamalıdır. 2 mm’nin altındaki damarlar için minimum damar çapı 1.5 mm olan PRONTO LIGHT PROFILE (LP) kateteri üretilmiştir. Destek örgünün varlığı Export AP kateterinin kolay kıvrılmamasını sağlarken özellikle kıvrımlı damarlarda bu kateter işe yaramaktadır.

### Primer PKG’de Manuel Aspirasyon Kateterlerinin Kullanım Tekniği

Tüm aspirasyon işlemlerinden önce iyi bir kılavuz kateter desteğine ihtiyaç bulunmaktadır. İşlem öncesi damar anatomisi, lezyonun yeri değerlendirilmeli kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra TIMI trombüs sınıflaması (Tablo 39) mutlaka yapılmalıdır (76). Özellikle distal ve 2-2.5 mm’nin altındaki lezyonlarda geçiş profili büyük kateterler kullanılırsa disseksiyon ya da perforasyon gelişebileceği unutulmamalıdır.

Manuel aspirasyon kateter sistemi kurulduktan sonra aspirasyon ostiyal lezyonlarda kateter damara girer girmez ostiyum dışı lezyonlarda ise lezyondan 1 cm öncesinden başlanmalıdır (77). Eğer bu kurala uyulmaz ve aspirasyon lezyon içersinden ya da distalinden yapılmaya başlanırsa kateter trombüsle tıkanır ve aspirasyon başarısız olur. Aynı zamanda aspirasyon işlemi lezyonun distalinden başlanırsa distal emboli gelişmektedir.

Aspirasyon işlemi sırasında dikkat edilmesi gereken bir kuralda aspirasyon kateterinin kılavuz kateterden çıkana kadar negatif basınçta çıkartılmasıdır (Tablo 39). Eğer bu kurala uyulmaz ise aspirasyon kateteri çıkartılırken kateterin ucunda kalmış olan trombüs yol boyunca koroner içersine ya da kılavuz kateter içersine düşebilmektedir ‘drag and drop effect’ (78). Yine aspirasyon kateteri çıkartılırken hava kılavuz kateterde haps olabilir. Her iki durumda da eğer aspirasyon kateteri çıkartıldıktan sonra kılavuz kateter aspire edilmez ise görüntüleme sırasında koroner içi trombüs ya da hava embolisi oluşmaktadır. Bu nedenle kılavuz kateter içersinde her zaman bu olayların oluşabileceği akıldan çıkartılmamalı ve aspirasyon kateteri çıkartıldıktan sonra kılavuz kateter mutlaka aspire edilmelidir.

Aspirasyon kateteri çıkartılırken hızlı bir şekilde çekilmemelidir (77-78). Bu durumda negatif basınç etkisi ile kılavuz kateter ana koroner arterden içeri girip disseksiyona sebep olabilir. Yine unutulmaması gereken bir kural da kılavuz kateter ile aspirasyon kateterinin ‘co-axial’ olmasıdır. Eğer ‘co-axial’ olmaz ise aspirasyon kateteri çıkartılırken kateter ucunda trombüs varlığında trombüs kılavuz kateterin ucuna takılarak düşebilir ‘drag and drop effect’.

Manuel aspirasyon kateterleri ile %10 oranında aspirasyon başarısız olabilir (79). Bunun nedenleri belirgin proksimal tortüyoze (> 2 kıvrım), kalsifik lezyon varlığı, bifürkasyon lezyonu ve Cx artere girişim yapılmasıdır.

Manuel aspirasyon ile elde edilen tam ST segment rezolüsyonu LAD proksimal ve RCA lezyonlarında daha fazla elde edilmektedir (80). Bunun nedenleri proksimal LAD’nin geniş bir damar olup geniş bir miyokard alanını beslemesi, RCA’nın geniş, tortüyoze, akım hızı düşük ve daha az yan dallara sahip olması gösterilmektedir. Bu nedenlerden dolayı özellikle RCA’da daha fazla trombüs oluşumu gözlenip, distal embolizasyon daha fazla gözlenmektedir.

2011 ACCF/AHA/SCAI Perkütan Koroner Girişim, 2012 ESC STYMİ ve 2013 ACCF/AHA/SCAI STYMİ kılavuzlarına göre PPKG sırasında aspirasyon trombektomi yapılması Sınıf IIa Kanıt düzeyi B olarak önerilmektedir (6, 9, 10).

Yeni randomize çalışmalar yayınlanmadığı sürece STYMİ hastalarında trombektomi işlemi trombüs yoğunluğu belirgin değilse (TIMI trombüs < 3) uygulanmamalıdır. Mekanik trombektomi cihazları trombüs yoğunluğu fazla ise (TIMI trombüs > 2) reperfüzyonu arttırabilmek ve optimal stent implantasyonunu sağlayabilmek amacıyla düşünülebilir (68).

2012 yılında yayınlanmış olan INFUSE AMI çalışmasında PPKG uygulanan proksimal ve mid LAD lezyonu olan hastalar 4 gruba ayrılmışlardır (47). 1. gruba aspirasyon sonrası İK Abciximab, 2. gruba sadece aspirasyon, 3. gruba İK Abciximab, 4. gruba ise ne aspirasyon ne de İK Abciximab uygulanmıştır. 30. gün infarkt alanı aspirasyon sonrası İK Abciximab uygulananlarda en az oranda saptanmıştır.

PPKG'de aspirasyon tekniğinin semptom süresi 12 saat üzerinde olanlarda, farmakoinvazif girişimlerde, ST yükselmez Mİ ve SVG Mİ' de yeri hakkında günümüzde yeterli veri bulunmamaktadır.

INFUSE AMI çalışmasının yayınlanmasından yola çıkarak 2012 yılında ACC'de PPKG işlemi için bir algoritma önerilmiştir (Şekil 7), (81). Buna göre kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra TIMI akım 0-1 ise manual aspirasyon ya da Anjiyojet ile aspirasyon önerilmekte, bu işlemler sonrasında TIMI 2-3 akım varlığında İK abciximab yapıldıktan sonra direkt stentleme işlemi önerilmektedir. Eğer akım TIMI 0-1 ise küçük bir balon ile predilatasyon, tekrar trombektomi ve İK abciximab cevap alınmaz ise direkt stent uygulaması önerilmektedir. Kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra akım TIMI 2-3 ise İK abciximab sonrası trombüs yoğunluğu değerlendirilmeli eğer TIMI Trombüs<3 ise direkt stentleme işlemi yapılmalıdır. Eğer trombüs yoğunluğu fazla ise TIMI Trombüs ≥3 ise manual aspirasyon ya da anjiyojet ile aspirasyon sonrası direkt stentleme önerilmektedir.

2013 yılında ESC'de yayınlanan TASTE çalışmasında PPKG sırasında trombüs aspirasyonu uygulanan hastalarda uygulanmayanlara göre 30. gün ölümden bir fark saptanmazken, hastaneye yatış, tekrarlayan Mİ ve stent trombozunda anlamlı olmayan bir azalma saptanmıştır (81). Devam eden TOTAL çalışmasının sonuçları ile birlikte TASTE çalışmasının kılavuzlara nasıl yansıtacağı görülecektir.

**TABLO 14.** Aspirasyon kataterleri kullanılırken dikkat edilmesi gereken hususlar

| İşlemden Önce                                                            | İşlem Sırasında                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIMI trombüs sınıflaması (0-5)                                           | Hava Embolisi<br>– Aspirasyon kateteri çıkartılırken hava kılavuz kateterde haps olabilir                  |
| Damar Anatomisi<br>– Tortüyo<br>– Kalsifikasyon<br>– Küçük damar <2.5 mm | Disseksiyon/perforasyon<br>– Özellikle distal ve küçük damarlarda                                          |
| Kılavuz kateter desteği                                                  | Kılavuz katetere bağlı disseksiyon<br>– Sıkı bir lezyondan aspirasyon kateteri hızlı bir şekilde çekilirse |
| Lezyonun yeri (Proksimal-Distal)                                         | Trombüsü sürükleyip bırakabilir; drag and drop effect"                                                     |
|                                                                          | Distal embolizasyon<br>Distalden aspirasyona başlanırsa                                                    |
|                                                                          | Trombosit aktivasyonuna yol açabilir                                                                       |

**Primer perkütan koroner girişim sırasında emboli koruma cihazlarının rolü var mıdır?**

PPKG işlemi sırasında oluşabilecek distal embolizasyonun emboli koruma cihazları ile önlenebileceği yolundaki görüşler Bavry ve arkadaşlarının 2008 yılında yayınladıkları metaanalizle ortadan kalkmıştır. Bu metaanalizde PPKG uygulanan hastalarda distal emboli koruma cihazlarının kullanılması kullanılmayanlara göre 6. ay sonunda ölüm oranında bir fark yaratmamıştır, (67).

Distal emboli koruma cihazları ile ölümden bir fark gözlenilmesinin nedenleri olarak ise emboli koruma cihazlarının yan dalları koruyamaması (işlem sırasında, yerleştirilirken yan dallara embolizasyon oluşur), filtrelerin küçük (<100 micron) partikülleri toplayamaması (MI'de küçük partiküllerin oranı çok yüksektir), histopatolojik olarak trombüsün debristen farklı olması, işlem süresinin uzaması, diseksiyon oranının artması, filtrenin tromboze olması, TIMI 3 akımın olması ve bu nedenle çoğunlukla predilatasyon gerektirmesidir (83).

Distal emboli koruma cihazlarının yerleştirilmesi için TIMI 3 akım gerekliliği PPKG'de proksimal emboli koruma cihazları kullanılabiliyor mi sorusunu gündeme getirmiştir. Proksimal emboli koruma cihazları ile lezyon geçilmediğinden distale ve yan dallara emboli gelişimi olmaz, cihazı yerleştirmek için predilatasyona gerek yoktur, TIMI 3 akımın olması şart değildir, yan dal önemli değildir ve bu cihazlar özellikle tortüyo damarlarda işe yaramaktadır (83). 2009 yılında yayınlanan PREPARE çalışmasına PPKG için kateter laboratuvarına alınıp koroner anatomisi proksimal emboli koruma cihazına uygun ve TIMI 0-1 akımı olan 264 hasta alınmıştır (84). Bir gruba Proksis cihazı ile işlem yapılırken diğer gruba standart PPKG işlemi yapılmıştır. Birincil sonlanım noktası olarak alınan 90. dk ST segment rezolüsyonu Proksis cihazı kullanımlarında daha iyi sonuç vermiştir. Sonuç olarak PPKG'de proksimal emboli koruma cihazı güvenilir olup, çoğu hastada embolik materyali etkin bir şekilde çıkartabilmekte ve bu cihaz ile daha iyi bir mikrovasküler akım sağlanabilmektedir.

**PROKSİMAL EMBOLİ KORUMA CİHAZLARININ YERLEŞTİRME TEKNİĞİ**

Proksis koruma sistemi kılavuz kateter içinden hedef damara doğru ilerletilir. Atravmatik yumuşak ucu lezyon öncesine ulaştırılır (83). Kılavuz tel ile lezyon geçilir ve oklüzyon balonu lezyon öncesine ilerletilir. Balon şişirilince damar tıkanır, kan akımı durur ve stent yerleştirme işlemi bitene kadar lezyondan distal embolik materyalin atılmasını önler. Stent yerleştirildikten sonra balon distali export aspirasyon kateteri ile aspire edilir ve ardından cihaz balonu indirilip çıkarılır (Şekil 8).

Proksimal emboli koruma cihazların kullanımı ostiyal (ostiyumdan <5 mm) lezyon ya da proksimal segmentte hastalık (ostiyumdan <15 mm) varlığında uygun olmadığı akılda tutulmalıdır.

**PPKG'de Balon Seçimi**

PPKG sırasında balon gerekliliği işlemin dördüncü aşamasını oluşturmaktadır (62-64). Kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra eğer TIMI 0-1 akım var ise yukarıda belirtildiği şekilde trombektomi uygulanmalıdır. Eğer akım yine TIMI 0-1 ise düşük profile sahip damar çapına oranla 0.5-1 mm daha küçük ve kısmen uzun bir balon (2 x 20 mm-2.5 x 20 mm) ile predilatasyon yapılmalıdır. Predilatasyon öncesi kılavuz telin lümen içerisinde olduğundan mutlaka emin olunmalıdır. Predilatasyon süresi tercihen 1-2 dk arasında olmalıdır. Predilatasyonun 1 dk'nın üzerinde yapılması preconditioning oluşturarak adenozin salınımına yol açarak 'no-reflow' gelişimini azaltır.

Yine predilatasyon öncesi bilinmesi gereken en önemli kural plak rüptürü olan bölgenin genellikle tıkalı bölgenin 15-20 mm aşağısında olduğu ve yapılacak olan balonun bu bölgeyi mutlaka kaplaması gerekliliğidir. Damarı tam açmak için çok sık (tek bir predilatasyonla akımı sağlamaya çalışılması hedeflenmelidir) predilatasyon yapılmamalı, trombüslü bölgeye yapılan her bir girişimin (tel ile geçiş, predilatasyon, stent yerleştirilmesi, postdilatasyon) trombüs aktivasyonu- nu arttırdığı unutulmamalıdır.

AMI sırasında yoğun trombüs aktivasyonu nedeniyle koroner damarlarda yaygın bir vk (vazokonstriksiyon) mevcuttur. Bu nedenle AMI sırasında diğer damarlarda gözlenen lezyonların olduğundan fazla gözlenebileceği unutulmamalıdır. Bu yaygın vk nedeniyle predilatasyon öncesi ve sonrası kan basıncına göre 100-200 mcg nitroglicerine yapılarak gerçek damar çapı mutlaka belirlenmelidir. Eğer stent implante edilmeden önce nitroglicerine ile gerçek damar çapına bakılmaz ise olduğundan daha küçük çaplı stent implante edilebileceğinden stent malapozisyonu ve stent trombozu riski artmaktadır.

Bazen predilatasyon sonrası akımın gelmesi ile reperfüzyona bağlı oluşan ritim-ileti bozukluğu ve aritmiler (ciddi bradikardiler, VT atakları gibi) gözlenebilir. Eğer hemodinamiyi bozan bir ritim-ileti bozukluğu ya da aritmi var ise tekrar aynı balon ile kısa süreli (30 sn) 2-3 kez akımın kesilmesi reperfüzyona bağlı oluşan bu bozuklukların geçmesini sağlar.

**PPKG Sırasında Stent Seçimi**

PPKG sırasında stent seçimi işlemin altıncı aşamasını oluşturmaktadır. STYMI'de ilaç salınlımlı stent (İSS)'mi, çıplak metal stent (ÇMS)'mi sorusu günümüze dek sorulmuştur. Aynı zamanda son yıllarda PPKG'de MGuard stent ve endotelial progenitor hücre yakalayan stentlerin yeri varmıdır soruları sorulmaktadır.

STYMI'de ilaç salınlımlı stent (İSS)'lerle çıplak metal stent (ÇMS)'leri karşılaştıran 7 randomize çalışmanın uzun dönem sonuçlarının meta-analizi 2011 yılının başında yayınlanmıştır (Tablo 16), (84). Bu 7 randomize çalışmaya toplam 3026 hasta alınmıştır. Ortalama takip süresi 3 yılın üzerinde olan bu 7 çalışmanın sonunda İSS'lerle ilgili ST- Yükselmeli MI'de 3 önemli sonuca varılmıştır.

1. İlaç salınlımlı stentlerin mortaliteye her hangi bir etkileri yoktur.
2. İlaç salınlımlı stentler HDR'de ortalama %50 azalma sağlamaktadırlar.
3. İlaç salınlımlı stentlerle çok geç stent trombozu artmamaktadır.

STYMI'de şu ana kadar yapılmış olan en fazla hasta sayısına ve en uzun süreli takibe sahip olan 7 randomize çalışmanın oluşturduğu bu metaanalizde İSS'ler ÇMS'lere oranla daha etkin bulunurken güvenilirlik açısından bir farkın olmadığı saptanmıştır.

STYMI'de İSS'ler arasında hangisinin üstün olduğuna yönelik çalışmaların başında 2010 yılında yayınlanan KAMIR veritabanı ve COMPARE AMI çalışması bulunmaktadır.

KAMIR veritabanı (Korea Acute Myocardial Infarction Registry)'nda STYMI ile başvuran hastalarda 1. jenerasyon paktitaksel salınlımlı Taxus stenti ile 1. jenerasyon sirolimus salınlımlı Cypher stenti karşılaştırılmıştır (86).

Çalışmaya 4416 hasta alınmıştır. 1. yılın sonunda birincil sonlanım noktası olarak belirlenen majör kardiyak olaylar (ölüm, MI ve HLR) Cypher stentinde daha az saptanmıştır. Bu fark HLR'nin Cypher stentinde daha az gözlenmesine bağlıdır. Alt gruplara bakıldığında diyabetiklerde majör kardiyak olaylar açısından 1. yılın sonunda bir farkın olmadığı gözlenmektedir. Stent trombozu açısından da her iki stentte bir fark gözlenmemiştir.

Randomize olmayan bir çalışma olmasına rağmen STYMI'de her iki stenti karşılaştıran en fazla hasta sayısı içeren çalışma olması nedeniyle önemli bir çalışmadır. Diyabetiklerde sirolimus salınlımlı Cypher stentinde bir farkın gözlenmemesi hücre proliferasyona sebep olan mTOR enzim aktivitesinin diyabet varlığında azalması ve yine hücre proliferasyonunu arttıran FOXO1 ve p27 yollarının aktive olmasıdır. Limus grubu mTOR'u inhibe ederek etki mekanizmasını göstermektedir. Diyabette insülin direnci sonucunda mTOR aktivitesinin azalması limus grubunun etkinliğinin azalmasına yol açmaktadır.

Sonuç olarak STYMI'de diyabetik hastalar dışında sirolimus salınlımlı Cypher stenti paktitaksel salınlımlı Taxus stentine oranla daha etkin bulunmuştur. Diyabetik hastalarda ise bir fark saptanmamıştır. Her iki stent grubu güvenilirlik açısından eşdeğer bulunmuştur. Bu veri tabanının daha uzun süreli takibi özellikle çok geç stent trombozu açısından bize değerli bilgiler verecektir.

COMPARE-AMI çalışmasında ise STYMI ile başvuran hastalarda 1. jenerasyon paktitaksel salınlımlı Taxus Liberte stenti 2. jenerasyon evarilimus salınlımlı Xience V stenti ile karşılaştırılmıştır (87).

Çalışmaya 452 hasta alınmıştır. Bu çalışmanın sonuçları 2010 yılında TCT'de yayınlanmıştır. 2. yılın sonunda birincil sonlanım noktası olarak alınan ölüm, MI ve iskemik HDR Xience V stentinde daha az oranda saptanmıştır. Bu fark özellikle iskemik HDR'nin Xience V stentinde daha az gözlenmesine bağlıdır. Stent trombozu ise erken ve çok geç dönemde Xience V stentinde daha az gözlenmiştir.

Sonuç olarak STYMI ile başvuran hastalarda etkinlik ve güvenilirlik açısından evarilimus salınlımlı Xience V stenti paktitaksel salınlımlı Taxus Liberte stentine göre daha üstün bulunmuştur.

Bütün bu çalışmaların sonucunda 2013 ACCF/AHA/SCAI STYMI kılavuzuna göre PPKG sırasında ÇKS ya da İSS takılması sınıf I (KD:A) endikasyon olarak bildirilmiştir (10). ÇKS yüksek kanama riski olanlarda, 1 yıl boyunca ikili antitrombotik kullanamayacaklarda ve 1 yıl içerisinde invazif ya da cerrahi girişim planlananlarda tercih edilmelidir. Kılavuzlar İSS'lerden hangisinin tercih edilmesi açısından şu an için yeterli veri olmamasından dolayı bir öneri belirtmezken evarilimus salınlımlı Xience V stentinde stent trombozunun daha az gözlenmesi bu stenti bir adım öne çıkartmaktadır.

## MGuard STENT

MGuard stenti (MGS) ince strütlü (100 µm) paslanmaz çelikten yapılmış kapalı hücreli bir ÇMS'dir (88). Diğer ÇMS'lerden farklı olarak strut yapısının dış yüzeyini çepre çevre saran ağ şeklinde dakron yapısında çok ince bir zar bulunmaktadır. Stent yerleştirildiğinde ağ şeklinde yerleştirilmiş olan zarın gerilmesi trombüsü hapsederek distal embolizasyonu ve protrombotik intima içeriğinin kanla etkileşmesini engeller. Bu stent ile ilgili 2010 yılında 2 çalışma yayınlanmıştır.

Danzi ve arkadaşları akut STYMI nedeniyle başvuran 100 hastaya MGS'yi implante etmişlerdir (88). Birincil sonlanım noktası olarak alınan ortalama TIMI akım 0.8'den 2.8'e çıkarken, ortalama düzeltilmiş TIMI kare sayısı 65'den 17'ye inmiştir. Miyokardiyal 'blush grade' %90 hastada 3 iken, %10 hastada 2 olarak bulunmuştur. İşlem sonrası 60. dakikada bakılan EKG' de %90 oranında (tüm derivasyonlardaki toplam ST elevasyonun  $\geq$  %70 rezolüsyonu) ST rezolüsyonu tam olarak saptanmıştır. Hastane içinde ölen hasta sayısı 7'dir. Bunların 5'i kardiyojenik şok ile başvuran hastalardır. Hastane sonrası ilk 30 günlük dönemde majör kardiyak olay (kardiyak ölüm, MI, stent trombozu, HLR) saptanmamıştır. Sonuç olarak akut STYMI'de implante edilen MGS ile yüksek derecede koroner ve miyokardiyal perfüzyon sağlanırken, yüksek oranda ST rezolüsyonu tam olarak sağlanmıştır.

### Endotelial progenitör hücre yakalayan stent

Endotelial progenitör hücreler kemik iliğinden salınırlar (89). Bu hücreler vasküler hasar meydana gelen bölgeye gelerek iyileşmeyi ve endotelizasyonu hızlandırırlar. Sitokinler bu hücreleri yakalayarak ortamdaki uzaklaştırırlar. Endotelial progenitör hücre yakalayan stentler bu hücreleri dolaşımdan stent yüzeyine yerleştirilmiş olan CD34 antikoru ile yakalarlar. Yapılan çalışmalarda bu stentlerle 1. ayda endotelizasyonun sağlandığı gösterilmiştir. Bu nedenle de klopidogrel 1. ayda kesilebileceği yönünde görüşler bildirilmiştir. Bu stentlerin özellikle stent trombozu riski yüksek olan, ikili antitrombosit alamayacak olan ve yakın zamanda cerrahi girişim planlanan hastalarda cazip bir seçenek olabileceği konusundaki görüşler yakın zamanda oldukça artmıştır.

PPKG'de endotelial progenitör hücre yakalayan stent kullanımı ile ilgili 2010 yılında Byston ve arkadaşları önemli bir çalışma yayınlamışlardır (89). PPKG yapılan 50 hastaya endotelial progenitör hücre yakalayan Genous stent, 50 hastaya ise kobalt-kromyum kaplı ÇMS uygulanmıştır. Tüm hastalara yüksek basınç uygulanmış ve 1 ay süre ile klopidogrel verilmiştir.

30. günün sonunda birincil sonlanım noktası olarak alınan kardiyovasküler ölüm, Mİ ve HLR her iki stentte aynı olarak bulunurken 6. ayın sonunda Genous stentte daha fazla bulunmuştur. 6. ayın sonunda 3 hastada stent trombozuna rastlanılırken kobalt-kromyum stentte stent trombozuna rastlanılmamıştır. 6. ayın sonunda bakılan ortalama neointimal hiperplazi oranları ve geç lümen kaybı da her iki stentte aynı değerlerde bulunmuştur.

Stent trombozunun nedeni tam olarak bilinmesi de trombüsli ortamın endotelial progenitör hücrelerinin stentte yaklaşmasını engellediği ve bu hücrelerin trombüsli ortamda makrofajları aktive ederek trombosit aktivasyonuna yol açtığı yönünde görüşler bildirilmiştir. Bu nedenle STYMI'de endotelial progenitör hücre yakalayan stentle ilgili kuşku ortaya çıkmış ve daha büyük çalışmalara ihtiyaç olduğu bildirilmiştir.

PPKG işlemi sonucunda hangi tip stent implante edilmiş olursa olsun işlem sonrası en az 2 projeksiyondan damar kontrol edilmeli, özellikle stent uçlarında bir diseksiyon olup olmadığına bakılmalıdır. Başarılı stent implantasyonu rezidüel darlık <20%, TIMI 3 akım ve başarılı miyokardiyal reperfüzyon demektir. Bazen stent sonrası tıpkı balon sonrası olduğu gibi akımın gelmesi ile reperfüzyona bağlı ciddi ritim-ileti bozukluğu ve aritmiler (bradikardiler, VT atakları gibi) gözlenebilir. Eğer hemodinamiyi bozan bir ritim-ileti bozukluğu ya da aritmi var ise stent balonunun 2-3 kez kısa süreli (30 sn) düşük basınçta şişirilmesi ile akım kesilir ve reperfüzyona bağlı oluşan bu bozukluklar ortadan kalkar.

### PPKG Sırasında Aynı Seansta Diğer Damarlardaki Lezyonlara Girişim Yapılmalı mıdır?

PPKG sırasında infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonlara girişim yapılmasının nedenleri olarak AMİ sırasında plak instabilitesinin sadece infarktten sorumlu arterde olmadığı ve bu nedenle diğer damarlarda ciddi lezyonlar varsa iskemi ve tekrarlayan infarktüsler sebepten olabileceği, infarkt dışı damarlara girişim ile komplet revaskülarizasyon ve daha az maliyet sağlanabileceği gösterilmektedir (90-94).

2011 yılında yayınlanan HORIZONS-AMI çalışmasının alt verilerinde infarkt dışı lezyonlara aynı seansta girişim yapılan grupta ortalama 30 gün içerisinde girişim yapılanlara göre ölüm, stent trombozu ve majör kardiyovasküler olaylar daha fazla bulunmuştur (90). Yine 40.280 hastayı içeren büyük bir metaanalizde 30 günlük ölüm infarkt dışı lezyonlara aynı seansta girişim yapılan grupta daha fazla bulunmuştur.

Aynı seansta infarkt dışı lezyonun kötü çıkmasının nedenleri zaten infarkt bölgesinde sol ventrikül disfonksiyonu varken infarkt dışı bölgeye girişim yapılmasının büyük bir risk yaratması, AMİ erken fazında protrombotik ve enflamatuvar parametrelerdeki artışın stent trombozu riskini artırması, AMİ sırasında >50 darlık saptanan lezyonların %21'inin aslında vazokonstriksiyon ve protrombotik zeminden dolayı ciddi olmaması, iskemi araştırılmadan yapılmış olması ve daha fazla kontrast kullanımının özellikle AMİ safhasında kontrast nefropati riskini artırmasıdır (91-93).

2013 yılında yayınlanan ACCF/AHA STYMI kılavuzunda PPKG sırasında hemodinamik bozukluk yok ise infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonlara girişim sınıf III endikasyon (zararlı) olarak belirtilmiştir (10). Hemodinamik bozukluk varlığında infarkt dışı lezyonlar ciddi ise IABP takılarak girişim yapılmalıdır. Hemodinamik bozukluk yok ise infarktten sorumlu arter dışı lezyonlara iskemi varlığı değerlendirilerek erken zamanda (3-6 hafta) girişim yapılması önerilmektedir (10).

Her ne kadar 2013 yılında yayınlanan ACCF/AHA STYMI kılavuzunda PPKG sırasında hemodinamik bozukluk yok ise infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonlara girişim önerilmezken bu kılavuzdan sonra 2013 yılında ESC'de yayınlanan PRAMI çalışmasında infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonlara aynı seansta girişim yapılması ile 23 aylık takip sonucunda ölüm, Mİ ve refrakter anjina sıklığında anlamlı bir azalma saptanmıştır (94). Bu çalışma sonucunun kılavuzlara nasıl yansıtacağı merak konusu olmakla beraber şu an için PPKG sırasında hemodinamik bozukluk yok ise infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonlara girişim yapılmamalıdır.

### STYMI'de No-Reflow Fenomeni (Malperfüzyon)

STYMI'de PPKG sırasında %10-40 oranında akımsızlık 'no-reflow' fenomeni gözlenebilmektedir (67). 'No-reflow' fenomeni işlem sırasında lezyonlu bölgedeki trombüsün parçalanması ile oluşan mikroembolizasyon ve açığa çıkan vazokaktif

maddecikler sonucunda kapiller seviyede tıkanıklık oluşmasıdır (95-98). 'No-reflow' fenomeninde epikardiyal arter açık ancak miyokard dokusunda perfüzyon yoktur. 'No-reflow' fenomeni yavaş akım 'slow-flow' kavramını da kapsamaktadır. PPKG sonrası 4. saat bakılan EKG'de maksimum ST elevasyonu olan derivasyonda %70'den fazla azalma yok ise elektrokardiyografik olarak 'No-reflow' dur (Tablo 17).

İşlem sırasında 'no-reflow' fenomeni kötü prognozu belirlemekte olup birincil olarak sorumlu trombüs yoğunluğudur. Trombüs yoğunluğunu ve dolayısı 'no-reflow'u azaltmak için işlem sırasında gereksiz pre ve postdilatasyonlardan kaçınılmalı, yüksek riskli hastalarda GpIIb/IIIa inhibitörü uygulanmalı, kuralına uygun olarak trombektomi işlemi yapılmalı, stent uzunluğu kısa tutulmamalı ya da uygun vakalarda geciktirilmiş PPKG tercih edilmelidir (95-99).

İşlem sırasında 'no-reflow' fenomeni gelişen hastalarda epikardiyal arterde vazospazm, diseksiyon ve hava embolisi ayırıcı tanıları hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Vazospazm ayırıcı tanısı kan basıncı elverişli ise en çok 4 sefer 100-200 mcg nitrogliserin İK yapılmalıdır. Diseksiyon ayırıcı tanısı ancak akım olmayan yerin distalinden mikrokater ile kontrast verilerek yapılan çekimlerle ortaya konabilir. Aynı zamanda IVUS ve körleme yapılan balon ya da stent ile akımın açılması da olayın diseksiyon olduğunu gösterir.

İşlem sırasında 'no-reflow' fenomeni gelişen hastalarda ise trombektomi işlemi yapılmalı, İK GpIIb/IIIa inhibitörü uygulanmalı, İK farmakolojik ajanlar verilmelidir. İK GpIIb/IIIa inhibitörlerinin dozları ve uygulanma şekilleri ile trombektomi cihazları ve kullanım detayları daha önceden belirtildiğinden İK uygulanan farmakolojik ajanlardan bahsedilecektir.

'No-reflow' fenomeni gelişen hastalarda ACT seviyesi mutlaka kontrol edilmeli heparin dozu GpIIb/IIIa inhibitörü kullanılıyorsa 250-300 sn, kullanılmıyorsa 300-350 sn olacak şekilde ayarlanmalıdır. Nitrogliserin vd (vazodilatör) etkisi epikardiyal arterde olup distal kapiller yatakta vd etkisi bulunmamaktadır. Bu nedenle nitrogliserinin 'no-reflow' fenomeni tedavisinde yeri bulunmamaktadır.

Adenosin mikrosirkülasyonda vd etkisi dışında, nötrofil adhezyonunu önler, antitrombosit etki gösterir ve serbest oksijen radikallerinin oluşumunu engeller. Adenosin etki süresinin çok kısa olmasından dolayı bu ajan bolus şeklinde verilirse korunmada yeri yoktur. Adenosin 'no-reflow' fenomeni gelişen hastalarda İK 50 mcg boluslarla peşpeşe toplam doz 1000 mcg olana dek tekrarlanabilir. Geçici bloklar ve sinus bardikardisi oluşturduğu akıldan çıkartılmamalıdır.

Nitroprussid guanilat siklaz üzerinden cGMP'yi arttırarak mikrovasküler seviyede oldukça etkin vd oluşturur. Nitroprussid hipotansiyon varlığında kullanılmamalıdır. İK bolus dozu 200 mcg'a kadar yapılabilir ve toplam doz 1000 mcg'ı geçmemelidir. Özellikle hipotansiyon ve hemodinamik bozukluk varlığında 50-200 mcg İK adrenalin bolus ile çok iyi cevap alınabildiği unutulmamalıdır.

Verapamil oldukça etkili olmakla beraber İK bolus dozu 200 mcg üzerinde olmamalı ve toplam doz 1000 mcg geçmemelidir. Ciddi miyokardiyal depresyon ve blok (özellikle RCA enjeksiyonlarında) gelişebilir. Bu nedenle geçici pacemaker hazır bulundurulmalıdır. Dihidropridin antagonisti nikardipinin vd etkisi hem epikardiyal arterde hem de mikrosirkülasyonda verapamil ve diltizemden çok daha iyi olmakla beraber miyokard ve AV ileti depresyonunda çok daha azdır. Nikardipinin etki süresinin uzun olması bu ilacın 'no-reflow' fenomeninden korunmada kullanılabilirliğini düşündürmektedir.

'No-reflow' fenomeni gelişen hastalarda kullanılan tüm bu ajanların distal yerleşimli perfüzyon katateri ya da distal yatağa mikrokater ile verilmesi ile daha büyük fayda sağlanacağı yolundaki görüşler yapılacak olan çalışmalarla desteklenmelidir.

### Geciktirilmiş PPKG

STYMI'de PPKG stratejilerinden bir tanesi de özellikle son yıllarda popüler olmaya başlayan geciktirilmiş PPKG'dir (Tablo 19), (100-101). Mekanik olarak (kılavuz tel, trombektomi, balon) damar açıldıktan sonra antitrombosit ve antitrombin tedavi ile trombüs yoğunluğu azaltılarak saatler ya da günler sonra tekrar değerlendirilerek PPKG yapılmasına geciktirilmiş PPKG adı verilmektedir.

Geciktirilmiş PPKG'den amaçlanan trombüs yoğunluğunun azaltılması ile 'no-reflow' oluşumunun azaltılması, akut stent malapozisyonu oluşumunun engellenmesi, çok damar hastalarında by-pass cerrahisine köprü oluşturulması, %10 hastada stent gereksiniminin ortadan kalkması ve infarktten sorumlu arter dışındaki lezyonların akut safha geçtikten sonra değerlendirilerek girişim yapılabilmesine olanak sağlanmasıdır (100-101).

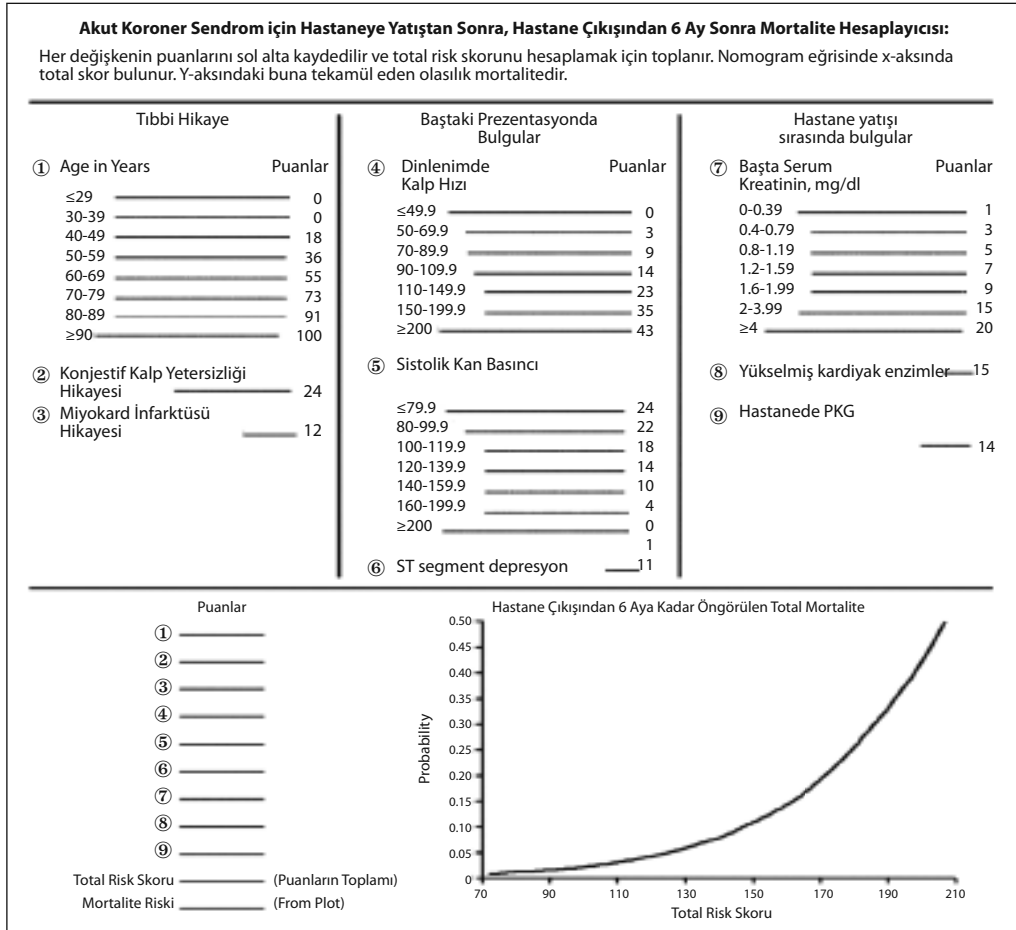
STYMI hastalarında geciktirilmiş PPKG ile ilgili randomize olmayan dört çalışmanın metaanalizi 2013 yılında yayınlanmış ve işleme bağlı oluşan olaylarda bir azalma saptanmıştır (100). Bu dört çalışmada akım sağlandıktan sonra geciktirilmiş PPKG ortalama 5-7 gün arasında yapılmış, hastalara bu süre içerisinde antitrombosit ve antikoagülan tedavi uygulanmasına rağmen kanamada bir artış saptanmamıştır. Bu süre içerisinde hiçbir hastada tekrar akut tıkanma gelişmemiş olması önemlidir.

Geciktirilmiş PPKG için en önemli soru kılavuz tel, trombektomi ya da predilasyon sonrası akım sağlanan hangi hastalarda (TIMI 2?, TIMI 3?, rezidüel darlık <%30, >%30 ?, Tip A diseksiyon?) geciktirilmiş PPKG yapılacağı ve işlemin zamanlamasıdır. Devam eden 4 randomize çalışmanın (PRIMACY, MIMI, DANAMI-3 ve OPTIMASTRATEGY) sonuçları bize bu konularda çok daha fazla bilgi verecektir.

**Antitrombotik Tedavi: Klinik Fayda, Kanama Riski ve Etkin Faydanın Saptanması:**

® Akut koroner sendromlarda primer tedavinin “olmazsa olmazı kılavuz tavsiyelerine göre uygun elverişli hastalarda ST-yükselmeli AMİ’de ‘zamanında’ primer PKG ve ST-yükselmez AKS hastalarında acil ve erken PKG’dir. Ancak bu stratejilerin alternatifleri farmakolojik tedavilere göre üstünlüğünü invazif girişime birleşik veya sonra eklenen antitrombotik tedavilerin (antitrombosit- antitrombin kokteyli) faydasına bağlıdır. Bu kombine stratejinin sağladığı klinik faydanın en büyük dezavantajı antitrombosit tedavilerin oluşturduğu bir bölümü fatal kanama riskleridir. Tedavinin etkin faydası invazif stratejinin klinik faydasından kanama riskinin çıkarılması ile saptanabilmektedir.

Dolayısı ile invazif stratejinin seçiminde daha gelişti yatakbaşında uygulanacak ve tedavinin klinik faydasını ve kanama riskini gösteren çeşitli risk skorlama sistemleri geliştirilmiştir. Bunlardan ilgili kılavuzların tavsiye ettiği TIMI, GRACE CRUSADE skorlama sistemleri aşağıda gösterilmiştir:



**Çıkışta ve 6 ayda toplam mortaliteyi öngören GRACE skorlama kartı ve nomogram**



GRACE skoruna göre düşük, intermediyer ve yüksek risk kategorilerinde hastanede ve 6 ayda mortalite

| Risik kategorisi tertil         | GRACE Risk skoru | Hastanede ölüm (%)          |
|---------------------------------|------------------|-----------------------------|
| Düşük                           | ≤108             | <1                          |
| İntermediver                    | 109-140          | 1-3                         |
| Yüksek                          | >140             | >3                          |
| Risk kategorisi (tertil)        | GRACE risk skoru | Çıkış sonrası 6 ayda ölüm % |
| Düşük                           | ≤88              | <3                          |
| İntermediver                    | 88-119           | 3-8                         |
| Yüksek                          | >118             | >8                          |
| (Circulation 2006;114: 450-527) |                  |                             |

NSTE AKS'den sonra Tekrarlayan İskemik Olaylar için Yüksek- Risk Özellikleri

**Klinik:**

- Birçok ağrı epizodu (veya belgelenmiş iskemi)
- İlişkilendirilmiş Kalp yetersizliği, hipotansiyon ve taşikardi .
- Tedaviye rağmen refrakter iskemi ile EKG değişiklikleri.
- Renal disfonksiyon, Tip2 diyabet, önceki revaskülarizasyon.

**EKG:**

- ST-segment depresyonu >0.5 mm.
- Geçici ST-segment elevasyonu
- Birçok prekordiyal derivasyonda >2 mm T-dalga inversiyonu.
- Yeni sol dal bloğu
- Süreğen ventrikül taşikardisi.

**Biomarker:**

- Referans düzeyinin 99'cu persantilinden yüksek Troponin

Anstabil angina/ST yükselmesiz miyokard infarktüsünde TIMI risk skoru (Toplam 0- 7)

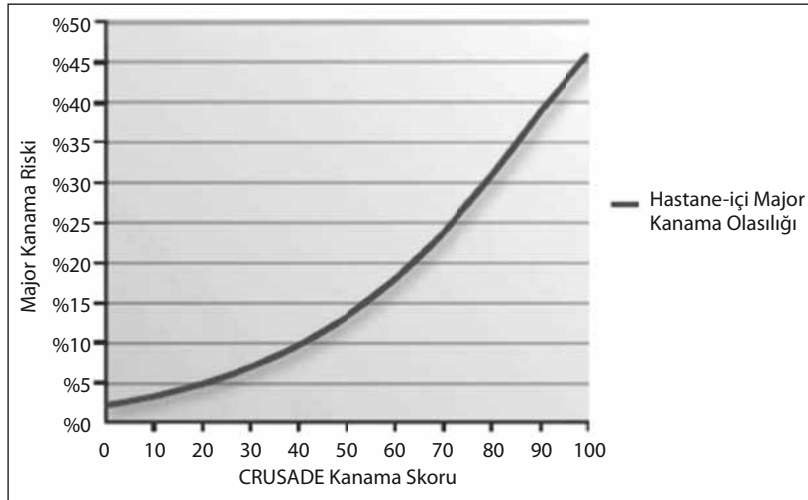
| Faktör                           | Puan | Skor | 14 Günde Kardiyak Olay Riski (%) |
|----------------------------------|------|------|----------------------------------|
| ≥yaş                             | 1    |      |                                  |
| KAH risk faktörleri              | 1    | 0/1  | 5                                |
| ≥bilinen koroner darlık          | 1    | 2    | 8                                |
| Önceki 7 günde ASA kullanımı     | 1    | 3    | 13                               |
| ≤saatte yeni ciddi angina        | 1    | 4    | 20                               |
| Yükselmiş kardiyak biyomarkerler | 1    | 5    | 26                               |
| ST-segment deviasyonu            | 1    | 6/7  | 41                               |
| (Antman et al.JAMA 264:835-842)  |      |      |                                  |

CRUSADE KANAMA RİSK SKORLAMASI: Akut Koroner Sendromlarda Hastanede Major Kanama riski

| Öngören                          | Skor | Öngören                            | Skor |
|----------------------------------|------|------------------------------------|------|
| <b>Bazal Hematokrit %</b>        |      | <b>Cinsiyet</b>                    |      |
| <31                              | 9    | Erkek                              | 0    |
| 31-33.9                          | 7    | Kadın                              | 8    |
| 34-36.9                          | 3    | <b>Gelişte KKY bulguları</b>       |      |
| 37-39.9                          | 2    | Hayır                              | 0    |
| ≥40                              | 0    | Evet                               | 7    |
| <b>Kreatinin klirensi mL/dk.</b> |      | <b>Öncesinde dame hastalığı</b>    |      |
| ≤15                              | 39   | Hayır                              | 0    |
| 15- 30                           | 35   | Evet                               | 6    |
| 30- 60                           | 28   | <b>Diyabet</b>                     |      |
| 60- 90                           | 17   | Hayır                              | 0    |
| 90- 120                          | 7    | Evet                               | 6    |
| ≥120                             | 0    | <b>Sistolik kan basıncı (mmHg)</b> |      |
| <b>Kalp hızı (vuru/dk)</b>       |      | ≤90                                | 10   |
| ≤70                              | 0    | 91-100                             | 8    |
| 71- 80                           | 1    | 101-120                            | 5    |
| 81- 90                           | 3    | 121-180                            | 1    |
| 91- 100                          | 6    | 181-200                            | 3    |
| 101- 110                         | 8    | ≥200                               | 5    |
| 111-120                          | 10   |                                    |      |
| ≥121                             | 11   |                                    |      |

**TABLO 5.** STEMI’de TIMI Risk Skoru: (Olası puan: 0-14)

|                                                                |
|----------------------------------------------------------------|
| 64-74/ $\geq 75$ : <b>2/3 puan</b>                             |
| Sistolik kan basıncı $< 100$ mmHg: <b>3 puan</b>               |
| Kalp hızı $> 100$ /dk: <b>2 puan</b>                           |
| Killip II-IV: <b>2 puan</b>                                    |
| Anterior ST segment yükselmesi veya sol dal bloğu: <b>1 mm</b> |
| Diyabet, hipertansiyon, angina: <b>1 puan</b>                  |
| Vucut ağırlığı $< 67$ kg: <b>1 puan</b>                        |
| Tedavi gecikmesi $> 4$ h: <b>1 puan</b>                        |

**CRUSADE Kanama Risk skoru spektrumunda major kanama riski.****D) ST YÜKSELMELİ Mİ HASTALARINDA İŞLEMİN PRATİK İPUÇLARI**

1. PKG olanağı bulunan bir hastaneye gelen STYMİ hastaları 90 dakika içinde, PKG olanağı bulunmayan bir hastaneye gelen STYMİ hastalarına ise 120 dakika içinde işlem yapılabilirse en hızlı bir şekilde PPKG yapılmalıdır.
2. Aspirin 300 mgr (162-325 mgr) çiğnetilmelidir. Aspirine ek olarak başlanacak olan ikinci antitrombotik ilaç (klopidogrel, prasugrel, tikagrelor) yükleme dozu verilerek başlanılmalıdır.
3. İV GP IIb/IIIa inhibitörleri PPKG sırasında yüksek riskli ve seçili vakalarda (anterior Mİ, trombüs yoğunluğu fazla ise ya da klopidogrel yükleme dozu yetersiz ise) başlanılmalıdır. GP IIb/IIIa inhibitörleri İK uygulanabilir. İK uygulamanın özellikle damarda akım sağlandıktan sonra (tel, balon, trombektomi sonrası) yapılmasına dikkat edilmelidir.
4. Seçilecek olan GP IIb/IIIa inhibitörleri arasında bir fark bulunmamaktadır GP IIb/IIIa inhibitörlerinin kateter laboratuvarından önce uygulanması önerilmemektedir.

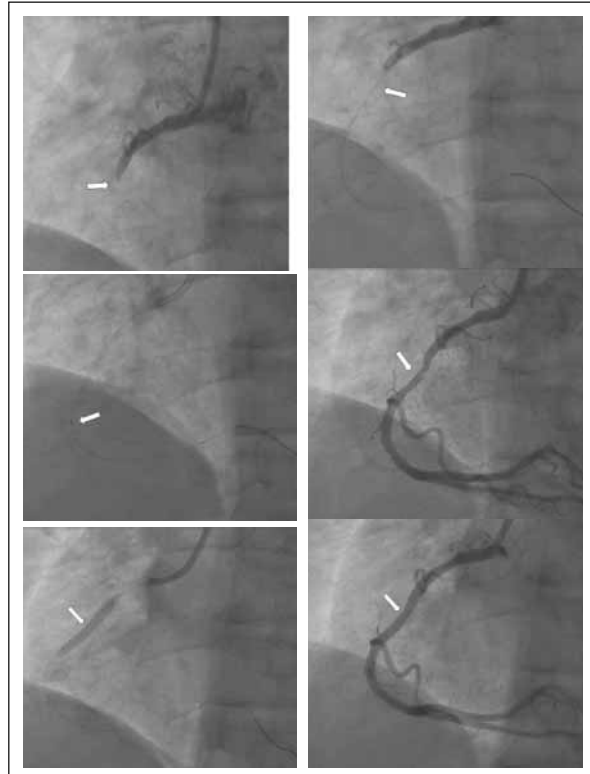
5. PPKG işlemi tercih edilen STYMI hastalarına antikoagulan olarak GpIIb/IIIa inhibitörü alan hastalarda hedef ACT 200-250 sn olacak şekilde 50-70 U/kg bolus İV heparin GpIb/IIIa inhibitörü almayan hastalarda ise hedef ACT 250-300 sn olacak şekilde 70-100 U/kg bolus İV heparin olmalıdır. Yine bu hastalarda İV heparin ve GpIIb/IIIa inhibitörü yerine bivaluridin tercih edilebilir. İV enoxaparin için daha fazla veriye ihtiyaç bulunmaktadır.
6. Başka bir gereklilik yok ise PKG sonrasında antikoagulan kesinlikle kesilmelidir. Heparinler arası değişiklik yapılmamalıdır.
7. Girişim yeri olarak radyal girişim tercih edilmelidir.
8. İlk olarak infarktüstten sorumlu olduğu düşünülmeyen arterin görüntüsü alınmalıdır. PPKG öncesi sol ventrikülografi yapılmamalıdır.
9. Kılavuz kateter olarak iyi destek veren geniş lümenli kateterler seçilmelidir.
10. PPKG işlemi sırasında disseksiyon, subintimal geçiş ya da perforasyon riski düşük telin uç ağırlığı <1 gr'ın altındaki floppy teller kullanılmalıdır. Hidrofilik teller kullanılmamalıdır.
11. PPKG işleminde trombüs yoğunluğu fazla ise (TIMI trombüs >2) trombektomi mutlaka yapılmalıdır.
12. Trombektomi sırasında yukarıda belirtilen kurallara mutlaka uyulmalıdır.
13. PPKG sırasında distal emboli koruma cihazlarının yeri yoktur. Proksimal emboli koruma cihazları uygun vakalarda düşünülebilir.
14. PPKG sırasında trombektomi sonrası TIMI 0-1 akım var ise düşük profile sahip damar çapına oranla 0.5-1 mm daha küçük ve kısmen uzun bir balaon (2 x 20 mm-2.5 x 20 mm) ile predilatasyon yapılmalıdır. Tek bir predilatasyon ile akımın sağlanmasına çalışılmalı yapılan her bir dilatasyonun trombüsleri aktive ettiği unutulmamalıdır.
15. Akım sağlandıktan sonra damar çapını belirlemek amacıyla mutlaka İK nitrogliserin yapılmalıdır.
16. PPKG sırasında ÇKS ya da İSS seçilebilir. Eskiden İSS'ler için düşünülen geç ve çok geç stent trombozu riski yapılan çalışmalarda gözlenmemiştir.
17. Hemodinamik bozukluk varlığında işlem IABP altında yapılmalı, diğer damarlarda anlamlı darlık var ise girişim yapılmalıdır.
18. Eğer girişim yeri radyalse girişimden hemen sonra, femoral ise 4-6 saat sonra ACT kontrolü ile kılıf çekilmelidir.
19. PPKG sırasında hemodinamik bozukluk yok ise diğer damarlara aynı seansta girişim yapılmamalıdır.
20. İşlem sırasında 'no-reflow' gelişebileceği unutulmamalı nedenleri ve tedavisi çok iyi bilinmelidir. İşlem tamamlamadan önce 'no-reflow' varlığına mutlaka bakılmalı tedavide kullanılan ilaçlar mutlaka laboratuarda bulunmalı ve dozları bilinmelidir.
21. Bazı hastalarda (trombüs yoğunluğu fazla olan ya da ACBG düşünülen) geçiktirilmiş PKG seçeneği unutulmamalıdır. Mekanik olarak (kılavuz tel, trombektomi, balon) damar açıldıktan sonra stent implantasyonu yapılmadan birkaç gün antitrombosit ve antikoagulan tedavi sonrası tekrar karar verilmesine geciktirilmiş PKG denmektedir.

## TROMBEKTOMİ İLE PRİMER PKG UYGULANAN ST YÜKSELMELİ AMİ ÖRNEKLERİ

**Hasta-1: ST Yükselmeli İnferiyor AMİ.** 60 yaşında erkek, 3 saatlik göğüs ağrısı ile başvuran hastanın EKG'sinde II, III ve AVF'de ST elevasyonları tesbit edilmesi ile ST yükselmeli inferiyor AMİ Akut İnferiyor Mİ tanısı konup hemen 300 mgr aspirin çiğnetilip 600 mgr klopidoğrel verilmiş ve süratle kateter labarauvarına alınmıştır.

Sol femoral arter yolu ile önce sol koroner arter sistemi görüntülendi (JL6 ile) ve normal bulundu. Sağ koroner arterin JR6 kılavuz katater ile anjiyografisi yapıldı ve RCA proksimalden total tıkalı bulundu (Şekil-1a).

Primer PKG indikasyonu ile hastaya (80 kg) iv. 8.000 Ü FOH yapıldı ve 0.14 inc. Asahi soft kılavuz tel ile lezyon geçildi. Trombüs aspirasyon kateteri (Export) ile tıkalı bölgenin 1 cm öncesinden başlanılarak tekniğine uygun şekilde trombektomi işlemi yapıldı (Şekil-1b,c). Trombektomi işlemi sonrası TIMI 3 akım sağlandı, sorumlu lezyonda geriye kalan %60-70 rezidüel diskret darlık; 3 x 24 mm (18 atm) Xience V stent İk. 200 mcg nitrogliserin yapıldıktan sonra direkt olarak implante edildi (Şekil-1d,e,f). En sonunda stentleme sonrası rezidüel darlık kalmayan ve TIMI 3 akım sağlanmaması ile işlem sonlandırılmıştır.



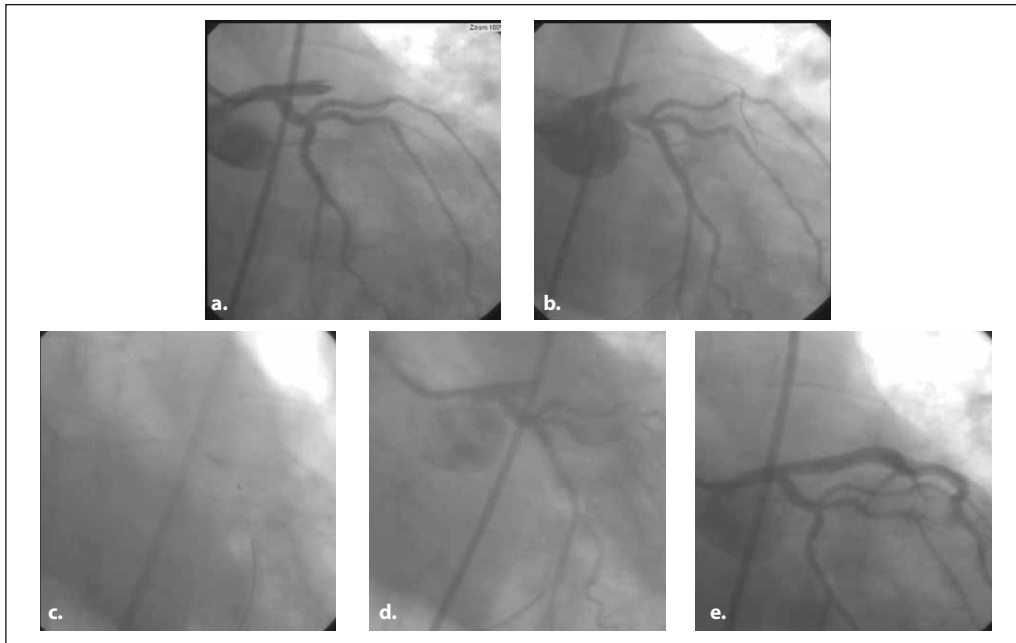
**ŞEKİL 1.** Tam tıkalı RCA'ya trombektomi ve sonrasında stent implantasyonu ile primer PKG işlemi (soldan sağa, yukarıdan aşağıya: a, b; c, d; e, f)

**Hasta-2: ST Yükselmeli Anteriyor AMİ.** 52 yaşında bayan, 2 saatlik göğüs ağrısı ile başvurdu. EKG'de V1-V6'da ST elevasyonu ile Akut Anteriyor Mİ tanısı konup acilen 300 mgr aspirin çiğnetilip 600 mgr klopidoğrel verilerek hemen kateter labarauvarına alındı.

Sağ femoral arter yolu ile önce RCA görüntülendi (JR6 ile) ve normal bulundu, sol koroner sistemine kollateral akımı gözlenmedi. Sol koroner arterin JL7 kılavuz katater ile anjiyografisi yapıldı ve LAD proksimalden total tıkalı bulundu (Şekil-2a).

Primer PKG'ye alınan hastaya masada (80 kg) iv. 8.000 Ü FOH yapıldıktan sonra lezyon 0.14 inc. Asahi soft kılavuz tel ile lezyon geçildi. Trombüs aspirasyon kateteri (Export) ile aspirasyon yapıldı. Aspirasyon sonrası yapılan çekimde Cx arter ostiumuna trombüsün taşındığı ve LAD'de bir akım sağlanamadığı gözlendi (Şekil-2b); bunun üzerine hemen kılavuz tel ile Cx geçilerek 10 µg/kg tirofiban bolus kılavuz kateterden İk. yapıldı ve müteakiben trombüs aspirasyon kateteri (Export) ile tekniğine uygun bir şekilde aspirasyon uygulandı ve neticede (Şekil-2 c). TIMI 3 akım sağlandı ve 'no-reflow' riski bertaraf edildi ve gözlenmedi (Şekil-2 d). Daha sonra LAD'ye predilatasyon yapılarak 3.5 x 24 mm Promus element stent (16 atm) implante edildi (Şekil-2e).

® Bu hastada trombüs aspirasyonu kuralına göre yapılmamıştır; aspirasyon işlemi sırasında aspirasyon kateteri kılavuz kateterden çıkana kadar negatif basınçta çıkartılmamıştır; buna uyulmadığı için aspirasyon kateteri çıkartılırken kateterin ucunda kalmış olan trombüs Cx artere taşınmıştır "drag and drop effect". Trombüs aspirasyonu mutlaka yukarıda belirtilmiş

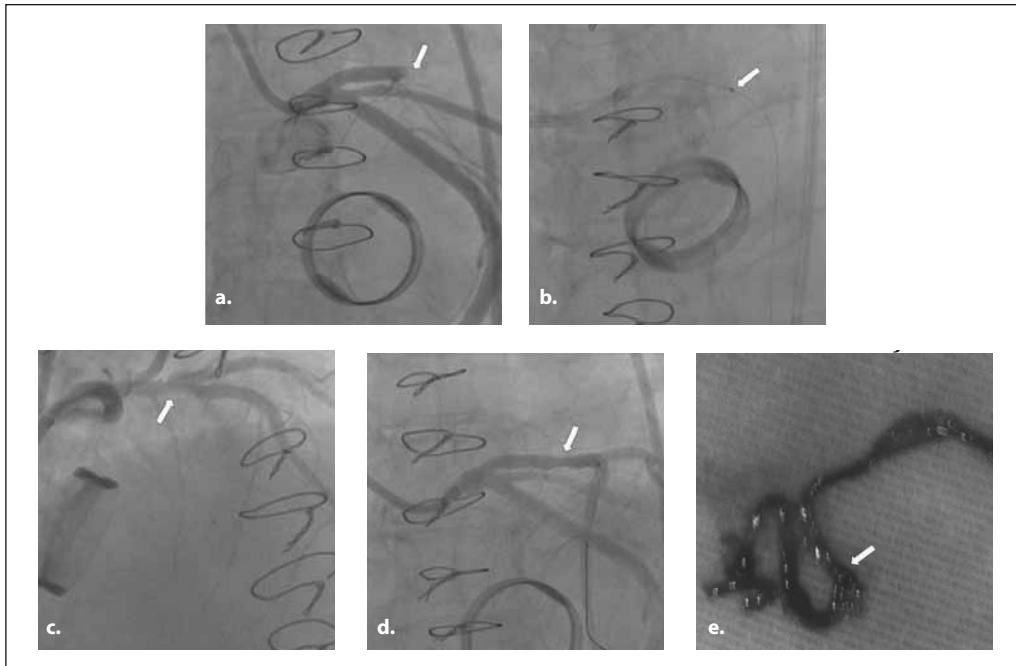


**ŞEKİL 2.** Anteriyor ST yükselmeli AMİ hastasında LAD proksimalinden tam tıkanmış infarkt arterinin komplike (CX'e trombüs taşınması) trombektomi ile açılıp stentlenmesi.

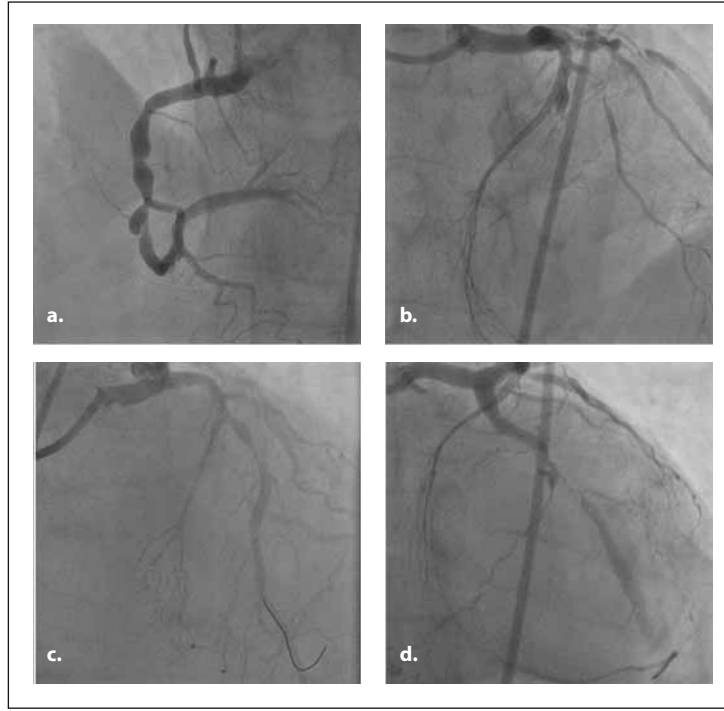
**Hasta-3: MVR'li, Warfarin kullanan ST yükselmeli Anteriyor AMİ.** 67 yaşında bayan, 4 saatlik göğüs ağrısı ile acile başvurdu. EKG'sinde V1-V6'daki ST elevasyonu ile ST yükselmeli Anteriyor AMİ tanısı kondu. 8 yıl önce MVR operasyonu olan hasta, Warfarin kullanmakta idi. Acil serviste 300 mgr aspirin (çığnetilip) 600 mgr klopidoğrel verilerek hemen kateter labarauvarına alındı.

Sağ radyal arter yolu ile sol koroner artere JL6 kılavuz katater ile anjiyografi yapıldı ve LAD proksimalden total tıkalı bulundu (Şekil-3a). Başlangıçta INR değerinin 1.5 gelmesi üzerine hastaya (70 kg) 7.000 Ü FOH yapıldı ve sonrasında 0.14 inc. Asahi soft kılavuz tel ile lezyon geçildi. Trombüs aspirasyon kateteri (Export) ile aspirasyon yapıldı (Şekil-3b). Aspirasyon sonrası TIMI 3 akım sağlandığı ve rezidüel belirgin darlık olmadığı gözlenmedi (Şekil-3c, d), bunun üzerine 10 µg/kg tirofiban bolus kılavuz kateterden İk. yapıldıktan sonra işleme son verildi. Aspirasyon kateterinden aspire edilen trombüs Şekil-3e'de görülmektedir. Hastanın yapılan TEE'de 'non-obstruktif' trombüs saptanmıştır.

**Hasta-4:Anteriyor ST yükselmeli Anteriyor AMİ ve 3- Damar Hastalığı bulunan Hasta.** 66 yaşında erkek, 1 saatlik göğüs ağrısı ile acil servise başvurdu. EKG'de V1-V6'da ST elevasyonları ile ST yükselmeli Anteriyor AMİ tanısı konan hastaya acil serviste 300 mgr aspirin (çığnetilip) ve 600 mgr klopidoğrel verilerek kateter labarauvarına alındı. Sağ femoral arterden ilk önce JR6 ile RCA görüntülendi; RCA'da peşpeşe %60, %80 ve %90 oranında darlıklar saptandı (Şekil a).



**ŞEKİL 3.** MVR'li ve Vitamin K Antagonisti alan hastada Trombus aspirasyonu ile Primer PKG ve aspire3 edilen trombüs.



**ŞEKİL 4.** Üç-Damar hastasında bir tek infarktından sorumlu artere (LAD) girişim.

Sol koroner artere JL7 kılavuz kateter ile oturularak anjiyografi yapıldı; Cx ve OM'de peşpeşe %80 ve subtotal darlıklar saptandı. LAD proksimalden total tıkalı bulundu.

Pr4imer PKG'ye alınan hastaya (80 kg) İV. 8.000 Ü FOH yapıldıktan sonra 0.14 inc. Asahi soft kılavuz tel ile LAD geçildi. Trombüs aspirasyon kateteri (Export) ile aspirasyon yapıldı (Şekil c). Aspirasyon sonrası TIMI 3 akım sağlanan hastaya bolus 10 µg/kg tirofiban kılavuz kateterden İK yapıldı. 200 mcg İk. nitrat sonrası LAD'de rezidüel diffüz subtotal darlık saptandı. LAD'de TIMI 3 akım ve MBG (miyokardiyal parlaklık) 3 saptanan hastada diğer damarlarında da kritik lezyonlar olması üzerine ACBG kararı alındı. 30 dk beklenen hasta LAD'de rekoil olmaması üzerine stent takılmadı. 24 saat tirofiban infüzyonu verilen hastanın ekokardiyografisinde anterior, anteroseptal hafif hipokinezi saptandı.

Hastaya 1 hafta sonra by-pass operasyonu yapıldı.

### ST YÜKSELMEŞİZ Mİ HASTALARINDA PKG İŞLEMİ

İnvazif strateji seçilmiş olan ST Yükselmemiş Mİ hastalarında koroner anjiyografi ve gerekirse girişim zamanını hastanın riski belirlemektedir (11, 12). Çok yüksek riskli hastalarda ilk 2 saat, yüksek riskli hastalarda ilk 24 saat, riskli hastalarda ise ilk 72 saat içerisinde koroner anjiyografi yapılarak gerekirse girişim yapılmalıdır.



ST Yükselmesiz Mİ hastalarında girişim yerinin belirlenmesi, kılavuz kateter, kılavuz tel, balon ve stent seçimi genellikle elektif PKG işlemine benzemektedir.

ST Yükselmesiz Mİ hastalarında da potent antitrombosit ve antikoagülan ilaç kullanıldığından girişim yeri tercihen radyal olmalıdır.

ST Yükselmesiz Mİ hastalarında koroner anjiyografi sonrasında PKG kararı alınırsa lezyona göre kılavuz kateter seçilmelidir. Bifürkasyon lezyonu varlığında girişim yeri radyal ya da femoral ise geniş lümenli 6F kılavuz kateter ya da girişim yeri femoral ise 7F kılavuz kateter olmalıdır. Düşük profilili 2 balonun iç lümen çapı 0.070 inç (1.75 mm) olan 6-F kılavuz kateterden aynı anda geçirilmesi mümkündür fakat iki stentin birlikte geçmeyeceği unutulmamalıdır.

Kılavuz kateter olarak sol sistem lezyonlarında sol judkins, amplatz ya da EBU, sağ koroner için ise sağ judkins ya da amplatz kullanılabilir. Kılavuz kateter olarak ne seçilirse seçilsin işlem sırasında iyi bir destek sağlanmalıdır.

ST Yükselmesiz Mİ hastalarında da lezyona kolayca ulaşabilen, rahat geçiş sağlayabilen, prolabe olmayan, diseksiyon veya subintimal geçiş yaratmayan, balon ve stentin rahat geçişini sağlayabilen floppy teller kullanılmalıdır. Eğer damar çok kıvrımlı ve floppy teller ile lezyona ulaşamıyor ise hidrofilik teller çok dikkatli bir şekilde (disseksiyon riski ve distal perforasyon riski unutulmamalı) kullanılabilir. Kılavuz tel ile lezyon geçildikten sonra eğer balon ya da stent tortuoz damardan ilerletilemiyor ise destek teller ile damar düzleştirilerek geçirilebilir (Tablo 30).

ST Yükselmesiz Mİ hastalarında da kılavuz kateter ve teller için dikkat edilmesi gereken diğer hususlar PPKG işlemine benzer (bkz: STYMİ hastalarında PPKG işlemi).

ST Yükselmesiz Mİ hastalarında STYMİ hastalarına oranla çok daha az oranda trombüslü lezyona rastlanılmaktadır. Bu nedenle trombektomi ihtiyacına genellikle ST Yükselmesiz Mİ hastalarında gerek duyulmaz. ST Yükselmesiz Mİ hastalarında trombektomi cihazları ile yapılmış olan büyük ölçekli bir çalışma günümüzde bulunmamaktadır.

Daha az oranda trombüslü lezyonla ve çoğunlukla TIMI 3 akımla karşılaşıldığından ST Yükselmesiz Mİ hastalarında direkt stentlemeye uygun değilse damar çapına oranla 0.5 mm daha küçük bir balon ile iyi bir predilatasyon yapıldıktan sonra stent yerleştirilmelidir. LMCA, LAD proksimal, bifürkasyon, safen ven greft lezyonlarında, diyabetik hastalarda, küçük damar ve uzun lezyonlarda İSS tercih edilmelidir.

**TABLO 30.** Destek kılavuz teller

|                               |
|-------------------------------|
| Ironman (Guidant)             |
| Balance Heavyweight (Guidant) |
| Mailman (Boston Scientific)   |
| Stabilizer (Cordis)           |

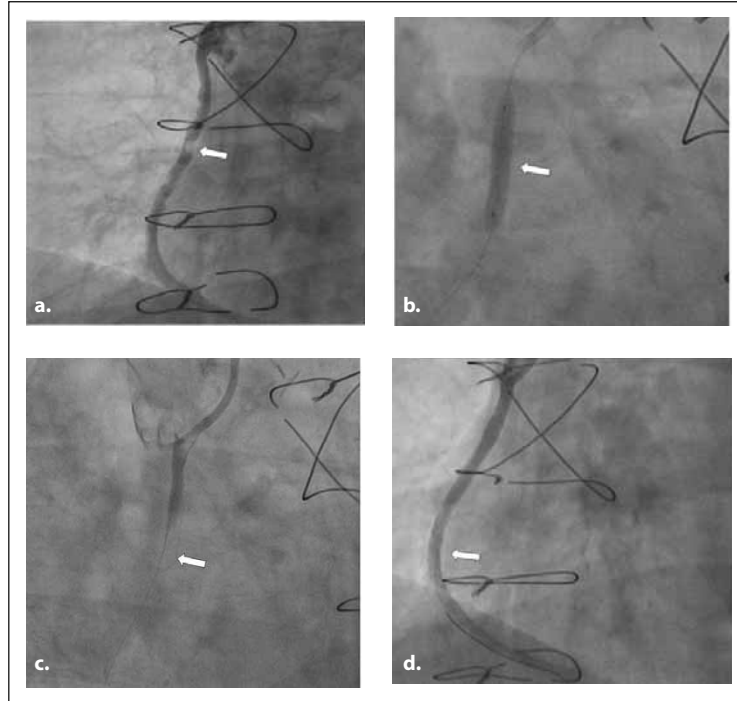
**ST YÜKSELMESİZ Mİ HASTALARINDA İŞLEMİN PRATİK İPUÇLARI**

1. ST Yükselmesiz Mİ'de invazif girişimi ve zamanlamasını belirleyecek olan hastanın risk durumudur. Bu nedenle ST Yükselmesiz Mİ hastalarının hepsinde ilk yapılması gereken riskin belirlenmesidir.
2. Yapılan risk değerlendirilmesinde çok yüksek riskli hastalara ilk 2 saat yüksek riskli çıkan hastalara ilk 24 saat, riskli hastalara ilk 72 saat içerisinde koroner anjiyografi ve sonucuna göre PKG işlemi yapılmalıdır.
3. ST Yükselmesiz Mİ'de riskli çıkan ve koroner anjiyografi gerekirse PKG işlemi planlanan hastalara aspirin dışında ikinci bir antitrombotik (klopidogrel, prasugrel, tikagrelor) yükleme dozu verilerek başlanılmalıdır. Prasugrel TİA ve inme geçirenlerde kullanılmamalıdır.
4. GP IIb/IIIa inhibitörleri İV olarak PPKG sırasında yüksek riskli hastalarda (troponin seviyesi yüksek, trombüs varlığı, diyabet, belirgin ST depresyonu) kanama riski yüksek değilse başlanılmalıdır. ST Yükselmesiz Mİ'de İK GP IIb/IIIa inhibitörü kullanımına ait bilgiler çok azdır.
5. Seçilecek olan GP IIb/IIIa inhibitörleri arasında bir fark bulunmamaktadır. GP IIb/IIIa inhibitörlerinin kateter laboratuvarından önce uygulanması önerilmemektedir.
6. İnvazif strateji seçilmiş olan ST Yükselmesiz Mİ hastalarında enoxaparin sc doz (1 mg/kg x 2) ya da kiloya göre verilen bolus İV heparin (60U/kg, maks. 4000U) sonrası İV infüzyon (12-15U/kg, maks. 1000U) başlanılmalıdır.
7. S. c enoxaparin 2'den az terapötik dozda yapılmış ise ya da en son s. c enoxaparin dozu PKG'den 8-12 saat önce yapılmış ise PKG sırasında 0.3 mg/kg İV enoxaparin yapılmalıdır.
8. Acil ve erken PKG planlanan ve özellikle kanama riski yüksek olan hastalarda antikoagülan tedavi olarak bivalirudin tercih edilmelidir.
9. Fondaparinux başlanılmış ise PKG sırasında UFH (85U/kg, GpIIb/IIIa kullanımı varsa 50U/kg bolus) yapılmalıdır.
10. Başka bir gereklilik yok ise PKG sonrasında antikoagülan kesinlikle kesilmelidir. Heparinler arası değişiklik yapılmamalıdır.
11. Girişim yeri olarak radyal girişim tercih edilmelidir.
12. Kılavuz kateter olarak iyi destek veren kateterler seçilmelidir.
13. ST Yükselmesiz Mİ'de PPKG'den farklı olarak kıvrımlı damarlarda hidrofilik teller daha güvenli bir şekilde kullanılabilir.
14. ST Yükselmesiz Mİ'de trombektomi ihtiyacına genellikle duyulmaz, 'no-reflow' gelişimi çok daha azdır.
15. Eğer lezyon safen ven greft lezyonu çıkarsa distal ya da proksimal emboli koruma cihazı kullanılmalıdır.
16. Stent öncesi mutlaka damar çapını tam belirleyebilmek amacıyla İK nitrogliserin yapılmalıdır.
17. LMCA, LAD proksimal, bifürkasyon, safen ven greft lezyonlarında, diyabetik hastalarda, küçük damar ve uzun lezyonlarda İSS tercih edilmelidir.

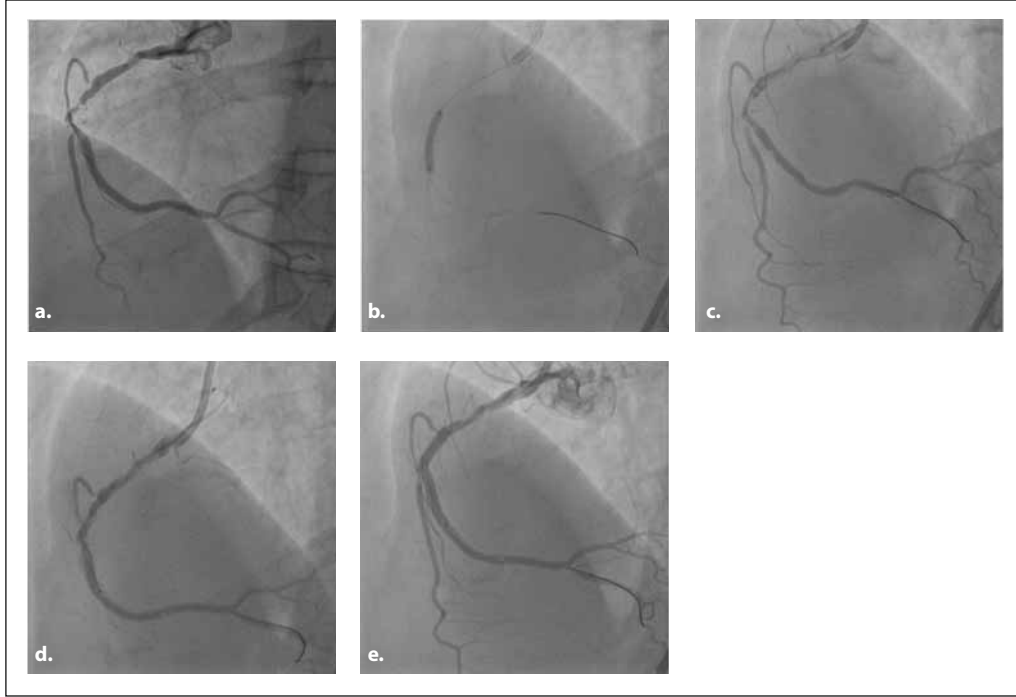
### PKG YAPILAN ST YÜKSELMELİSİZ Mİ HASTA ÖRNEKLERİ

**Hasta A:** 5 yıl önce ACBG x 3 operasyonu yapılan 63 yaşında erkek hasta 2 saatlik göğüs ağrısı ile acil servise başvurdu (Şekil 70). EKG’de V4-6’da 2 mm ST depresyonu saptanan hastaya troponin I değeri 4.5 çıkması üzerine ST Yükselmesiz Mİ tanısı kondu. Acilde 300 mgr aspirin çiğnetilip, 600 mgr klopidoğrel verildi. 80 kg olan hastaya 0.8 cc s. c enoxaparin yapılarak YBÜ’ne yatırıldı. GRACE risk skoru 148 hesaplanan hasta 18. saat de katater laboratuvarına alındı. Ao-RCA grefti mid bölgede %70 trombüslü lezyon saptandı (Şekil 70). 2. sc enoxaparin dozu 6 saat önce yapıldığından ek heparin yapılmadı. Hastaya 3.5 x 24 mm Xience V stent direkt olarak implante edildi (Şekil 71). Stent implantasyonu sonrası ‘no-reflow’ fenomeni gelişen hastaya vazospazmı ayırmak için 200 mcg nitrit bolus toplam 2 kez yapıldı. Akımda bir fark saptanmayan hastaya 50 mcg bolus adenosin (toplam 500 mcg) ve 100 mcg bolus nitroprussid (toplam 500 mcg) yapıldı. TIMI 3 akım sağlanan hastanın kardiyak enzimlerinde bir artış gözlenmedi. 3 gün hastanede takip edildikten sonra taburcu edildi.

Bu hastada trombektomi yapıldıktan sonra i. k GpIIb/IIIa reseptör antagonist uygulanabilirdi fakat trombüs aspirasyon kateteri olmadığından ve akut safen greft lezyonlarında patoloji bir miktar daha değişik olmasından dolayı (trombüslü lezyon içerisinde debris varlığı) GpIIb/IIIa reseptör antagonisti uygulanmamıştır.



**ŞEKİL 70.** Safen ven grefte girişimi.



**ŞEKİL 71.** RCA lezyonuna girişim.

**Bir başka örneğimizde;** 63 yaşında erkek hasta 2 saatlik göğüs ağrısı ile acil servise başvurdu (Şekil 71). EKG’de V2-6’da 2 mm ST depresyonu saptanan hastaya troponin I değeri 7 çıkması üzerine ST Yükselmesiz Mİ tanısı kondu. Acilde 300 mgr aspirin çiğnetilip, 600 mgr klopidoğrel verildi. 100 kg olan hastaya 1 cc s. c enoxaparin yapılarak YBÜ’ne yatırıldı. GRACE risk skoru 167 hesaplanan hasta 16. saat de katater laboratuarına alındı. 2. sc enoxaparin dozu 4 saat önce yapıldığından ek heparin yapılmadı. Sol sistem normal bulunan hastanın RCA mid diffüz %80-90 darlık saptandı (Şekil 71). RCA mid bölgeye 2.5 x 20 mm balon ile predilatasyon yapıldıktan sonra RCA’da yaygın trombüs oluşumu gözlemlendi (Şekil 71). 10 µg/kg tirofiban bolus kılavuz kateterden İK yapıldı (Şekil 71). 100 mcg nitrogliserin İK yapıldıktan sonra RCA mid bölgeye 3 x 24 mm Xience V stent (16 atm) implante edildi. RCA distal bölgede trombüs imajı gözlenen hastada TIMI 3 akım ve MBG 3 sağlanması üzerine 24 saat süre ile tirofiban infüzyonu verildi. Hastanın kılıfı 6 saat sonra bakılan ACT 100 sn gelmesi üzerine çekildi. Hasta 5 gün sonra taburcu edildi.

### 5. AKUT KORONER SENDROM HASTALARINDA İNVAZİF TEDAVİ SONRASI TAKİP

1. PPKG yapılan ya da ST yükselmesiz Mİ sonrası PPKG yapılan hastalar 24-48 saat süre ile YBÜ'de takip edilmelidir.
2. Bu hastalarda girişim yeri radyalse girişim yapıldıktan sonra hemen işlem yeri femoral ise 6 saat sonra bakılan ACT değeri <175 sn ise kılıf çekilmelidir.
3. Başarılı girişimlerden sonra girişim yerinde kanma riskini arttıracığından antikoagülanlara kesinlikle devam edilmemelidir.
4. PPKG yapılanlarda işlemden hemen sonra ve 4. saat de EKG çekilerek malperfüzyon olup olmadığına mutlaka bakılmalıdır.
5. GpIIb/IIIa inhibitörü kullanımı varlığında 3. saat de mutlaka trombosit değerine bakılması unutulmamalıdır.
6. Hastaneden çıkana dek girişim yeri mutlaka kontrol edilmeli, distal nabızlara bakılmalıdır.
7. AMİ'nin ilk 24 saatinde bulunulması kontrast nefropatisi için bir risk faktörüdür. ST yükselmesiz Mİ hastalarında koroner anjiyografi ilk 2 saat içerisinde yapılmayacaksa ve GFR değeri <60 ml/dk/1.73m<sup>2</sup> ise kontrast nefropati gelişimini önlemek için mutlaka prevansyon yapılmalıdır. Prevansyon kontrast ajana maruz kalınmadan en az 6 saat öncesinde ve en az 6 saat sonrasında iv hidrasyon (%0.9 NaCl 1mL/kg/saat, EF<40 ise 0.5 mL/kg/saat) şeklinde yapılmalıdır. İşlemden sonraki ilk 6 saat de idrar çıkışı takip edilmeli ve en az 100-150 ml/st olmalıdır. Bilinen KBY hastalarında ya da GFR değeri <60 ml/dk/1.73 m<sup>2</sup> altında gelen hastalarda 48. saat kreatinin değeri kontrast nefropati gelişimi açısından mutlaka kontrol edilmelidir. Eğer kreatinin değerinde 0.5 mgr/dl nin üzerinde bir artış tespit edilmez ise kontrast nefropatisi gelişmemiştir.
8. 2011 yılında yayınlanan ESC ST Yükselmesiz Mİ kılavuzunda aspirin idame dozu tedaviden bağımsız olarak 75-150 mgr/gün sınıf I endikasyon (KD:A) olarak önerilirken, aynı yıl yayınlanan ACC/AHA/SCAI PCI kılavuzunda ST Yükselmesiz Mİ hastalarında PPKG sonrası aspirin 81 mgr/gün idame dozu daha yüksek idame dozlarına göre sınıf IIa (KD:B) endikasyon olarak tercih edilmesi önerilmektedir.
9. Klopidoğrel idame dozu 2011 yılında yayınlanan ACC/AHA ST Yükselmesiz Mİ kılavuzunda erken PPKG uygulanan ST Yükselmesiz Mİ hastalarında 600 mg klopidoğrel yükleme dozu sonrası kanama riski yüksek değilse 6 gün süre ile 150 mg/gün daha sonra 75 mg/gün idame dozu sınıf IIb endikasyon (KD:B) olarak önerilirken aynı yıl yayınlanan ESC ST Yükselmesiz Mİ kılavuzunda sınıf IIa endikasyon (KD:B) olarak önerilmektedir.
10. PPKG ya da ST Yükselmesiz Mİ sonrası PPKG yapılan hastalarda işlem sırasında prasugrel ya da tikagrelor verilmiş ise idame olarak prasugrel 10 mgr ya da tikagrelor 180 mgr verilmelidir.
11. STYMI'nin ilk 24 saatinde katekolamin seviyeleri yükselmekte, insulin seviyesi düşmekte, kortizol, glukagon ve serbest yağ asitlerinin miktarı artmaktadır. Bu nedenle kan glukoz seviyesi de yükselmektedir. AMİ sonrası ilk 24-48 saat içinde kan glukoz seviyesi 180 mg/dl nin üzerinde ise insulin infüzyonu ile 90-140 mg/dl'ye düşürülmesi önerilmektedir. İnsülin infüzyonu sırasında sık şeker ölçümleri yapılmalı, fark edilmeyen hipogliseminin ölümcül olduğu unutulmamalıdır.

12. AMİ sonrası ACE inhibitörleri ve beta blokerler ile tedavi altında bulunan, SVEF <%40 olan ve diyabeti veya kalp yetersizliği bulunan ve böbrek hastalığı veya hiperkalemisi bulunmayan hastalarda aldosteron blokajı düşünülmelidir.
13. PPKG sonrası 2-4 gün ST Yükselmesiz Mİ sonrası PKG yapılmış ise 2 gün sonra hastalar taburcu edilebilir.
14. Tüm işlemlerden önce yazılı izin alınması unutulmamalıdır.

### Kaynaklar:

1. Baigent C, Collins R, Flather M ve ark. Indications for fibrinolytic therapy in suspected acute myocardial infarction: collaborative overview of early mortality and major morbidity results from all randomised trials of more than 1000 patients. Fibrinolytic Therapy Trialists' (FTT) Collaborative Group. *Lancet*. 1994;343:311-22.
2. Kim CB, Braunwald E. Potential benefits of late reperfusion of infarcted myocardium. The open artery hypothesis. *Circulation*. 1993;88:2426-36.
3. Fujita M, Nakae I, Kihara Y ve ark. Determinants of collateral development in patients with acute myocardial infarction. *Clin Cardiol*. 1999;22:595-9.
4. Sadanandan S, Hochman JS. Early reperfusion, late reperfusion, and the open artery hypothesis: an overview. *Prog Cardiovasc Dis*. 2000;42:397-404.
5. Sadanandan S, Buller C, Menon V ve ark. The late open artery hypothesis--a decade later. *Am Heart J*. 2001;142:411-21.
6. Steg PG, James SK, Atar D ve ark. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC), *Eur Heart J*. 2012;33:2569-619.
7. Nakatani D, Sato H, Kinjo K ve ark. Effect of successful late reperfusion by primary coronary angioplasty on mechanical complications of acute myocardial infarction. Osaka Acute Coronary Insufficiency Study Group. *Am J Cardiol*. 2003;92:785-8.
8. Chew DP, Aroney CN, Aylward PE at all. 2011 Addendum to the National Heart Foundation of Australia/Cardiac Society of Australia and New Zealand Guidelines for the Management of Acute Coronary Syndromes (ACS) 2006. *Heart, Lung and Circulation*. 2011;1:1-16.
9. Levine GL, Bates ER, Blankenship JC, ve ark. Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: Executive Summary 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: Executive Summary *Circulation*. 2011; 124: 2574-2609.
10. O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD ve ark. 2013 ACCF/ AHA Guidelines for the management of ST-Elevation Myocardial Infarction: A report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2013;127:e362-e425.
11. Andersen JL, Adamas CD, Antman EM ve ark. 2012 ACCF/AHA focused update incorporated into the ACCF/AHA 2007 guidelines for the management of patients with unstable angina/non-ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2013; 61:179-342.
12. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S ve ark. *Eur Heart J* 201;29:1-56. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *European Heart Journal* 2011 32, 2999–3054.
13. Brener SJ, Barr LA, Burchenal JEB ve ark. Randomized, Placebo-Controlled Trial of Platelet Glycoprotein IIb/IIIa Blockade With Primary Angioplasty for Acute Myocardial Infarction. *Circulation*. 1998; 98: 734-741.
14. H. Moliterno DJ, Zaida KM. The Safety and Efficacy of Glycoprotein IIb/IIIa Inhibitors for Primary Angioplasty: More Options to Choose and More Time to Decide. *J Am Coll Cardiol* 2008;51:536-37.
15. De Luca G, Suryapranata H, Stone GW ve ark. Abciximab as adjunctive therapy to reperfusion in acute ST-segment elevation myocardial infarction: a meta-analysis of randomized trials. *JAMA* 2005; 293: 1759–1765.
16. De Luca G. Relationship Between Patient's Risk Profile and Benefits in Mortality From Adjunctive Abciximab to Mechanical Revascularization for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction: A Meta-Regression Analysis of Randomized Trials. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:685-86.
17. Srinivas VS, Skeif B, Negassa A, Bang JY, Shaqra H, Monrad S. Effectiveness of Glycoprotein IIb/IIIa Inhibitor Use During Primary Coronary Angioplasty: Results of Propensity Analysis Using the New York State Percutaneous Coronary Intervention Reporting System. *Am J Cardiol* 2007;99:482– 485

18. De Luca GD, Navarese E, Marino P. Risk profile and benefits from Gp IIb-IIIa inhibitors among patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated with primary angioplasty: a meta-regression analysis of randomized trials. *Eur Heart J*. 2009; 30: 2705–2713.
19. Lee DP, Herity NA, Hiatt BL ve ark. Adjunctive platelet glycoprotein IIb/IIIa receptor inhibition with tirofiban before primary angioplasty improves angiographic outcomes: results of the Tirofiban Given in the Emergency Room before Primary Angioplasty (TIGER-PA) pilot trial. *Circulation* 2003;107:1497-501.
20. Gurm HS, Tamhane U, Meier P, Grossman PM, Chetcuti SJ, Bates ER. A comparison of abciximab and small-molecule glycoprotein IIb/IIIa inhibitors in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention: a meta-analysis of contemporary randomized controlled trials. *Circ Cardiovasc Interv*. 2009;2:230-6.
21. Zeymer U, Zahn R, Schiele R ve ark. Early eptifibatide improves TIMI 3 patency before primary percutaneous coronary intervention for acute ST elevation myocardial infarction: results of the randomized integrilin in acute myocardial infarction (INTAMI) pilot trial. *Eur Heart J* 2005;26:1971-7.
22. Gibson M, Kirtane aj, Murphy SA ve ark. Early initiation of eptifibatide in the emergency department before primary percutaneous coronary intervention for ST-segment elevation myocardial infarction: results of the Time to Integrilin Therapy in Acute Myocardial Infarction (TITAN)-TIMI 34 trial. *Am Heart J* 2006;152:668-75.
23. Maioli M, Bellandi F, Leoncini M, Toso A, Dabizzi MM. Randomized early versus late abciximab in acute myocardial infarction treated with primary coronary intervention (RELAX-AMI Trial). *J Am Coll Cardiol* 2007;49:1517-24.
24. Antman AA, Anbe DT, Armstrong PW ve ark. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of Patients with Acute Myocardial Infarction). *J Am Coll Cardiol*, 2004;44: e1–e211.
25. Smith SC, Feldman TE, Hirshfeld JW ve ark. ACC/AHA/SCAI 2005 guideline update for percutaneous coronary intervention—summary article: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/SCAI Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for Percutaneous Coronary Intervention). *J Am Coll Cardiol*, 2006;47:, 216–235
26. Ellis SG. Report of the FINESSE trial findings. Paper presented at: European Society of Cardiology Congress; September 1–5, 2007; Vienna, Austria
27. Ortolani P, Marzocchi A, Marrozzini C ve ark. Long-term effectiveness of early administration of glycoprotein IIb/IIIa agents to real-world patients undergoing primary percutaneous interventions: results of a registry study in an ST-elevation myocardial infarction network *Eur Heart J* 2009; 30:33-43.
28. Rakowski T, Siudak Z, Dziewierz A ve ark. Early abciximab administration before transfer for primary percutaneous coronary interventions for ST-elevation myocardial infarction reduces 1-year mortality in patients with high-risk profile. Results from EUROTRANSFER Registry. *Am Heart J* 2009;158:569-75.
29. Hof V, Berg T, Heestermans T ve ark. Prehospital initiation of tirofiban in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary angioplasty (On-TIME 2): a multicentre, double-blind, randomised controlled trial. *Lancet* 2008;372:537-46.
30. Mehilli J, Kastrati A, Schulz S ve ark. Abciximab in Patients With Acute ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention After Clopidogrel Loading. *Circulation* 2009;119:1933-1940.
31. Le May MR, Wells GA, Glover CA ve ark. Primary Percutaneous Coronary Angioplasty With and Without Eptifibatide in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. A Safety and Efficacy Study of Integrilin-Facilitated Versus Primary Percutaneous Coronary Intervention in ST-Segment Elevation Myocardial Infarction (ASSIST) *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 2009; 2: 330-338.
32. Kushner FG, Hand M, Smith S et al. 2009 Focused Updates: ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction (updating the 2004 Guideline and 2007 Focused Update) and ACC/AHA/SCAI Guidelines on Percutaneous Coronary Intervention (updating the 2005 Guideline and 2007 Focused Update): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2009;54:2205-41.
33. Zeymer U, Margenet A, Haude M ve ark. Randomized comparison of eptifibatide versus abciximab in primary percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: results of the EVA-AMI Trial. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:463-9.
34. Valgimigli M, Campo G, Percoco G ve ark. Comparison of Angioplasty With Infusion of Tirofiban or Abciximab and With Implantation of Sirolimus-Eluting or Uncoated Stents for Acute Myocardial Infarction: The MULTISTRATEGY Randomized Trial *JAMA*. 2008;299(15):1788-1799.
35. Gurm HS, Smith DE, Collins JS ve ark. The Relative Safety and Efficacy of Abciximab and Eptifibatide in Patients Undergoing Primary Percutaneous Coronary Intervention Insights From a Large Regional Registry of Contemporary Percutaneous Coronary Intervention *J Am Coll Cardiol* 2008;51:529–35.

36. GG. Taglieri N, Saia F, Guiducci V ve ark. Left ventricular function after ST-elevation myocardial infarction in patients treated with primary percutaneous coronary intervention and abciximab or tirofiban (from the Facilitated Angioplasty with Tirofiban or Abciximab [FATA] Trial). *Am J Cardiol* 2009;103:785-90.
37. Gurm HS, Tamhane U, Meier P, Grossman PM, Chetcuti S, Bates ER. A comparison of abciximab and small-molecule glycoprotein IIb/IIIa inhibitors in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention: a meta-analysis of contemporary randomized controlled trials. *Circ Cardiovasc Interv* 2009;2:230-6.
38. De Luca GD, Ucci G, Cassetti E, Marino P. Benefits from small molecule administration as compared with abciximab among patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction treated with primary angioplasty: A Meta-Analysis. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:1668-73.
39. Stone GW, Witzenbichler B, Guagliumi G, Bivalirudin during Primary PCI in Acute Myocardial Infarction *N Engl J Med* 2008; 358:2218-2230.
40. Bellendi F, Maioli M, Gallopin M, Toso A, Dabizzi RP. Increase of myocardial salvage and left ventricular function recovery with intracoronary abciximab downstream of the coronary occlusion in patients with acute myocardial infarction treated with primary coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2004;62:186-92
41. Thiele H, Schindler K, Friedenberger J, ve ark. Intracoronary compared with intravenous bolus abciximab application in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: the randomized Leipzig immediate percutaneous coronary intervention abciximab IV versus IC in ST-elevation myocardial infarction trial. *Circulation* 2008; 118:49-57.
42. Wu TG, Zhao Q, Huang WG, ve ark. Effect of intracoronary tirofiban in patients undergoing percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome. *Circ J.* 2008;72:1605-9.
43. Iversen A, Abildgaard U, Galloe A, ve ark. Intracoronary compared to intravenous bolus abciximab during primary percutaneous coronary intervention in ST-segment Elevation Myocardial Infarction (STEMI) patients reduces 30-day mortality and target vessel revascularization: a randomized trial. *J Interv Cardiol* 2011;24:105-11.
44. Gu YL, Kampinga MA, Wieringa WG, ve ark. Intracoronary versus intravenous administration of abciximab in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention with thrombus aspiration: the comparison of intracoronary versus intravenous abciximab administration during emergency reperfusion of ST-segment elevation myocardial infarction (CICERO) trial. *Circulation* 2010;122:2709-17.
45. Zhu TQ, Zhang Q, Qiu JP, ve ark. Beneficial effects of intracoronary tirofiban bolus administration following upstream intravenous treatment in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention: The ICT-AMI study. *Int J Cardiol.* 2011 Sep 20. [Epub ahead of print].
46. Thiele H, Wöhrle J, Hembrecht R, ve ark. Intracoronary versus intravenous bolus abciximab during primary percutaneous coronary intervention in patients with acute ST-elevation myocardial infarction: a randomised trial. *Lancet* 2012;379:923-931
47. Stone GW, Machara A, Witzenbichler B ve ark. Intracoronary abciximab and aspiration thrombectomy in patients with large anterior myocardial infarction. *JAMA* 2012;307:1817-1826.
48. Kırmı C, Erkol A, Pala S ve ark. Intracoronary bolus-only compared with intravenous bolus plus infusion of tirofiban application in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;79:59-67.
49. Zaki TM, Gamel A, El Hamady WA, Mansour S, Abu Arab TM. Comparison between the effect of intracoronary tirofiban versus eptifibatide as adjunctive antiplatelet therapy on the outcome of primary coronary intervention in patients with acute ST segment elevation myocardial infarction. *The Egyptian Heart Journal* 2011;63:109-115.
50. Dominguez-Rodriguez A, Abrea-Gonzalez P, Bosa-Ojeda F ve ark. Intracoronary versus intravenous abciximab administration in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing thrombus aspiration during primary percutaneous coronary intervention-effects on soluble CD40 ligand concentrations. *Atherosclerosis* 2009;206:523-7.
51. Bertrand OF, Rodes-Cabau J, Larose E ve ark. Intracoronary compared to intravenous Abciximab and high-dose bolus compared to standard dose in patients with ST-segment elevation myocardial infarction undergoing transradial primary percutaneous coronary intervention: a two-by-two factorial placebo-controlled randomized study. *Am J Cardiol* 2010;105:1520-7
52. Eitel I, Desch S, Schindler K, Fuernau G, Schuler G, Thiele H. Aborted myocardial infarction in intracoronary compared with standard intravenous abciximab administration in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Int J Cardiol.* 2011;153:21-5.
53. Deibele AJ, Jennings LK, Tcheng JE, Neva C, Earhart AD, Gibson CM. Intracoronary eptifibatide bolus administration during percutaneous coronary revascularization for acute coronary syndromes with evaluation of platelet glycoprotein IIb/IIIa receptor occupancy and platelet function: the Intracoronary Eptifibatide (ICE) Trial. *Circulation* 2010;121:784-91.
54. Galache Osuna JG, Sanchez-Rubio J, Calvo I, Diarte JA, Lukic A., Placer LJ. [Does intracoronary abciximab improve the outcome of percutaneous coronary interventions? A randomized controlled trial]. *Rev Esp Cardiol* 2006;59:567-74.



55. Gurbel PA, Tantry US. Delivery of glycoprotein IIb/IIIa inhibitor therapy for percutaneous coronary intervention: why not take the intracoronary highway? *Circulation* 2010;121:739-41.
56. Friedland S, Eisenberg MJ, Shimony A. Meta-analysis of randomized controlled trials of intracoronary versus intravenous administration of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors during percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome. *Am J Cardiol* 2011;108:1244-51.
57. Shimada YJ, Nakra NC, Fox JT, Kanei Y. Meta-analysis of prospective randomized controlled trials comparing intracoronary versus intravenous abciximab in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention *Am J Cardiol* 2012;109:624-8.
58. Deibele AJ, Gibson CM. Intracoronary delivery of eptifibatide with the ClearWay® RX infusion catheter. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:222-7.
59. Brieger D, Collet JP, Silvain J ve ark. Heparin or enoxaparin anticoagulation for primary percutaneous coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:182-90.
60. Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, ve ark. Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet* 2011;377:1409-1420.
61. Ramognoli E, Zoccai GB, Sciahbasi A ve ark. Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Segment Elevation Acute Coronary Syndrome: The RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) Study. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60:2481-2489
62. Zilistra F. The Patient with acute myocardial infarction. In: Stephan H. Ellis eds. Lippincott Williams And Wilkins 2010 Strategies approaches in coronray intervention pp. 351-55.
63. Casserly IP, Franco I. Guides and wires in percutaneous coronary intervention. In: Stephan H. Ellis eds. Lippincott Williams and Wilkins 2010 Strategies approaches in coronray intervention pp. 91-100.
64. Nguyen T, Douglas J, Hermiller J, Grines C. Guides and Wires. *Journal of Interventional Cardiology* 2001;14:113-123.
65. Erglis A, Nartube I, Sondore D, Grave A, Jegere S. Tools and Techniques: coronary guidewires. *EuroIntervention* 2010;6:1-8.
66. Nguyen T, Quang NN, Huan DQ. Wire selection and manipulation. In: Nguyen T, Saito S, HU D et al., eds *Practical Hand-book of Advanced Interventional Cardiology Futura 2000 Armonk:Publishing Co.* 2000 pp. 87-105.
67. Burzotta F, DeVita M, Gu YL ve ark. Clinical impact of thrombectomy in acute ST-elevation myocardial infarction: an individual patient-data pooled analysis of 11 trials. *Eur Heart J*. 2009;30:2193-203.
68. De Luca G, Pio Navarese E, Suryapranata H. A meta-analytic overview of thrombectomy during primary angioplasty *Int J Cardiol* 2013;166: 606-612.
69. De Luca G, Dudek D, Sardella G, ve ark. Adjunctive manual thrombectomy improve myocardial perfusion and mortality in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction: a meta-analysis of randomized trials. *Eur Heart J* 2008;29:3002-3010.
70. Bavry AA. Devices to protect against embolization during primary angioplasty for ST-segment elevation myocardial infarction: the good, the bad and the ugly. *Eur Heart J* 2008;29:2989-3001.
71. Dudek D, Mielecki W, Burzotta F ve ark. Thrombus aspiration followed by direct stenting: a novel strategy of primary percutaneous coronary intervention in ST-segment elevation myocardial infarction. Results of the Polish-Italian-Hungarian RAndomized ThrombEctomy Trial (PIHRATE Trial). *Am Heart J* 2010;160:966-72.
72. Sardella G, Mancone M, Canali E. Impact of thrombectomy with EXPort Catheter in Infarct-Related Artery during Primary Percutaneous Coronary Intervention (EXPIRA Trial) ve ark. on cardiac death. *Am J Cardiol* 2010;106:624-629.
73. Migliorini A, Stabile A, Rodriguez AE ve ark. Comparison of AngioJet rheolytic thrombectomy before direct infarct artery stenting with direct stenting alone in patients with acute myocardial infarction. The JETSTENT trial. *J Am Coll Cardiol* 2010;56:1298-1306.
74. Venkatesan S. Fine art of thrombus suction in STEMI. Expressions in cardiology India Live 2012 conference in New Delhi.
75. Vlaar PJ, Svilaas T, Vogelzang M, et al. A comparison of 2 thrombus aspiration devices with histopathological analysis of retrieved material in patients presenting with ST-segment elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol Intv* 2008;1:258-264.
76. Gibson CM, de Lemos JA, Murphy SA ve ark. TIMI Study Group. Combination therapy with abciximab reduces angiographically evident thrombus in acute myocardial infarction: a TIMI 14 substudy. *Circulation*. 2001;103:2550-4.
77. Bates ER. Aspirating and filtering atherothrombotic debris during percutaneous coronary intervention. *J Am Coll Cardiol Interv* 2008;1:265-267.
78. Bernard AS, Soltani P, Nadeem M ve ark. Prophylactic use of manual thrombectomy in ST-segment elevation myocardial infarction *Cardiovascular Revascularization Medicine*; 10: 224-228.
79. Vink MA, Kramer MC, Li X, Damman P ve ark. Clinical and angiographic predictors and prognostic value of failed thrombus aspiration in primary percutaneous coronary intervention. *Jacc Cardiovasc Interv* 2011;4:634-642.

80. Jo K, Nakamura Y, Inoue T, Tanaga K, Miyazaki A. Efficacy of thrombectomy for acute myocardial infarction: special focus on its efficacy according to different infarct-related arteries. *J Cardiol*. 2010;55:189-195.
81. Greg W Stone. Primary percutaneous coronary intervention. ACC 2012.
82. Fröbert O. Thrombus aspiration in ST-Elevation myocardial infarction. ESC 2013.
83. Mauri L, Cox D, Hermiller J ve ark. The PROXIMAL trial: proximal protection during saphenous vein graft intervention using the Proxis Embolic Protection System: a randomized, prospective, multicenter clinical trial. *J Am Coll Cardiol*. 2007;50:1442-9.
84. Haack JDE, Koch KT, Bilodeau L ve ark. Randomized comparison of primary percutaneous coronary intervention with combined proximal embolic protection and thrombus aspiration versus primary percutaneous coronary intervention alone in ST-segment elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol Intv*. 2009;2:934-943.
85. Ziada KM, Charnigo R, Moliterno DJ. Long-term follow-up of drug-eluting stents placed in the setting of ST-segment elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol Intv* 2011;4:39-41.
86. Cho Youngjin, Yang HM, Park KW ve ark. Paclitaxel-versus sirolimus-eluting stents for treatment of ST-Segment elevation myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol Intv* 2010;3:498-506.
87. Kedhi E. Everolimus-eluting and Paclitaxel-eluting stents for treatment of ST-elevation Myocardial Infarction. TCT 2010, Washington DC
88. Piscione F, Danzi GB, Cassese S ve ark. Multicentre experience with MGuard net protective stent in ST-elevation myocardial infarction: Safety, feasibility, and impact on myocardial reperfusion. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;75:715-721.
89. Bystron M, Cervinka P, Spacek R ve ark. Randomized comparison of endothelial progenitor cells capture stent versus cobalt-chromium stent for treatment of ST- Segment Elevation Myocardial Infarction. Six-month clinical, angiographic and, IVUS follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010;76:627-631.
90. Kornowski R, Mehran R, Dangas G ve ark. Prognostic impact of staged versus 'one-time' multivessel percutaneous intervention in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:704-11.
91. Vlaar PJ, Mahmoud KD, Holmes DR, ve ark. Culprit vessel only versus multivessel and staged percutaneous coronary intervention for multivessel disease in patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:692-703.
92. Mehta RH, Harjai KJ, Boura JA ve ark. Short-term outcomes of balloon angioplasty versus stent placement for patients primary undergoing percutaneous coronary intervention: Implications for patients requiring coronary artery bypass surgery. *Am Heart J* 2013;165:1000-7.
93. Barringhaus KG, Lee Park K, McManus DD ve ark. Outcomes from patients with multi-vessel disease following primary PCI. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011;77:617-622.
94. Waid DS. Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction. ESC 2013.
95. Bittl JA. Interventional strategies for ST-Segment Elevation Myocardial Infarction and multivessel coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2011;58:712-714.
96. Harrison RW, Aggarwal A, Ou F ve ark. Incidence and outcomes of No-Reflow phenomenon during percutaneous coronary intervention among patients with acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2013;111:178-184.
97. Ramjene K, Han L, Jin C. The diagnosis and treatment of the no-reflow phenomenon in patients with myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention. *Exp Clin Cardiol*. 2008; 13: 121-128.
98. Butler MJ, Chan W, Taylor AJ, Dart AM, Duffy SJ. Management of the no-reflow phenomenon. *Pharmacology & Therapeutics* 2011;132 72-85
99. Jaffe R, Dick A, Strauss BH. Prevention and Treatment of Microvascular Obstruction-Related Myocardial Injury and Coronary No-Reflow Following Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Coll Cardiol Intv* 2010;3:695-704.
100. Freixa X, Belle L, Joseph L ve ark. Immediate vs. delayed stenting in acute myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis. *EuroIntervention* 2013;8:1207-1216.
101. Kelbaek H, Engstrom T, Ahtarovski KA ve ark. Deferred stent implantation with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction :a pilot study. *EuroIntervention* 2013;8:1126-1133.
102. Stone GW, Bertrand ME, Moses JW. Routine upstream initiation vs deferred selective use of glycoprotein IIb/IIIa inhibitors in acute coronary syndromes: the ACUITY Timing trial. *JAMA*. 2007;297:591-602
103. Giugliano RP, White JA, Bode C ve ark. Early versus Delayed, Provisional Eptifibatide in Acute Coronary Syndromes *N Engl J Med* 2009; 360:2176-2190.
104. Kastrati A, Mehilli J, Neumann FJ ve ark. Abciximab in patients with acute coronary syndromes undergoing percutaneous coronary intervention after clopidogrel pretreatment. The ISAR-REACT 2 Randomized Trial. *JAMA* 2006;295:1531-8.

## **GÖRÜŞ 2** AKUT KORENER SENDROMLARDA PERKÜTAN KORONER GİRİŞİM

Uzm. Dr. Eser Durmaz, Doç. Dr. Bilgehan Karadağ

### **Primer Perkütan Koroner Girişim (PPKG)**

Öncelikle primer perkütan koroner girişimlerin elektif işlemlere göre daha karmaşık, daha çok deneyim ve bilgi gerektiren işlemler olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle bu işlemler ancak bu konuda yeterli eğitimi almış deneyimli operatörler tarafından yapılmalıdır. ST yükselmesiz akut koroner sendromlu hastalarda ki işlemler teknik olarak genellikle elektif olgulara benzemektedir. Ancak bu hastalarda daha yaygın vazospazm ve trombüs yükü olduğu unutulmamalıdır. Akut koroner sendromlarda asıl zorlu olguların STEMI hastaları olması nedeniyle burada daha çok bu hastalara yönelik girişimler hakkında bilgi verilecektir.

### **Akut miyokart infarktüsünde acil koroner anjiyografi**

Öncelikle 12 derivasyonlu EKG ile infarkt ile ilişkili artere karar verilmelidir. Bazı operatörler zaman kazanmak amacıyla infarkt ile ilişkili olduğu düşünülen arteri görüntülemek için doğrudan kılavuz kateter kullanılması gerektiğini savunmaktadırlar. Ancak özel durumlar dışında infarktla ilişkili olduğu düşünülen arterin ve diğer arterlerin öncelikle diyagnostik kateterler ile görüntülenmesinde yarar olduğu söylenebilir. Bu yaklaşım operatöre birkaç dakika kaybettirebilmekle birlikte bu sayede kılavuz kateterin doğru konfigürasyonunun ve çapının (aspirasyon yapılacaksa ya da sorumlu arter sol ana arter ise 7 F tercih edilmelidir) seçimi yapılabilir. Örneğin infarktın sorumlu arter sağ koroner ise ciddi sol ana koroner arter hastalığı varlığında sağ koronere stent konulmasından kaçınılarak balon anjiyoplasti yapılabilir ve hasta daha sonra daha güvenli ve erken bir dönemde KABG yapılabilir. Bu nedenle inferiyor MI olgularında sağ koronere girişim yapılmadan önce mutlaka sol sistem de görüntülenmelidir. Suçlu lezyon çapı, darlık derecesi, trombüs varlığının anjiyografik kanıtı TIMI skoru bakımından net bir şekilde tanımlanmalıdır. Diyagnostik anjiyografi sırasında tüm majör damarlar ve bu damarların büyük yandalları infarkt ile ilişkili arteri gözden kaçırmamak için farklı projeksiyonlar ile görüntülenmelidir. Sol ventrikülografi için rutin gereksinim yoktur. Eğer sol ventrikül sistolik disfonksiyonu açısından görüntüleme gerekliyse, pigtail kateter sol ventriküle ilerletilerek sol ventrikül diyastol sonu basıncı ölçülebilir.

### **Yüksek riskli hastaların tanımlanması**

Yüksek riskli hastalar klinik muayene, hemodinamik ölçümler (kalp hızı ve ritmi, arter basıncı ve gerekirse LVED basıncı) ve koroner anatomiye bakılarak hemen basitçe tanımlanmalıdır. Acil başvurusunda hastanın kan basıncı >100 mmHg ise ve kalp hızı <100 vuru/dakika ise hastane içi mortalite oranı düşüktür. Yüksek risk göstergeleri;

- 70 yaş üzeri
- Ejeksiyon fraksiyonu <45

- Çoklu damar hastası
- Suboptimal PKG
- Persistan aritmi
- Kan basıncı <100 mmhg, kalp hızı >100 vuru/dakika
- Hemodinamik olarak kararsız durumdaki hastalarda intra-aortik balon pompası yerleştirme gereği akılda tutulmalıdır.
- Farmakolojik tedaviye hızlı bir şekilde yanıt vermeyen pulmoner ödem hastalarında endotrakeal entübasyon ve mekanik ventilasyon zorunludur. Bu gibi durumlarda girişimsel kardiyolog girişimi yaparken işleme odaklanması için mekanik ventilasyon önerilir.

## İŞEMİN TEKNİK PRENSİPLERİ VE PRATİK İPUÇLARI:

### Kılavuz kateter

PKG işlemine başlarken iyi destek verecek bir kılavuz kateter seçmek çok önemlidir. Doğru bir kılavuz kateter seçimi operatörün işini büyük ölçüde kolaylaştıracaktır. Yukarıda değinildiği gibi infarktla ilişkili olduğu düşünülen arterin ve diğer arterlerin öncelikle diyagnostik kateterler ile görüntülenmesinde yarar olduğu söylenebilir. Bazı durumlarda koroner çıkış anomalileri ile karşılaşılabilmesi ve buna uygun kateterler kullanılması gerektiği unutulmamalıdır. Bu sayede doğru kılavuz kateterin konfigürasyonu ve çapının (aspirasyon yapacaksa ya da sorumlu arter sol ana ise 7 F tercih edilmelidir) seçimi yapılabilir. Bizim kateter laboratuvarımızda genellikle sol sistem için ExtraBackUp (EBU) adı verilen daha iyi destek veren kateterler kullanılmaktadır. Ancak bu kateterler Judkins'lere göre daha travmatik olabileceğinden dikkatli kullanılmalıdır. Sağ koroner için ise rutin olarak Judkins kateterler kullanılmakla birlikte destek gereken durumlarda sol amplatz ya da arterin çıkışı aşağı olduğu durumlarda multipurpose kılavuz kateter kullanılabilmektedir. İyi destek vermemesine karşın entübasyonda güçlük çekilen nadir durumlarda sağ Amplatz kateteri de kullanılabilmektedir.

### Kılavuz teller ve lezyonun geçilmesi

Genellikle infarkt ilişkili arter yumuşak (floppy, soft) teller ile kolayca geçilebilen yumuşak ve taze trombüs ile tıkanmıştır. Bu nedenle bu olgularda daha az travmatik olan yumuşak teller ile darlık kolayca geçilir. Akut oklüzyonun iki tipi vardır; birincisi floppy tel ile kolayca geçilebilen hassas aterosklerotik zeminde gelişen taze ve yumuşak trombüstür. İkinci durumda ise büyük bir aterosklerotik plağın yırtılması durumunda oluşur ve lezyonu geçmek için uygun bir tel kullanılmalıdır. Böyle durumlarda kılavuz tel çoğunlukla rüptüre olan aterosklerotik plağın diğer tarafında ki kararlı olan kısımdan geçmektedir. Eğer telimiz stabil plak tarafından değilse, rüptüre plak tarafından geçerse intima ile media arasında diseksiyona neden olabilir.

Kıvrımlı ve daha iyi tel desteği gereken nadir durumlarda telin ucuna yakın bir yere yerleştirilen küçük bir balon tele destek sağlayabilmektedir. Alternatif olarak çok önerilmemekle birlikte, exchange mikrokater kullanılabilir. Bu kateter sadece destek sağlamakla kalmaz aynı zamanda kılavuz telin doğru lümeninden hareket ettiğine de karar verilmesine

yardımcı olur. Kılavuz tel ilerletildikten sonra operatör az miktarda kontrast enjekte ederek telin doğru lümeninde olduğunu anlayabilir (ayrıca yan dal da olmadığını). Çoğu zaman deneyimli bir operatör koroner anatomiye iyi bildiğinden hangi projeksiyonda hedef arterin nereye uzandığını kestirir ve telin yan dallara gitmesini engeller.

Telin lezyondan geçişi ile çoğunlukla arter rekanalize olur ancak bazı durumlarda damarın rekanalizasyonunu sağlamak için balon dilatasyonu ya da aspirasyon kateteri kullanılması gerekmektedir.

### **Stentler; doğru teknik, doğru stent**

Eğer infarkt ile ilişkili arterde kılavuz tel geçince akım oluyorsa ve distal kısımlar net olarak görülebiliyorsa doğrudan (direkt) stentleme uygulanabilir. Doğrudan stentleme tekniğinin distal embolizasyonu engelleyerek akımsızlık ve yavaş akım olgularını engellediği düşünülmektedir. Bu teknik ileri derece kıvrımlı damarlarda, bifürkasyon lezyonlarında ve kompleks lezyonlarda önerilmez. Bu teknikte, rezidüel darlık kalması veya arter distalinedüşük akım nedeniyle kronik vazospazm olabilmekte ve yetersiz kontrast dolumu sonucunda damar çapının olduğundan küçük hesaplanması sık görülmektedir. Trombüs varlığı da damar çapının olduğundan daha küçük hesaplanmasının nedenlerinden biridir. Bu nedenle küçük çaplı bir balon ile predilatasyon genellikle önerilir. Büyük çaplı balonların kullanımı distal embolizasyonu ve yavaş akıma yol açabilmektedirler. Eğer hasta hipotansif değil ise intrakoroner nitrogliserin (100-200 mikrogram) damarın gerçek çapını ve boyutunu hesaplamada yararlıdır. Bu durum stent çapı ve boyutunun daha iyi seçilmesine neden olmaktadır. Hedef stent/arter oranı 1:1 olmalıdır. Stentin büyük hesaplanması, köşe diseksiyonu, distal mikro-vasküler embolizasyon ve distal mikro-dolaşımda vazokonstriksiyona neden olan alfa-adrenerjik fırtınaya neden olabilmektedir. Yukarıda sayılan nedenler ışığında PPKG'de en önemli sorunlardan biri stent çapının doğru seçilmesi olduğu unutulmamalıdır.

Tüm suçlu plağın bütünüyle kapatılmasına ve geride intimal diseksiyon kalmamasına özellikle dikkat edilmelidir. Eğer suçlu lezyon 2.5 mm üzerinde bir yan dalın çıktığı bifürkasyon lezyonuysa yan dalı korumak amacıyla ek bir klavuz tel kullanılabilir. Karina kayması gibi durumlarda büyük yan dalda akım sınırlandıran göğüs ağrısına neden olan ostial anlamalı darlık oluyorsa kissing balon yapılması düşünülebilir.

Akut koroner sendromlarda olabildiğince basit tekniklerle çalışılmalı kissing balon ve hatta post-dilatasyon uygulamalarından da olabildiğince kaçınılmalıdır (Bakınız, Bölüm 21D). Çünkü bu uygulamalar akımsızlık ve yavaş akım fenomenlerini arttırmaktadırlar. Değişik teknikler kullanılarak sistematik yan dal stentleme (T, V, Y, culotte ve crush) restenoz oranını azaltmadıkları ve subakut stent trombozu riskini arttırdıkları için kaçınılmalıdır. Stent yerleştirildikten sonra vakum etkisi yaparak trombüs oluşumuna yada stent kaymasına neden olabileceği için aniden balon şişirmekten ve indirmekten kaçınılmalıdır. Bu durum özellikle ağır trombüs yükü olan lezyonlarda önemlidir.

Primer perkütan girişim yapılan hastalarda ilaç salınımlı stent kullanımı ilaç salınımsız stentlerle karşılaştırıldığında hedef damar revaskülarizasyonu riskini azaltır. İlaç salınımlı stentlerin ilaç salınımsız stentlere oranla artmış geç stent trombozu ve reinfarkt riski yarattığına dair yaygın bir endişe vardır. Fakat uzun dönem izlemlerde ilaç salınımlı stentle-

rin artmış ölüm, miyokard enfaktrüsü ve stent trombozu riskiyle ilişkisi bulunamamıştır. Bu durumda karar vermesi zor olan konu hastaların ikili antitrombosit tedaviye tamamen uyum sağlayıp sağlayamayacağıdır. Yeni nesil ilaç salınlı stentlerin, eski nesil ilaç salınlı stentler ve ilaç salınlı stentler ile kıyaslandığında, daha iyi klinik sonuçlar sağlayıp sağlamadığı güncel olarak araştırılmaktadır.

Akut koroner sendromlarda en önemli sorunlardan biri acil şartlarda hastanın ayrıntılı öyküsünün bilinmemesidir. Bu nedenle sözgelimi bir hafta sonra biyopsi yapılması planlanan bir hastaya PPKG sırasında ilaç salınlı bir stent yerleştirildiğinde bu hasta stent trombozu açısından yüksek risk ile karşılaşmaktadır. Benzer şekilde atriyal fibrillasyonlu bir hastaya ilaç salınlı bir stent uygulandığında bu hastada uzun süre üçlü antitrombosit tedavi kullanılması gerekecektir.

### **Stent olmadan primer balon anjiyoplasti**

Her lezyonun stentlenme zorunluluğu olmadığı akılda tutulmalıdır. Balon anjiyoplasti sonrası anjiyografik sonuç optimal sonuç sağlandıysa (TIMI 3 akım elde edilen, rezidüel diseksiyon ve trombüsün kalmadığı %30 altında stenoz) işlem başarılıdır. Böyle durumlarda 5-10 dakika bekleyip anjiyografik sonucun kalıcı olduğu doğrulanmalıdır. Eğer anlamlı elastik büzülme (recoil) olduysa, diseksiyon veya trombüs izlendiyse lezyon stentlenmelidir. Primer balon anjiyoplasti arterin proksimal kesiminde stentin geçmesine izin vermeyen ileri derece tortuözite veya kalsifikasyon varsa kabul edilebilir. Bu duruma en iyi örnek infarktan sorumlu arterin sağ koroner arter olduğu durumlardır. Bu hastalarda ciddi sol ana koroner arter hastalığı varlığında sağ koroner artere stent konulmasından kaçınılarak balon anjiyoplasti yapılabilir ve hasta daha sonra daha güvenli ve erken bir dönemde KABG yapılabilir. Bu nedenle inferiyor MI olgularında sağ koroner artere girişim yapılmadan önce mutlaka sol sistem de görüntülenmelidir. Ayrıca primer balon anjiyoplasti infarkt ile ilişkili damarın çapının küçük olduğu durumlarda veya hastanın uzun dönem antitrombosit ilaç kullanmadığı durumlarda uygulanabilir.

### **PPKG sırasında infarkttan sorumlu arterin dışındaki arterlere girişim**

STEMI hastalarında yaklaşık %50 oranında çoklu damar hastalığı vardır. İlk girişim sırasında sadece infarkt ile ilişkili arter tedavi edilmelidir. Güncel olarak infarkt ile ilişkisiz arterlere acil girişim yapılmasına destek veren kanıt yoktur. Akut STEMI hastalarında çoklu damar girişimi yapılmasını gerektiren istisnalar, çoklu damar hastası olan (mutlak %90 üzerinde darlığı olan veya kararsız plakların olan) kardiyojenik şok olguları ve infarkt ile ilişkili artere girişim yapılmasına rağmen iskeminin devam ettiği hastalardır. Kardiyojenik şokta olan hastalarda kritik olmayan çoklu damar hastalığı varsa rutin olarak stentleme yapılmamalıdır. Bazı durumlarda iki farklı arterde de kararsız plak düşündüren bulgular görülebilir, buna ek olarak nadiren infarkttan sorumlu arter ayırt edilemeyebilir (örn. aynı anda RCX ve RCA'da subtotal lezyonların varlığı ve EKG de inferiyor kesimde değişikliklerin bulunması), bu gibi durumlarda birden fazla artere girişim yapılması düşünülebilir.

## İNFARKTTAN SORUMLU KOMPLİKE LEZYONA KOMPLEKS PKG

### Yüksek trombüs yükü olan hastalara yaklaşım ve trombüs aspirasyonu

Küçük ve orta çaplı trombüsü yükü olan durumlarda konvansiyonel PKG uygulanmalıdır. RCA veya safen ven greftleri gibi geniş çaplı damarlarda veya semptom süresi uzamış hastalarda genellikle trombüs yükü fazladır. Bu gibi durumlarda genel kanı yavaş akım ya da akımsızlık olguları gibi durumlara neden olan distal embolizasyonu azaltmak için trombüs arterden çıkarmaktır.

Eğer trombüs küçük ise (grade 0-1) doğrudan anjioplasti ve stentleme yeterlidir. Orta-yüksek derece trombüs yükünde (grade 2-3) ise tedavi öncesi trombüsün aspirasyon kateteriyle aspire edilmesi düşünülmelidir. Bir sonraki anjiyografide trombüs görülmeinceye kadar trombüslü bölgenin uzunluğunun tamamı aspirasyon kateteriyle geçilmeli ve aspire edilmelidir. Aspirasyon kateterleri mükemmel monorail kateterler olmadıkları için kateterler ilerletilirken ucuna dikkat edilmelidir. Trombüs aspirasyon kateterlerinin deliklerine takılarak aspirasyonu engelleyebilir. Bu nedenle birkaç kez geçtikten sonra kateteri çıkarıp yıkamak ve sonra tekrar ilerletmek gerekir. Nadiren kateterin uç kısmı ipliksi trombüslerin kuyruk kısmını yakalayarak embolizasyona neden olabilmektedir.

İnfarkt ile ilişkili arterin distal yan dallarına güçlü enjeksiyon nedeniyle ya da balon veya stent geçerken olan trombüs çözülmesi sonucu embolizasyon gerçekleşebilir. Bu nedenle enfarkt ile ilişkili arterde telin manipülasyonları trombüsün yer değiştirmesine engel olması için yumuşak ve minimal olmalıdır. Bu nedenle aspirasyon kateteri kullanmak yavaş akım oranını azaltmakta ve işlem sonunda daha iyi bir sonuç alınmasına neden olabilmektedir. Eğer büyük bir yan dala trombüs embolize olursa tel ile geçilmeli ve balon ile itilmelidir.

Sol ön inen ya da sirkumfleks arterin proksimal kesiminde yer alan bir lezyona PKG veya trombektomi yapılıyorsa büyük bir trombüsün bir kısmı geriye doğru sıkışabilir ve bitişikteki arterin ostiyumunu tıkayabilir. Hatta trombüs parçaları tele veya aspirasyon kateterine yapışabilir ve kılavuz kateter içine çekildiğinde infarkt ile ilişkisiz arterlere embolize olabilir. İnfarkt ile ilişkisiz büyük bir arterin embolizasyonu kardiyojenik şok veya kardiyak arrest gibi dramatik durumlara neden olabilmektedir. Embolizasyon, kontrast enjeksiyonu öncesinde Y konnektörü açarak biraz akım ile olası herhangi bir trombüsün geriye akmasına izin verdikten sonra kontrast enjeksiyonu yapılarak engellenebilir. Eğer sol ön inen arter veya sirkumfleks ostiyal lezyonlarına müdahale ediliyorsa olası bir acil durum için bitişikteki artere ek bir tel yerleştirilebilir.

Tek merkezli randomize bir çalışma olan TAPAS çalışmasında, koroner artere balon veya stent ilerletilmeden önce manüel trombüs aspirasyonunun miyokardiyal reperfüzyonunu gösteren endeksleri (myokardiyal blush skoru ve ST segment rezolüsyonu) iyileştirdiği gösterilmiştir. 1 yıllık takip sonucunda sekonder sonlanım noktası olan mortalitenin rutin trombüs aspirasyonu ile azaldığı gösterilmiştir. TAPAS çalışmasının meta analizlerinde ve bazı küçük çaplı çalışmalarda aynı sonuçlar elde edilmiştir. Mekanik trombektomi ve trombüs aspirasyon cihazlarının benzer yarar sağladıkları saptanmıştır. Fakat bu çeşitli modeller arasında klinik sonuçlarda ki fark net değildir. Güncel INFUZE-MI randomize çalışmasında trombüs aspirasyonu enfarkt boyutunu etkilememiştir. TAPAS çalışmasını doğrulamak üzere bazı büyük çaplı randomize çalışmalar başlatılmıştır.

### **Mikrovasküler tıkanma ve akımsızlık olgusunun önlenmesi ve tedavisi**

İnfarkt ile ilişkili arterin mekanik olarak başarılı bir şekilde açılması sonrasında yeterli miyokart perfüzyonu olmaması çoğunlukla akımsızlık fenomeni (no-reflow) olarak adlandırılır. Akımsızlık tanısı; prosedür sonrası TIMI 3 akım elde edilememesi, yada akım TIMI 3 dahi olsa miyokart boyanma skorunun 0 veya 1 olması ya da işlem sonrası 4. saatte ST segment rezolüsyonunun %70 altında olması ile konulur.

Akımsızlık fenomenini tedavi etmeye yönelik birçok uygulama olmasına rağmen, intra-koroner vazodilatörler (verapamil), intravenözadenozin veya glikoprotein IIb IIIa inhibitörleri (absiksimab ve tirofiban) gibi tedavilerin klinik sonuçları etkilediğini gösteren herhangi bir kanıt bulunmamaktadır. Her ne kadar güncel olarak sıklıkla kullanılmasına rağmen trombüs aspirasyonunun distal embolizasyonu engellediğine dair güçlü bir kanıt yoktur.

### **Vazovagal reaksiyondan kaçınma**

Koroner akımın hızlı bir şekilde restorasyonu, özellikle sol ventrikülün inferiyor duvarını besleyen infarkt ile ilişkili arterde (genellikle sağ koroner arter, nadiren sirkumfleks arter), genellikle geçici ve selim hipotansiyon ve bradikardiye neden olabilmektedir. Bu nedenle inferior STEMI hastalarının PKG öncesinde yeterli hidrasyonu ve bu hastalara nitroglicerine ve beta-bloker verilmesinden kaçınılması önerilmektedir. Eğer bradikardi ve hipotansiyon olursa intravenöz atropin (0.5-1 mg bolus) ve hızlı bir şekilde isotonik infüzyonu uygulanmalıdır. Femoral vene gereğinde sıvı infüzyonunun hızlı yapılabilmesi ve geçici pacemaker yerleştirebilmek için girişim öncesinde venöz kılıf yerleştirilebilir. Venöz kılıf yerleştirilmesi rutin olarak önerilmemekle birlikte bizim merkezimizde akut inferiyor MI ile girişim yapılan tüm hastalara rutin olarak uygulanmaktadır. Ayrıca bilinci açık hastalar geçici hipotansiyonu ve bradikardiyi geçirmek için öksürtülebilir ancak kateter koroner arterin içinde olduğundan hasta öne doğru hareket ederse sağ koroner arterin diseksiyonu gelişebilir. Semptomatik bradikardi oluşma şüphesi yüksek hastalarda işlem öncesinde operatör sağ atriyum, sağ ventriküle geçmeye hazır şekilde geçici pacemaker yerleştirebilir. Gerçek acil durumda 0.014 inç kılavuz tel pacemaker elektrodu yerine kullanılabilir.

Eğer hasta kardiyak kateterizasyon laboratuvarına gelmeden önce, acilde ya da başka bir alanda, ventriküler taşikardi veya fibrilasyon yaşamışsa, balon veya tel ile reperfüzyon sonrası tekrar ventriküler taşikardi veya fibrilasyon atağı yaşayabileceği için defibrilatör pedleri hastanın üzerinde hazır tutulmalıdır.

### **Akut koroner sendromlarda rutin intra-aortik balon pompası uygulaması**

CRISP MI çalışmasında şok tablosunda olmayan akut anteriopmiyokart infarktüsü hastalarında rutin intra-aortik balon pompası kullanımının fayda sağlamadığı gösterilmiştir. Ayrıca akut anteriopmiyokart infarktüsü geçiren hastalarda intra-aortik balon pompası kullanımının kanamayı artırdığı gösterilmiştir.

### **Sol ana koroner arter ile ilişkili akut miyokart infarktüsü**

Korunmamış sol ana koroner arterinde trombotik oklüzyon olan hastaların büyük kısmı kateterizasyon laboratuvarına ulaşmadan ölmektedir. Hastaneye ulaşan hastalarda genellikle



açılıp kapanan bir sol ana koroner oklüzyonu veya baskın ve gelişmiş bir sağ koroner arter ya da sirkumfleks arter çıkış anomalisi mevcuttur. Sol ana koroner arter oklüzyonu olan hastalar hemen hemen her zaman kardiyojenik şok ile hastaneye başvururlar ve bu hastalara PKG öncesinde İABP, vazopressör, inotrop ajanlar ve mekanik ventilasyon başlanmalıdır. İnfarkt ile ilişkili arterin korunmamış sol ana koroner arter ya da korunmamış sol ana koroner arterde anlamlı darlık varken başka bir arterin olup olmadığı ayırımı oldukça önemlidir. Kural olarak eğer hasta kararlı kinik durumda ve PKG sonrası rezidüel iskemi kalmamış ise sadece infarkt ile ilişkili artere girişim yapılmalıdır. Korunmamış sol ana koroner arter revaskülarizasyonu miyokart infarktüsü subakut faza geçinceye kadar ertelenmelidir. PKG sonrası iskemiyin devam ettiği ya da İABP'a rağmen yeterli hemodinamik iyileşme sağlanmadığı durumlarda sol ana koroner artere PKG yada acil KABG ciddi şekilde önerilmektedir.

Sol ana koroner arterde büyük bir trombus görüldüyse ileriye embolizasyonu engellemek için trombus aspirasyonu zorunludur. Trombus aspirasyonu kılavuz kateteri aspirasyon cihazı gibi kullanarak, kateterin ucuna 20 ml enjektör bağlanarak güçlü şekilde aspire edilerek yapılabilir. Alternatif olarak 7-Fr büyük bir aspirasyon kateteri kullanılarak yapılabilir. Burada en çok dikkat edilmesi gerekli durum trombusun inmeye neden olabilecek geriye doğru embolizasyonunun engellenmesidir.

### KABG yapılmış hastalarda STEMI

KABG yapılmış hastalarda STEMI LIMA oklüzyonundan daha çok safen ven greftiyle ilişkilidir ve bu nedenle daha küçük alanları etkilediği için daha hafif semptomlar ile başvururlar. Çoğunlukla safen greft tamamen tıkanmasına karşın EKG'de ST yükselmesi gelişmez. Safen ven greftinin daha büyük boyutta olması nedeniyle daha fazla trombotik yük vardır ve bu durum akımsızlık ve yavaş akıma neden olan distal embolizasyon riskini artırmaktadır. Bu nedenle safen veninin beslediği nativ koroner artere girişim sonucunun başarılı olunacağına inanılıyorsa ilk tercih nativ koroner arter olmalıdır. Eğer suçlu lezyonun olduğu greft anatomisi olanaklı kılıyorsa distal embolizasyonu engellemek, anjiyografik ve klinik sonuçları iyileştirmek için koruyucu cihazlar kullanılmalıdır. Eğer büyük miktarda trombus görülüyorsa koruyucu cihazlar ile birlikte trombus aspirasyonunda yapılabilir.

### Kurtarıcı PKG

PKG olanağı olmayan hastanelere başvuran STEMI hastalarının büyük kısmı trombolitik ile tedavi edilmektedir. Trombolitik tedavinin başarısız olması durumunda acil anjiyografi ve infarkt ile ilişkili arterin mekanik revaskülarizasyonu seçilecek tedavi yöntemidir. ACC/AHA tedavi kılavuzları, trombolitik tedavi alan hastalarda göğüs ağrısının devam etmesi, hemodinamik kararsızlık olması durumunda kurtarıcı PKG önermektedir. Semptom başlangıcından itibaren 12 saat geçmemiş olan semptomsuz hastalarda da trombolitik tedaviden sonra 90. dakikada ST segment rezolüsyonu yoksa acil anjiyografi önerilmektedir. Başarısız trombolitik tedavi nedeniyle kurtarıcı PKG yapılan hastalarda reoklüzyon riski artmıştır. Bu durumun nedeni bu hastaların mekanik girişimi kötü etkileyen yüksek trombus yükü veya trombositten zengin trombuslar gibi etkenleri olmasıdır. Kurtarıcı PKG TIMI akımı 2 veya altında olan %75 üzerinde darlığı olan yüksek riskli lezyonlara uygulanmalıdır.

### Primer perkütan koroner girişim sonuçlarının değerlendirilmesi

Primer PKG'in temel hedefi, suçlu lezyonun başarılı şekilde dilatasyonu ve normal epikardiyal kan akımının ve hasarlı olan miyokartta yeterli mikrovasküler reperfüzyonun sağlanmasıdır. Düzeltilmiş TIMI kare sayımının (TIMI framecount, TFC) hesaplanması akımın daha doğru değerlendirilmesini sağlar. Düzeltilmiş TFC verilen kontrastın koroner arteri transvers olarak boyaması için geçen anjiyografik çekimlerdir. Bu hesaplama özellikle gözlemci ile ilişkili değişimi azalttığı, koroner dolum hızı ve epikardiyal damarın boyu ve uzunluğu göz önüne alındığı için daha doğrudur. Düzeltilmiş TFC STEMI hastalarında hastane içi mortalite ile ilişkili olduğu kadar TIMI III akımı olan hastaları düşük ve yüksek riskli gruplara ayırdığı içinde faydalıdır. Enfarkt ile ilişkili arterin açılması bu arterin beslediği alanda doku perfüzyonunun güvenilir bir göstergesi değildir. Bu nedenle TIMI miyokardiyal perfüzyon evrelemesi, epikardiyal kan akımının sağlandığı hastalarda risk sınıflamasında kullanılmak üzere tasarlanmış ve onaylanmıştır. Çok basit bir yatakbaşı mikrovasküler reperfüzyon göstergesi ise EKG ile saptanan ST segment yükselmesindeki gerilemedir.

Distal akımın değerlendirilmesine ek olarak işlem sonrası optimal anjiyografik sonucun alındığına doğrulamak için birbirine dik iki farklı projeksiyonda görüntü alınmalıdır.

### Primer perkütan girişimlerle ile ilişkili kanama

Akut koroner sendrom hastalarına daha güçlü anti-trombosit ve anti-trombotik ilaç kullanımı ile ilişkili olarak akut koroner sendrom hastalarına uygulanan perkütan koroner girişimlerde (PKG) kanama elektif PKG'a göre daha sıktır. Daha güçlü antitrombotik ilaç kullanımı daha çok ponksiyon yerinde olmak üzere kanama riskinde bir artışa neden olur. Kanama riskinin azaltılması için öncelikle kanama riskinin yüksek olduğu hastalar (>75 yaş, böbrek yetersizliği, kadın, düşük kilolu) saptanıp bu hastalarda daha risksiz antiagregan ve antikoagülan protokolleri kullanılmalıdır.

Örneğin kanam açısından riskli hastalara prasugrel verilmesinden kaçınılması, ileri dedece böbrek yetersizliği olan hastalarda işlem sonrası tirofiban infüzyonunun düşük dozda yapılması ve radyal girişimin tercih edilmesi önerilebilir. Primer PKG işlemi sonrası eğer farklı bir endikasyonu yoksa (örneğin atrial fibrilasyon veya mekanik protez kapak gibi) rutin antikoagülan kullanımı önerilmez.

Radyal girişimin özellikle akut koroner sendromlarda ki akut kanama sıklığını azalttığı gösterilmiştir. RIVAL çalışmasının STEMI hastalarının olduğu alt grup incelemesinde femoral girişim yerine radyal girişim yapılmasının mortaliteyi azalttığı saptanmıştır. Benzer sonuçlar RIFLE STEACS çalışmasında da gözlenmiştir. RIVAL çalışmasında radyal girişimin yararıyla operatör tecrübesi arasında bir ilişki saptanmıştır. Bu ilişki radyal girişimin femoral girişime olan üstünlüğünün operatörün tecrübesine bağlı olduğunu göstermektedir.

### Periprosedürel Medikal Tedavi

Primer PKG yapılacak hastalara anjiyografi öncesi olabildiğince erken olacak şekilde ikili antitrombosit, ASA ve ADP reseptör blokleri kombinasyonu ve parenteral antikoagülan uygulaması önerilmektedir. STEMI hastalarında ikili antitrombosit tedavinin verilmesi için en uygun zamanı (hastane öncesi, kateter laboratuvarına gelişte ya da koroner anjiyografi

sonrası) araştıran bir çalışma bulunmamaktadır. Buna karşın ilaçların farmakokinetik özellikleri düşünüldüğünde, erken ilaç kullanımının erken etkiyi sağlayabileceği tutarlı bir durumdur.

TXA2 bağlı trombosit aktivasyonunu engellemek amacıyla oral olarak 150-300 mg aspirin çığnetilmelidir.

Tercih edilen ADP-reseptör blokerleri; Prasugrel (60 mg yükleme dozu ve sonrasında 10 mg idame dozu) ve tikagrelor'dur (180 mg yükleme dozu sonrasında 90 mg günde iki kez idame dozu). Bu ilaçların büyük çalışmalarda, klopidoğrelle oranla daha hızlı başlangıç ve daha güçlü bir etkiye sahip olduğu ve klinik sonlanım noktalarında daha üstün olduğu gösterilmiştir. TRITON-TIMI 38 çalışmasında hem primer hemde sekonder PKG yapılan STEMI ve koroner anjiyografi yapılmış orta-yüksek riskli NSTEMI-AKS hastalarında prasugrel primer sonlanım noktasını (kardiyovasküler ölüm, ölümcül olmayan MI ve inme) klopidoğrelle göre azalttığı gösterilmiştir. Tüm çalışmaya bakıldığında KABG ile ilişkisiz TIMI majör kanamada prasugrel grubunda artma saptanmıştır. Primer veya sekonder STEMI hastalarının olduğu alt grup analizlerinde prasugrel'in yararı benzer şekilde gösterilmiş fakat KABG ile ilişkisiz kanama riskinde artış olmamıştır. Prasugrel geçirilmiş inme ve geçici iskemik atak yaşamış hastalarda kontrendikedir. Çalışmanın 75 yaş üstü ve 60 kg altındaki hastalarda yapılan altgrup analizinde net klinik fayda sağlamadığı için bu hastalarda önerilmemektedir. Bu grup hastalarda net bir klinik bilgi olmamasına karşın, prasugrel'in benzer yükleme dozunun verilmesi ancak azaltılmış (5 mg) idame dozun kullanılması veya benzer başka bir ADP reseptör blokeri kullanımı önerilmektedir.

PLATO çalışmasında, tikagrelor hem klopidoğrel kullanmayan hem de klopidoğrel kullanmış hastalara kıyasla hem STEMI hem de orta-yüksek riskli NSTEMI hastalarında primer sonlanım noktasını (kardiyovasküler ölüm, ölümcül olmayan miyokard infarktüsü ve inme) ve kardiyovasküler mortaliteyi azaltmıştır. PLATO çalışmasında tüm kanamalar göz önüne alındığında PLATO-tanımlı kanama riskinde klopidoğrelle göre anlamlı artış olmamasına rağmen, hem PLATO-tanımlı hem de TIMI-tanımlı KABG ilişkisiz kanama sıklığı artmıştır. STEMI hastalarının olduğu altgrupta yararı tutarlılık göstermiştir. Tikagrelor başlangıçta geçici dispneye neden olabilmektedir, fakat bu durum herhangi bir morfolojik veya fonksiyonel akciğer anormalliği ile ilişkilendirilememiştir ve nadiren tedavinin kesilmesine neden olmaktadır. Tikagrelor'un dispne yaşayan hastalardaki mortalite yararı tüm popülasyon ile benzer şekildedir. Ayrıca tikagrelor tedavinin ilk haftasında asemptomatik bradikardiye neden olabilmektedir.

Daha güçlü olan ajanların (prasugrel ve tikagrelor) her ikisinde hem hemorajik inme geçirmiş hastalarda hem de orta-ileri derecede karaciğer yetersizliği olan hastalarda kullanılmamalıdır.

Eğer bu ilaçların ikisinin de kullanılamadığı durumlarda (erişilemez ya da kontrendike) 600 mg klopidoğrel kullanılmalıdır. STEMI hastalarında klopidoğrel'in hiçbir çalışmada plaseboya karşı kıyaslaması yapılmamış olmasına karşın OASIS 7 çalışmasının PKG yapılan hastalardaki altgrubunda yüksek dozun (600 mg bolus, 150 mg ilk hafta boyunca idame), standart doza (300 mg bolus, 75 mg idame) göre daha üstün olduğu gösterilmiştir. Ayrıca yüksek doz klopidoğrel kullanımının daha hızlı trombosit inhibisyonu yaptığı gösterilmiş-

tir. Bu durum klopidoğrelın farmakokinetiğiyle (ön ilaç olması nedeniyle aktif forma dönüşebilmek için uzun sürede metabolize olması gerekmektedir) uyum sağlamaktadır. Bu nedenle primer PKG yapılacak hastalara acil şartlarda mümkün olduğunca erken başlanması gerekmektedir. Ayrıca gözlemsel çalışmalarda klopidoğrel ile ön tedavinin laboratuvarı tedaviye göre üstün olduğu gösterilmiştir. Tüm ADP reseptör blokerleri kanama riski yüksek veya şiddetli anemi hastalarında dikkatle kullanılmalıdır.

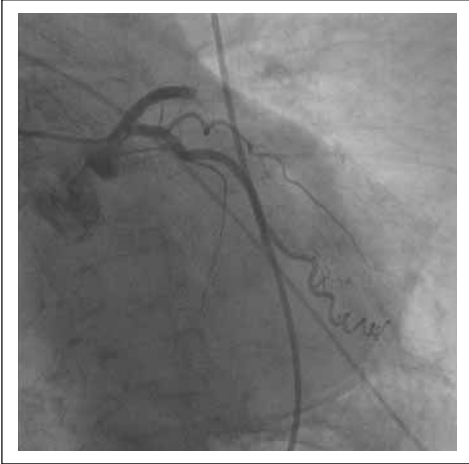
Primer PKG için kullanılabilir antikoagülan seçenekleri fraksiyone olmayan heparin (UFH), enoxaparin ve bivaluridindir. OASIS 6 çalışmasında primer PKG sırasında fondaparinux kullanımının kateter trombozu ile ilişkili bulunması nedeniyle önerilmemektedir. Primer PKG hastalarında UFH-plasebo karşılaştırması olmamasına rağmen bu ilaç ile ilgili çok deneyim vardır. Heparin dozaı rutin PKG dozajına benzerdir (70-100 U/kg bolus, GPIIb/IIIa inhibitörü kullanılması bekleniyorsa 50-60 U/kg). UFH kullanırken dozaı ayarlamak için rutin ACT kullanımını öneren bir bilgi bulunmamaktadır ve ACT bakılacak ise bu durum infarkt ile ilişkili arterin rekanalizasyonunu geciktirmemelidir. Enoxaparin (0.5-0.75 mg/kg i.v.) tedavisinin primer PCI hastalarında UFH'ne göre daha faydalı olabileceği bazı randomize olmayan çalışmalarda önerilmiştir. ATOLL, randomize ve kör olmayan, çalışmasında akut miyokart infarktüsü hastalarında UFH ile enoxaparin karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada primer sonlanım noktasında (30 günde ölüm, miyokart infarktüsü komplikasyonluşlemsel başarısızlık ve majör kanama) azalma saptanmamıştır. Fakat hem ana sekonder sonlanım noktaları (ölüm, tekrar miyokard infarktüsü veya AKS, acil revaskülarizasyon) hemde diğer sekonder sonlanım noktalarında (ölüm, resüsite edilmiş kardiyak arest ve miyokard infarktüsü komplikasyonu) azalma saptanmıştır. Önemli olarak enoxaparin kullanımını UFH heparin kullanımına kıyasla daha fazla kanamaya neden olmamıştır. Bu ve diğer PKG çalışmalarından elde edilen enoxaparin verileri ışığında enoxaparin UFH'ne tercih edilmelidir.

Büyük bir kör olmayan çalışmada bivaluridinin, UFH + GPIIb/IIIa inhibitörü kombinasyonuna üstün olduğu gösterilmiştir. Bu üstünlük daha çok kanama komplikasyonlarında azalma ile ilişkilidir. Stent trombozunda başlangıçta artmaya neden olmasına karşın 30 günde bu durum kaybolmuştur. Önemli olarak bu çalışma 30 günlük tüm nedenlere bağlı mortalitede ve kardiyovasküler mortalitede azalma göstermiş ve bu faydası 3 yıla kadar devam etmiştir.

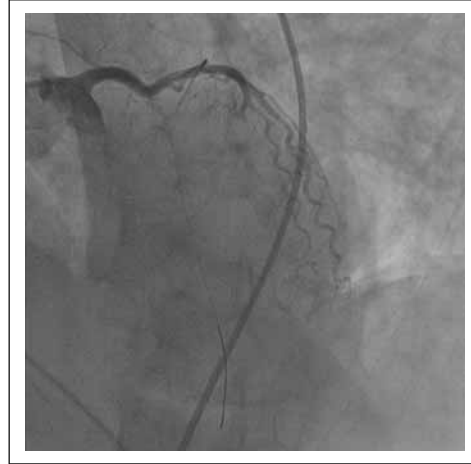
İkili antitrombosit tedavinin rutin kullanıma girmesi öncesinde bazı çalışmalar primer PKG hastalarında UFH kullanımına GPIIb/IIIa inhibitörü (çoğunlukla absiksimab) eklenmesinin klinik yararını göstermiştir. FINESSE çalışmasında, primer PKG öncesinde rutin absiksimab kullanımı, kateterizasyon laboratuvarında rutin başlanması ile karşılaştırılmıştır ve kateterizasyon öncesi rutin kullanımı hem klinik fayda göstermemiş hemde kanama riskinde artma ile ilişkili olarak bulunmuştur. Bu çalışmada primer PKG yapılacak hastalara hastane öncesi GPIIb/IIIa inhibitörü kullanılmasının herhangi bir faydaya sağlamayacağı aksine zarar vereceği gösterilmiştir. FINESSE çalışmasının taburculuk sonrası yapılan incelemelerinde semptomları başladıktan 4 saat sonra PKG yapılamayan bir hastaneye başvuran hastalarda absiksimab kullanımının sağkalım yararı sağlayabileceği ortaya çıkmıştır. Daha güncel olarak yapılan ON-TIME 2 çalışmasında hastane öncesinde başlayan ve primer PKG sonrası 18 saat devam eden tirofiban tedavisinin kateter laboratuvarında geçici

kullanılmasına (sistemik olarak değil) göre reperfüzyonu biyobelirteçlerinde iyileşme sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca sekonder sonlanım noktalarında (ölüm, tekrarlayan miyokart enfarktüsü, acil hedef damar revaskülarizasyonu) azalma sağlanmıştır. Sonuç olarak büyük HORIZONS-AMI çalışmasında UFH-GPIIb/IIIa kombinasyonunun bivaluridin'e (hastaların büyük kısmında randomizasyon öncesi UFH kullanılmıştır) kıyasla yarar sağlamadığı ve BRAVE -3 çalışmasında 600 mg klopidoğrel alan primer PKG hastalarında rutin absiksimab kullanımının infarkt boyutunu azaltmadığı gösterilmiştir. Bu nedenle ikili antitrombotik kullanımının yaygın olduğu (özellikle prasugrel ve tikagrelor) bu dönemde primer PKG yapılacak hastalarda GPIIb/IIIa kullanımı kateterizasyon öncesi mi yoksa kateterizasyon sırasında mı sorusuna verilebilecek net bir yanıt yoktur. Anjiyografik olarak kanıtlanmış büyük trombüs, yavaş akım ve akımsızlık durumlarında ve diğer trombotik komplikasyonlarda GPIIb/IIIa kullanımı her ne kadar randomize kontrollü çalışmalarda kanıtlanmış olmasa da önerilebilir.

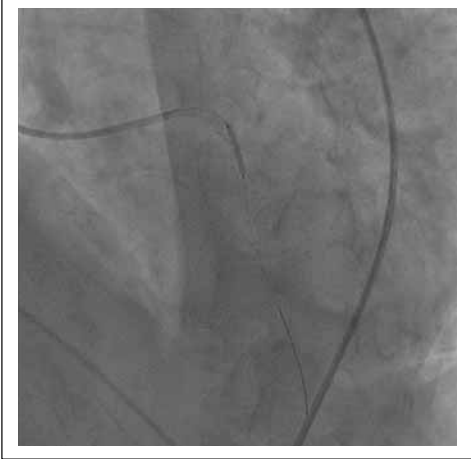
#### **Olgu Örneğinde Seri Anjiyografik Görüntülerde İnfarkt Arteri ve Reperfüzyonu:**



**ŞEKİL 1.** Sol ön inen arter proksimal kesimde tam tıkanıklık nedeniyle gelişen anterior miyokart infarktüsü



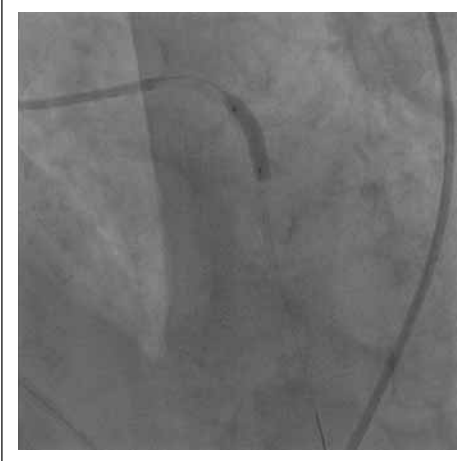
**ŞEKİL 2.** Sol ana koroner arter EBU 3.75 kılavuz kateter ile entübe edildi ve sol ön inen arterde ki tıkanıklık floppy (yumuşak) 0.014 inç tel ile geçildi



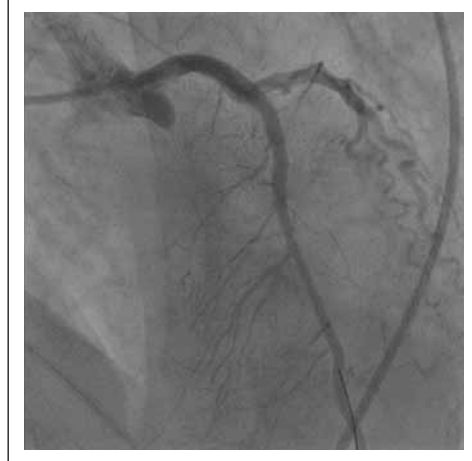
**ŞEKİL 3.** Sol ön inen arter 2.0/15 mm balon dilatasyonu ile (12 atm) rekanalize edildi.



**ŞEKİL 4.** Balon ile rekanalizasyon sonrası görünüm



**ŞEKİL 5.** Lezyona 4.0/15 mm stent 14 atmosfer ile implante edildi.



**ŞEKİL 6.** Stent implantasyonu sonrası elde edilen görünüm. Lezyonda residüel darlık yok ve arterde TIMI III akım elde edilmiş.

**Kaynaklar:**

1. Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC), Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blömsstrom-Lundqvist C, Borger MA, Di Mario C, Dickstein K, Ducrocq G, Fernandez-Aviles F, Gershlick AH, Giannuzzi P, Halvorsen S, Huber K, Juni P, Kastrati A, Knuuti J, Lenzen MJ, Mahaffey KW, Valgimigli M, van't Hof A, Widimsky P, Zahger D. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2012 Oct;33(20):2569-619. doi: 10.1093/eurheartj/ehs215
2. Patrick T. O'Gara, Frederick G. Kushner, Deborah D. Ascheim, Donald E. Casey et al. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2013;61(4):e78-e140. doi: 10.1016/j.jacc.2012.11.019
3. Burzotta F, De Vita M, Gu YL, Isshiki T, Lefèvre T, Kaltoft A, Dudek D, Sardella G, Orrego PS, Antoniucci D, De Luca L, Biondi-Zoccai GG, Crea F, Zijlstra F. Clinical impact of thrombectomy in acute ST-elevation myocardial infarction: an individual patient-data pooled analysis of 11 trials. *Eur Heart J*. 2009 Sep;30(18):2193-203. doi: 10.1093/eurheartj/ehp348. Epub 2009 Sep 2.
4. Montalescot G, Wiviott SD, Braunwald E, Murphy SA, Gibson CM, McCabe CH, Antman EM; TRITON-TIMI 38 investigators. Prasugrel compared with clopidogrel in patients undergoing percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction (TRITON-TIMI 38): double-blind, randomised controlled trial. *Lancet*. 2009 Feb 28;373(9665):723-31. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60441-4.
5. Steg PG, James S, Harrington RA, Ardissino D, Becker RC, Cannon CP, Emanuelsson H, Finkelstein A, Husted S, Katus H, Kilham J, Olofsson S, Storey RF, Weaver WD, Wallentin L; PLATO Study Group. Ticagrelor versus clopidogrel in patients with ST-elevation acute coronary syndromes intended for reperfusion with primary percutaneous coronary intervention: A Platelet Inhibition and Patient Outcomes (PLATO) trial subgroup analysis. *Circulation*. 2010 Nov 23;122(21):2131-41.
6. Ndrepepa G, Tiroch K, Fusaro M, Keta D, Seyfarth M, Byrne RA, Pache J, Alger P, Mehili J, Schömig A, Kastrati A. 5-year prognostic value of no-reflow phenomenon after percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol*. 2010 May 25;55(21):2383-9.
7. Gibson CM, Cannon CP, Daley WL, Dodge JT Jr, Alexander B Jr, Marble SJ, McCabe CH, Raymond L, Fortin T, Poole WK, Braunwald E. TIMI frame count: a quantitative method of assessing coronary artery flow. *Circulation*. 1996 Mar 1;93(5):879-88.
8. Moreno R, Alcocer A, Hernández-Antolín R, Alfonso F, Sabaté M, Barrera-Ramírez C, Jiménez P, Fernández-Ortiz A, Bañuelos C, Macaya C. Isolated right ventricular infarction: percutaneous coronary intervention in three different types of clinical presentation. *J Invasive Cardiol*. 2004 Jul;16(7):393-6.
9. James Nguyen, Marco Noc et al. "Acute ST-segment Elevation Myocardial Infarction". Practical Handbook of advanced Interventional Cardiology; Tips and Tricks. Fourth Edition. Ed. Thach Nguyen, Dayi Hu, Shao Liang Chen et al. Blackwell Publishing, 2013.
10. Albert Schömig, GjinNdrepepa et al. "Percutaneous Coronary Intervention in Acute ST Segment Elevation Myocardial Infarction". Textbook of Interventional Cardiology. Sixth edition. Ed. Eric J. Topol, Paul S. Tierstein. Elsevier Publishing, 2012.

## 2.2. KORONER ARTER ANATOMİSİ VE ANOMALİLERİ

Kalp de tüm organlar gibi fonksiyonel hücrelerden oluşur ve oksijenizasyonu gerekir. Kalbin tüm boşlukları kanla dolu olmasına rağmen, beslenmesi boşluklar içindeki kanla değil; aortadan ayrılan koroner arterlerden sağlanır. Koroner arterler asendan aortadan ayrılan ilk dallardır. İyi bir koroner anatomi bilgisi, tanı ve tedavi amaçlı invaziv işlemler sırasında girişimsel kardiyologlara büyük bir kolaylık sağlar.

### 2.2.A. NORMAL ANATOMİ

Uzm. Dr. Özge Özden Tok, Dr. Emre Ertürk, Uzm. Burçak Kılıçkiran Avcı

Koroner arter anatomisi çoğu insanda benzer olmakla birlikte kişiden kişiye farklılıklar gösterebilmektedir. Koroner arterler aort kökünden çıkarlar. Aort kökünün hemen başında oluşmuş genişlemeler *Valsalva sinüsü*, *aort sinüsleri* olarak adlandırılmıştır. Bu sinüsler sinotubuler bileşkede sonlanır ve çıkan aorta silindirik olarak yukarı doğru devam eder. 3 adet Valsalva sinüsü vardır:

1. Sağ sinüs valsalva (Anteriyorda yer alır)
2. Sol sinüs valsalva (Posteriyorda yer alır)
3. Non-koroner sinüs valsalva

Koroner arterler sağ ve sol sinüs valsalvadan çıkar, non-koroner sinüs valsalvadan koroner arter çıkmaz. Valsalva sinüslerine bunlardan çıkan koroner artere atıfta da bulunarak; sağ-koroner, sol-koroner ve non-koroner sinüs de denmektedir.

Koroner ostiumlar, aortik küspislerin sistolde açık oldukları seviyede veya daha üstünde bulunur. Koroner arterler daha alt veya daha üst seviyeden de çıkabilirler. Yüksek çıkışlı koroner arter; koroner arterlerden herhangi birinin çıkan aortada sinotübüler bileşkenin en az 1 cm üzerinden çıkmasıdır, sıklıkla hiçbir klinik probleme yol açmaz. Koroner arterler her zaman belirtilen sinüslerden çıkmazlar. Bu durum *koroner çıkış anomalisi* olarak adlandırılır (bakınız, Bölüm 2.2.B).

Koroner arterler, genel olarak başlangıçta sağ ve sol olarak 2 ana koroner arter sistemine ayrılıp değerlendirilmektedir (Şekil 1):

1. Sağ koroner arter (RCA)
2. Sol koroner arter (LM)

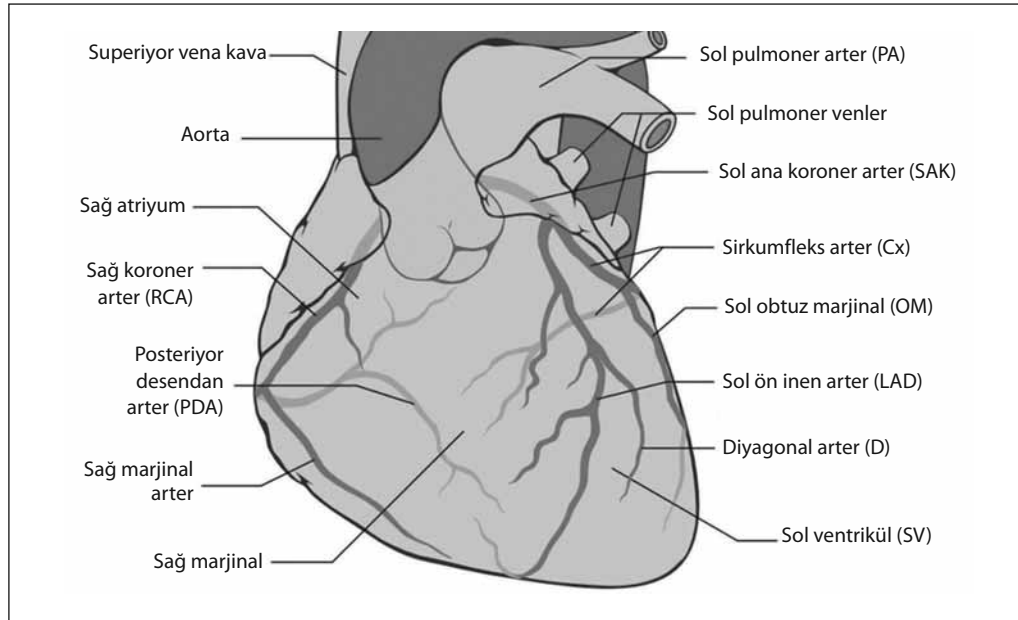


### Sol (ana) Koroner Arter (LMCA)

LMCA, sol sinüs valsavdan açılı bir şekilde çıkar ve pulmoner trunkus ile sol atriyal apendiks arasında sol atriyoventriküler oluğa ulaşır ve “Sol Ön İnen Arter (LAD)” ve “Sirkumfleks Arter (Cx)” olarak iki proksimal dala ayrılır. Tipik olarak 10 mm uzunluğundadır ancak uzunluk ve genişliği kişiden kişiye değişir. Bazı vakalarda LMCA’nın bifurkasyon yaptığı yerden üçüncü bir arter çıkar. Bu arter “Intermediate Arter” olarak adlandırılır ve Cx arterin *obtus marginalis* dalına paralel bir seyir gösterir. Vakaların %1’inde sol ana koroner arter gözlenmez, bu durumda LAD ve Cx arter aortada ayrı ostiumlardan çıkar. Bu durum normalin bir varyantı olarak kabul edilir. (1)

### Sol ön inen arter (LAD)

LAD, anterior interventriküler olukta oblik olarak seyreder. Sol ana koroner arterden çıkar çıkmaz, pulmoner konusun hemen arkasında birinci septal dalını verir. Kalp apeksini dolandıktan sonra 1-2 cm ilerleyerek bifurkasyon şeklinde sonlanır, kadınlarda genellikle, LAD distali proksimaline göre daha ince olabilir, apekse ulaşmadan sonlanır (kadın tipi-LAD de denir). LAD’nin sol ventriküle verdiği 2-9 tane kadar diagonal arter vardır. Diagonal damarlar süperiordan inferiora doğru isimlendirilir. İlk dal genelde en iyi gelişmiş olan daldır. Diagonal arterler sol ventrikül serbest duvarının anterior kesiminin mediyal 1/3’ünü beslerler. İlk üç diagonal arter cerrahi açıdan önemlidir. Diğerleri çok incedir. 1. diagonal dal genellikle sağ ventriküler infundibulumu doğru giden kısa bir dal olarak gözle-



ŞEKİL 1. Antero-posterior projeksiyonda koroner arterlerin şematize edilmiş basit anatomisi

nir. LAD'nin tıkandığı durumlarda, bu dal sağ koroner arterin genellikle ilk dalı olan konus arteri ile anastomoz yapar ve buna '*Vieussens halkası*' denir (2) (Sayfa 438, Şekil 2).

LAD'den interventriküler oluğa dik olarak çıkan dallar septal arterler olarak adlandırılır.

- İlk 2 *septal perforatör* arter genelde en güçlü ve uzun septal perforatör arterlerdir. LAD birçok septal perforatör dal ile septumun ön 2/3'ünü ve apikal kısmını besler. İlk septal perforatör arter, His demetini, sol anterior ve sağ fasikülleri besler. Septal arterlerin hipertrofik kardiyomiyopati tedavisinde önemli bir yeri vardır. İlk kez 90'lı yılların başlarında Sigward ve ark. ilaç tedavisine dirençli hipertrofik obstrüktif kardiyomiyopatili hastalarda cerrahi dışı, kateter yolu ile yapılan bir uygulama ile sol ventrikül çıkım yolu gradientinde önemli bir azalma sağladığını göstermişlerdir. (3)

LAD'nin proksimalinde erken ikiye ayrılması durumuna *dual LAD* (ya da *dual anterior interventriküler arter*) denir. Dual LAD'nin insidansı normal kalplerde %1 kadardır (4).

- LAD interventriküler septumun ön 2/3'ünü, sol ventrikülün anterior ve lateral duvarını, anterolateral papiller kasın bir kısmını ve sağ ventrikülün anteromedial bölümünün 1/3'ünü beslemektedir.

*LAD klinik olarak 3 bölümde incelenir (Şekil 3);*

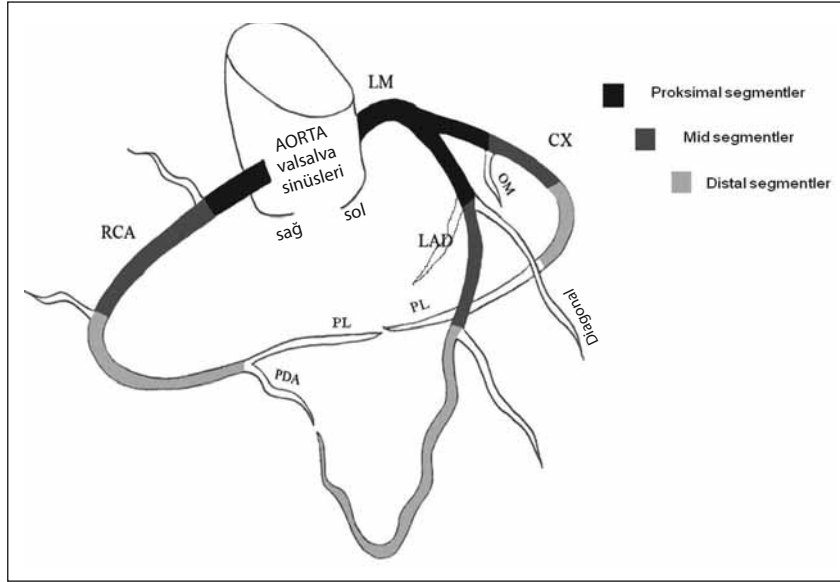
1. Proksimal LAD: Ostiumdan birinci septal perforatör dala kadar olan bölüm
2. Mid LAD: Birinci septal perforatör daldan ikinci diagonal dala kadar olan bölüm
3. Distal LAD: İkinci diagonal daldan arterin sonuna kadar olan bölüm

Popülasyonun %12'sinde anjiyografik yöntemle miyokardiyal köprüleme görülebilir. Miyokardiyal köprüleme bir koroner arterin belirli bir kısmının kalp kası bantları altında seyretmesi ile oluşur. Sol ön inen arter miyokardiyal köprülemenin en sık görüldüğü damardır. Diyagonal dallar, sağ koroner arterin arka inen dalı ve sirkumfleks arterin marjinal dalında da görülebilir. Miyokardiyal köprüleme sıklığı patolojik serilerde yaklaşık %15 (5), anjiyografik serilerde ise yaklaşık %1.22 olarak bildirilmiştir (6). Miyokardiyal köprüleme saptanan hastaların yalnızca küçük bir kısmının, klinik belirtiler ve kardiyak olaylar için artmış riske maruz kaldığını düşünülmektedir (7).

### **Sirkumfleks Arter (Cx):**

Sol ana koroner arterden çıkar, atrioventriküler oluk boyunca sol atrial apendiks altına doğru ilerler. Seyri boyunca sol ventriküle çeşitli yan dallar verir. İlk büyük dalı obtus marginalist (OM). Ventrikülün lateral duvarı boyunca apekse doğru yönelir. Bu dala paralel daha küçük 1-5 dal vardır.

- *Sol koroner arter dominant* olanlarda sirkumfleks dal aşağı doğru son bir dal olan posterior desendan koroner arteri (PDA) verir (Şekil 4). Bu dalı sağ koroner arter verirse *sağ dominant* olarak isimlendirilir (Şekil 5). Her 2 damardan da kaynaklanıyorsa *dengeli* (balans) olarak değerlendirilir (Şekil 6). Popülasyonun %70'i sol dominant, %20'si den-



**ŞEKİL 3.** Antero-posteriyor projeksiyonda şematik koroner arter segmentleri.

Kısaltmalar: LM-Sol ana, CX-Sirkümfleks, DM-Obtuz Marginal (Left Anterior Descending), LAD-Sol ön inen, PL-Posterolateral, PDA-Posteriyor desendan arter, RCA-Sağ koroner arter

geli, %10'u ise sol dominanttır. (8-10) İnsanların %5'inde sinüs nod arteri sirkümfleks arterden çıkar.

CX arter ile ilişkili dallardan biri de *Kugel arteridir*. (Sayfa 438, Şekil 2) Diğer adı '*arteria anastomotica auricularis magna*'dır. Bu arter ilk kez Kugel tarafından tanımlandığı için onun adı ile anılmaktadır. Cx arterin anteriorundan çıkar ve atriyal septumu transvers geçip RCA'nın distal dalları ile direkt veya indirekt anastomoz yapar. Sıklığının %6 olduğu bildirilmiştir (11).

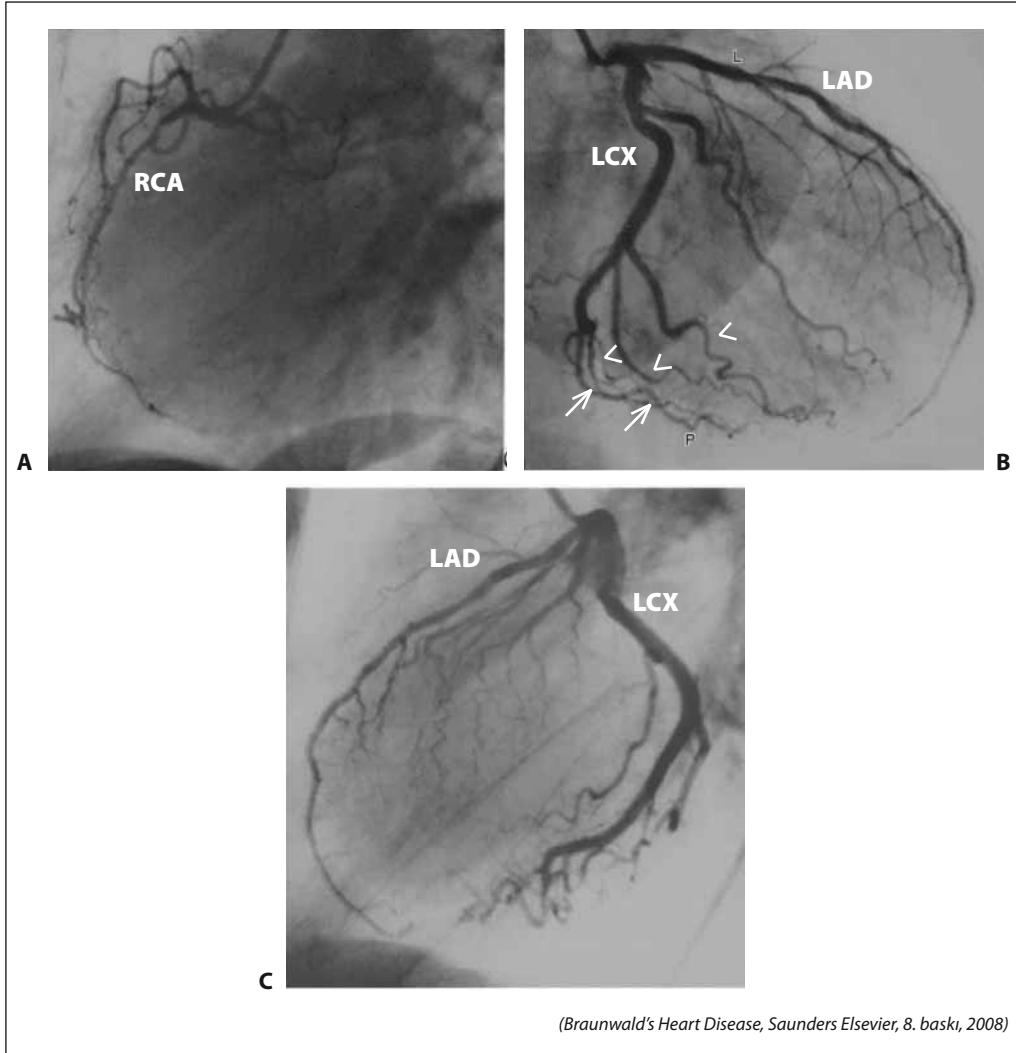
*Sirkümfleks arter klinik olarak 2 kısımdan oluşur (Şekil 3);*

1. Proksimal Cx: Ostiumdan birinci obtus marginalise kadar olan kısım
2. Distal Cx: Birinci obtus marginalisten damarın sonuna kadar olan kısım

Cx arter sol ventrikülün sol kenarı ve anterolateral papiller kasın bir kısmını besler. Ayrıca atriyal dalı ile sol atriyumun ön, yan ve arka kısmını besler.

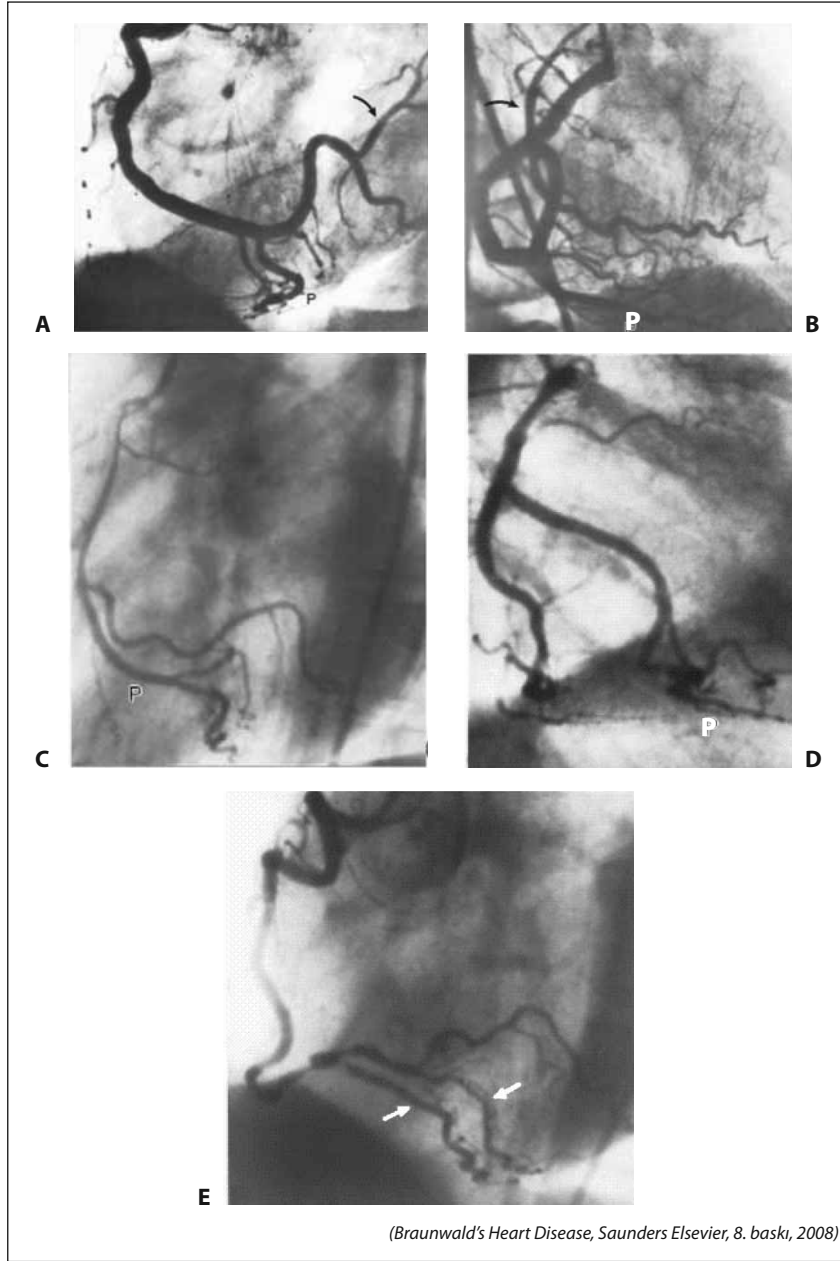
### **Sağ Koroner Arter (RCA):**

Sağ koroner arter, aort kökünde anterior sinüs valsavadan çıkar ve atriyoventriküler olukta epikardial yağ dokusu içinde sağa doğru seyrederek. İnsanların %90'ında atriyoventriküler sulkustan posterior interventriküler sulkusa doğru uzanır ve anjiyografik olarak sol anterior oblik pozisyonda 'c' şeklinde görülür.

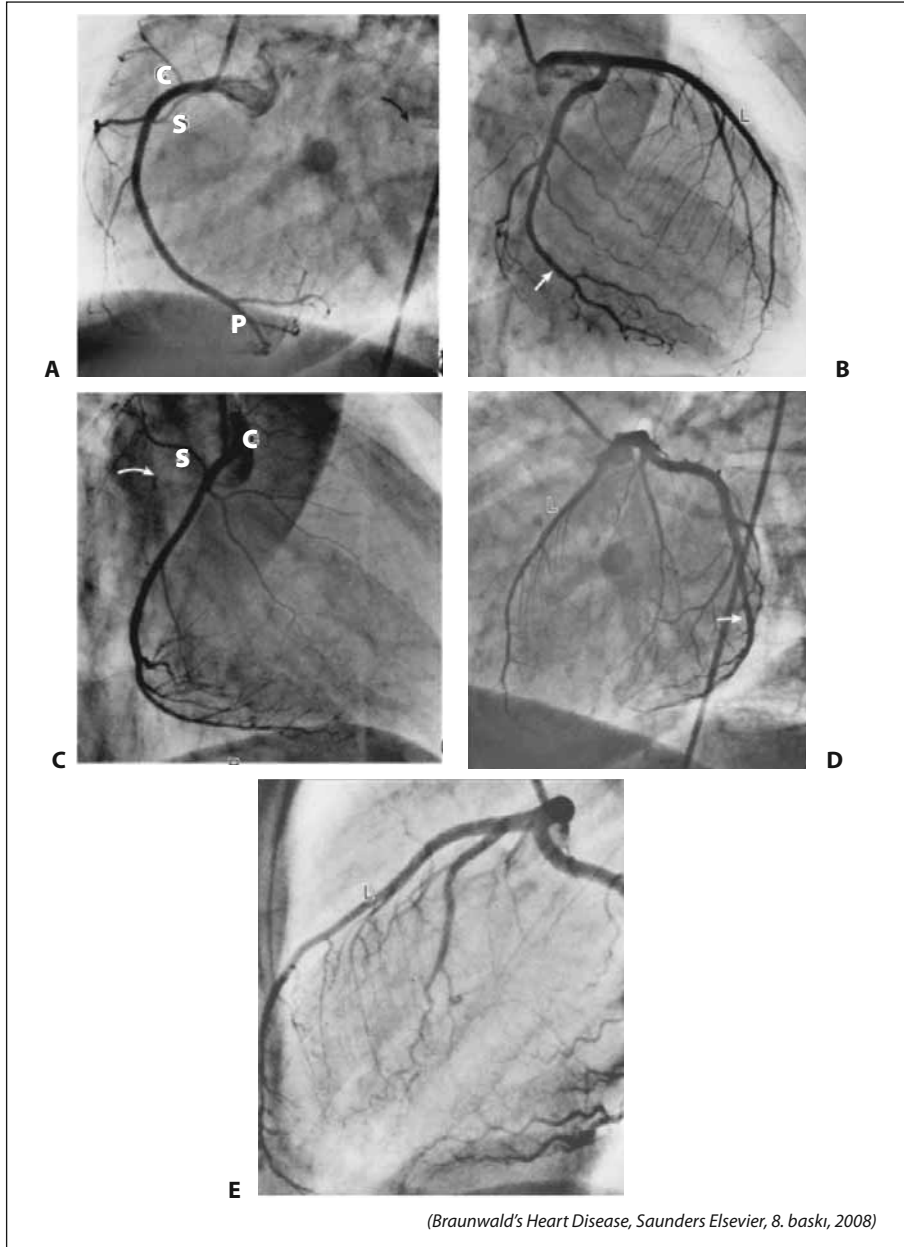


(Braunwald's Heart Disease, Saunders Elsevier, 8. baskı, 2008)

**ŞEKİL 4. Dominant sol koroner sistem:** (A), LAO projeksiyon sağ koroner arterin küçük olduğu (rudimenter?) ve düğüm noktasına (crux) ulaşmadan önce sonlandığı görülmekte. (B-C), RAO ve sol lateral projeksiyon, sirkümfleks RCA'ya göre daha büyük ve PDA'yı (P) vermekte (ok), birçok posterolateral dal çıkışı da (ok başı) görülmekte.

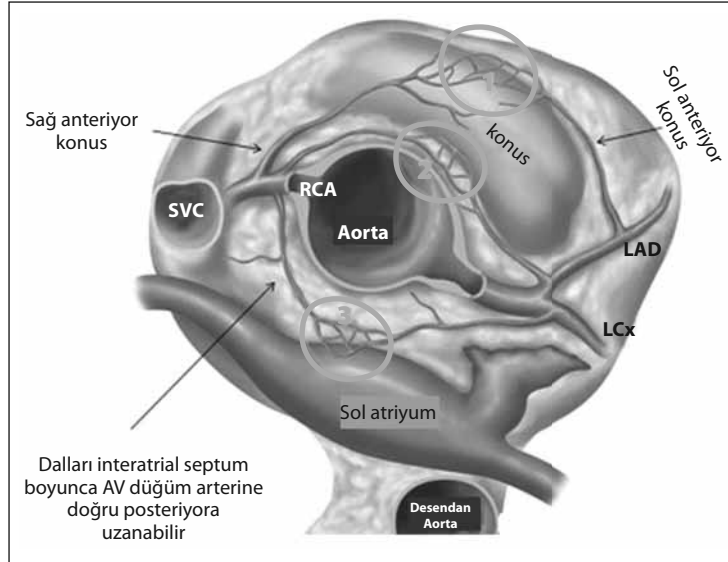


**ŞEKİL 5. Dominant sağ koroner arter:** (A) ve (B), LAO ve RAO projeksiyonlarda RCA'nın distal segmenti sol atriyoventriküler olukta seyretmekte PDA (P) dalını verdikten sonra, RCA birçok posterolateral dal vermekte. (C) Değişik PDA çıkışı; RCA'dan erken çıkan PDA, lürunkal (RCA) artere paralel seyrediyor ve posteriyor interventriküler oluğa giriyor. (D) RAO projeksiyonda PDA'nın RCA'nın sağ ventriküler dalından çıktığı görülmekte. (E) LAO projeksiyonda PDA ikilenmekte (oklar).



**ŞEKİL 6. Sağ hafif dominant. (A) ve (B), LAO ve RAO projeksiyonlar. Konus (C) ve sinoatriyal (S) dalların ikisinin RCA'dan çıktığı görülmekte. PDA çıkışı ötesindeki distal RCA bölümü kısa ve bir tek küçük posteriyör desendan arter (P) sol ventrikül dalını vermekte (ok sol atriymu işaret etmekte). (C-E), RAO ve sol lateral projeksiyonlarda sol koroner arter. Sirkümfleks arter 4 obtuz marginal dal vermekte, en distal olanı (ok) SV'nin diyafragmatik yüzünün bir bölümünü kanlandırmakta. LAD'den, biri küçük ve biri de orta büyüklükte iki diyagonal dal çıkmakta.**

Kısaltma: L = Sol anterior desendan arter; C = Konus dalları; S = Sinoatriyal nodal arter; P = Posteriyör desendan arter.



**ŞEKİL 2.** Kalp tabanındaki vasküler halkalar: 1. Yeşil çember = Prekonal halka (Viussens halkası), 2. Yeşil çember = Retrokonal halka, 3. Yeşil çember = Retroaortik halka (Kugel'in interatriyal halkası) (12).

Kısaltma: AV-Atriyoventriküler; SVC, Superiyör vena kava.

*Sağ koroner arter klinik olarak proksimal, mid ve distal olmak üzere 3'e ayrılır (Şekil 2);*

1. Proksimal RCA: Ostiumdan birinci sağ ventrikül dalına kadar olan bölüm
2. Mid RCA: Birinci sağ ventrikül dalından akut marginal dalına kadar olan bölüm
3. Distal RCA: Akut marginal daldan cruxa kadar olan bölüm

Sağ koroner arterin ilk dalı genelde konus dalıdır. Konus dalı konus arteriozusu besler. Sağ koroner arterin verdiği bir diğer dal olan atriyal dal sağ atriyumunu besler ve sinoatriyal nodal arter dalını verir. Bu dal Bachman tümseği, krista terminalis ve sağ-sol atriyal serbest duvarları besler. Atriyal dalların çoğu sağ koroner arterden çıkar ve bunların sol koroner arter dolaşımına etkisi çok azdır. Sağ koroner arterin diğer dalları, akut marjinal dal ile anterior ventriküler daldır.

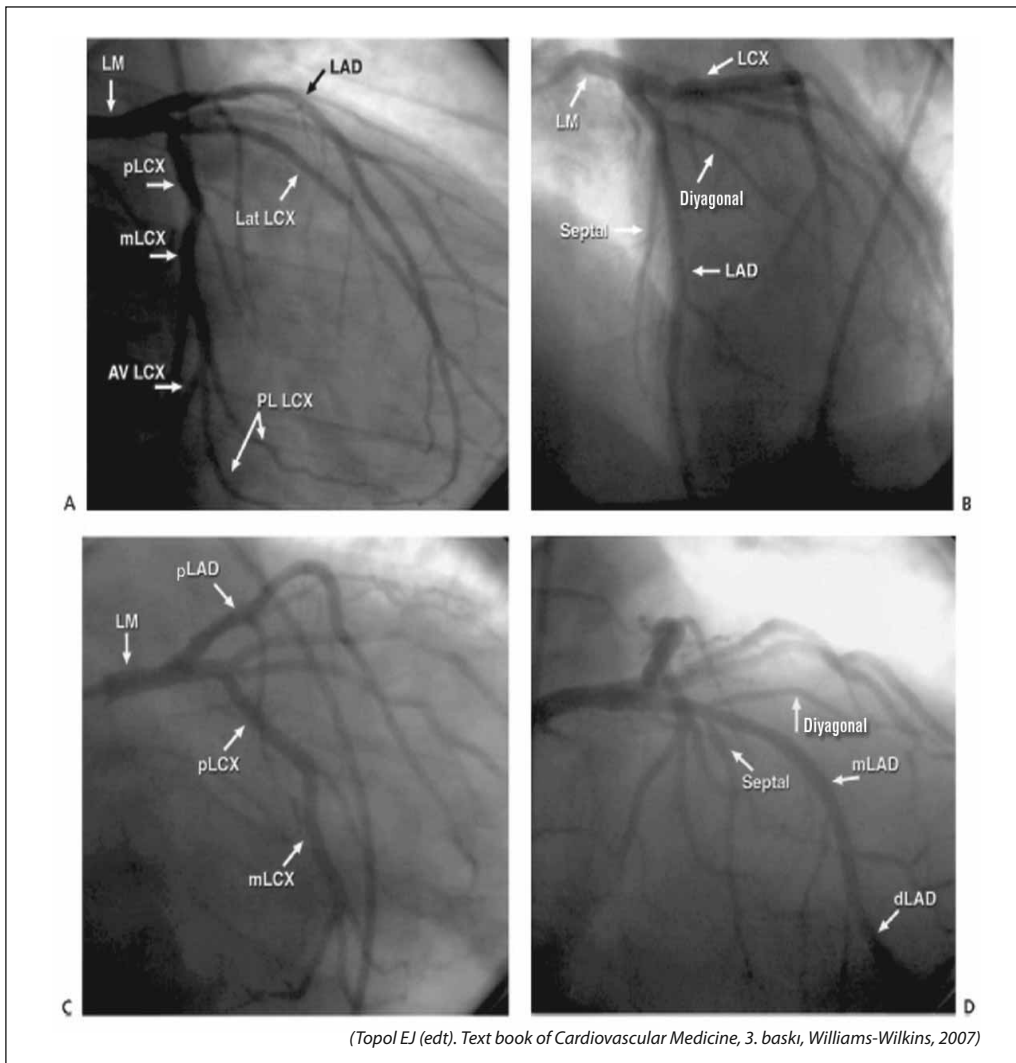
Birçok hastada (%85-90) sağ koroner arter atriyoventriküler oluktan kalbin posteriyör duvarına dönerek posterior desendan arter (PDA) dalını verir. Sağ koroner arterin dik olarak dallanıp posterior interventriküler oluğa girdiği nokta 'crux' olarak adlandırılır. Daha önce de bahsedildiği gibi posterior desendan arter sağ koroner arterden çıkıyor ise sağ dominantan söz edilir. Posterior desendan arter, posterior interventriküler sulkusta ilerleyerek apekse kadar uzanır. Bazı küçük dallar, septumu deler ve septumun 1/3 arka kısmını besler.

RCA sağ ventrikülün ön 2/3'ü, kalbin sağ kenarı, sağ atriyum, interventriküler septumun arka 1/3'ü ve posteromediyal mitral papiller kası besler.

Sinoatriyal nodun %60'ı RCA ve %40'ı Cx'ten beslenir. Atriyoventriküler nodun ise %80'i RCA, %20'si Cx'ten beslenmektedir. (13)

### Anjiyografik Koroner Anatomi:

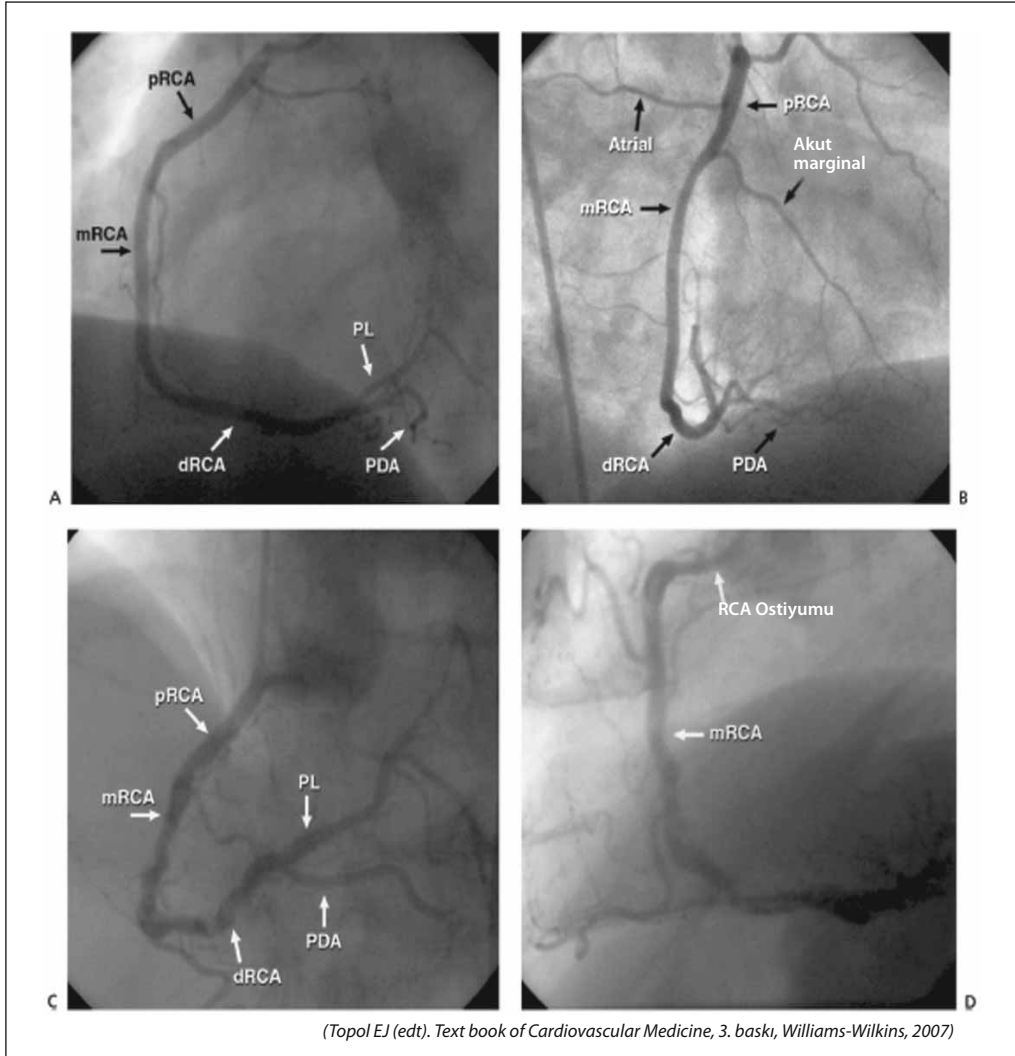
Koroner arterlerin segmentlerinin (dolayısı ile jeopordize miyokardiyum büyüklüğünü) ve anatomisinin doğru olarak tanımlanabilmesi için sol (Şekil 7) ve Sağ (Şekil 8) koroner arterlerin ayrı ayrı ve farklı projeksiyonlarda koroner anjiyografik görüntülerinin alınması gerekir.



**ŞEKİL 7. Normal Sol Koroner Arter Sistemi. A.** Anjiyografik RAO ve **B.** LAO kraniyal projeksiyonlarda, **C.** AP kaudal projeksiyon, **D.** RAO kraniyal projeksiyonda

Kısalt: AV: -sirkümfleksin atriyoventriküler devamlılığı. dLAD: -distal LAD, mLCX: -Mid sirkümfleks, PL: -Posterolateral dal. pLAD: Proksimal LAD, pLCX: -Proksimal sirkümfleks.





**ŞEKİL 8. Normal sağ koroner arter: Koroner anjiyografide A- LAO projeksiyon. B- RAO projeksiyon. C- AP kraniyal projeksiyon. D- Lateral projeksiyon.**

Kısalt: dRCA: -distal sağ koroner arter, mRCA: -Mid (orta) sağ koroner arter, PDA: -Posteriyor desendan (arkadan inen) arter, PL: -Posterolateral dal.

**Kaynaklar**

1. Angelini P. Coronary artery Anomalies-Current Clinical Issues Tex Heart Inst J 2002; 29:271-8
2. Mc. Alpine W. Heart and Coronary Arteries: An anatomic Atlas for Radiologic Diagnosis and Surgical Treatment. New York: Springer –Verlag; 1975
3. Sigwart U. Non-surgical myocardial reduction for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Lancet 1995; 346:211-4
4. Spindola-Franco H, Grose R, Solomon N. Dual left anterior descending coronary artery: angiographic description of important variants and surgical implications. Am Heart J 1983;105:445–55.
5. Polacek P, Kralovec H. Relation of myocardial bridges and loops on the coronary arteries to coronary occlusions. Am Heart J 1961; 61: 44-52.
6. Çay S, Öztürk S, Cihan G, Kısacık HL, Korkmaz S. Angiographic prevalence of myocardial bridging. Anadolu Kardiyol Derg 2006; 6: 9-12.
7. Bourassa MG, Butnaru A, Lespérance J, Tardif JC. Symptomatic myocardial bridges: overview of ischemic mechanisms and current diagnostic and treatment strategies. J Am Coll Cardiol 2003; 41: 351-9.
8. Schlesinger, MJ. Relation of the anatomic pattern to pathologic conditions of the coronary arteries. Arch Path 1940; 30:403-15
9. Netter FH. The Netter collection of medical illustrations. In Yonkman FF Volume 5 heart New York, ICON learning systems, 2001; pp:16-17
10. Ortale JR, Keirella RCB, Sacilotto L. The Posterior Ventricular Branches of the Coronary Arteries in the Human Heart Arquivos Brasileiros de Cardiologia 2204; 468-72
11. Nerantzis CE, Marianou SK, Koulouris SN, et al. Kugel's Artery. Tex Heart Inst J 2004;31:267-70
12. Diagnosis of Conotruncal Anastomotic Collateral Rings Using CT Angiography, Farhood Saremi, MD; Graydon Goodman, MS; Alison Wilcox, MD; Raff, Salibian, MD; Gabriel Vorobiof, MD, J Am Coll Cardiol Img. 2011; 4(12): 1320-1323.
13. Gabella G. Cardiovascular In: The Late Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, Ferguson MWJ. Thirty –eight edition, Gray's Anatomy. ELBS 1995, pp:47-112.

## 2.2.B. KORONER ARTER ANOMALİLERİ

Uzm. Dr. Özge Özden Tok, Dr. Emre Ertürk, Uzm. Burçak Kılıçkiran Avcı

Koroner anjiyografi yapılan hastaların yaklaşık %0.5'inde koroner arterlerin anomal çıkışı saptanmaktadır (1) (Tablo 1). En sık görülen anomali sol ön inen koroner arter (LAD) ve sirkümfleksin (CX) sol ana koroner arter yerine ayrı ayrı çıkmasıdır (%35.3). Bunu sağ koroner arterin (RCA) sol koroner sinüsten çıkması (%20.6) ve Cx'in sağ koroner sinüsten çıkması (%20) takip etmektedir. Tek koroner arter daha az sıklıkta görülmektedir (%8.8) (1) (Tablo 2). Koroner arter çıkış anomalileri miyokardiyal iskemi yaratan ve yaratmayan olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar (2,3) (Tablo 3).

**TABLO 1.** 1950 anjiyogramda koroner anomali sıklığı

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Koroner anomaliler (5.64).                  |
| Ayrılmış RCA (1.23).                        |
| Ektopik RCA (sağ kasp): (1.13).             |
| Ektopik RCA (sol kasp): (0.92).             |
| Fistüller (0.87).                           |
| Sol ana koroner arterin olmaması (0.67).    |
| Sağ kasptan çıkan sol sirkümfleks (0.67).   |
| Sağ kasptan çıkan sol koroner arter (0.15). |
| Alçaktan çıkan RCA (0.1).                   |
| Diğer anomaliler (0.15).                    |

Angelini P (edt). Coronary artery anomalies: A Comprehensive Approach. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 1999, p.42

**TABLO 2.** Anjiyografi popülasyonunda farklı konjenital koroner anomalilerin insidensi (n = 4 100)

| Koroner anomaliler                          | Anjiyografik insidens (%) | Anomali insidensi (%) |
|---------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Koroner çıkış ve dağılım (gidiş) anomalisi: | 0.85                      | 89.74                 |
| SKS/NAS'dan RCA'nın çıkış anomalisi:        | 0.46                      | 48.74                 |
| RCS/RCA'dan Sirkümfleksin çıkış anomalisi:  | 0.34                      | 35.89                 |
| RCS'den LAD'nin çıkış anomalisi:            | 0.02                      | 2.56                  |
| ALCAPA                                      | 0.02                      | 2.56                  |
| Koroner arter fistülü                       | 0.09                      | 10.25                 |

N. Garg et al. International Journal of Cardiology 74 (2000) 39-46)

**TABLO 3.** İskemi oluşumuna göre koroner anomaliler

| İskeminin Tipi            | Koroner Anomali                                                                                                                                                           |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>İskeminin olmaması</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Anomalilerin büyük bölümü (sağ kasptan çıkan RCA, sol kasptan çıkan ektopik RCA).</li> </ul>                                       |
| <b>Epizodik iskemi</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Koroner arterin karşı sinüsten çıkış anomalisi (ACAOS).</li> <li>Koroner arter fistülleri.</li> <li>Miyokardiyal köprü.</li> </ul> |
| <b>Zorunlu iskemi</b>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sol koroner arterin Pulmoner arterden çıkış anomalisi (ALCAPA).</li> <li>Koroner ostiyal atrezi veya ciddi darlık.</li> </ul>      |

Kısalt: ACAOS: Anomalous of a coronary artery from the opposite sinus.  
ALCAPA: Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery.

## A. MIYOKARDİYAL İSKEMİ YARATAN ANOMALİLER

### 1. Koroner Arter Fistülleri:

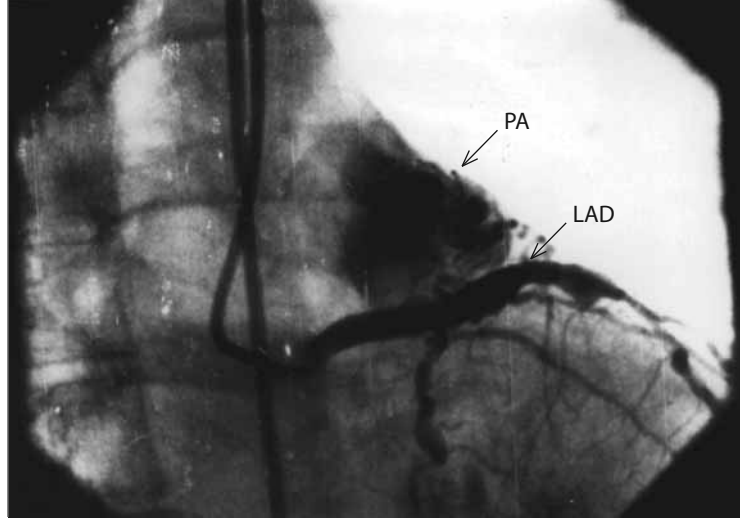
Koroner arter fistülleri, koroner dolaşımın hemodinamisini anlamlı etkileyen en sık görülen koroner arter anomalileridir (4-6). Koroner arter anomalilerinin yaklaşık %14'lük bir kısmını oluşturmaktadırlar. Sağ ve sol koroner arterler kendilerine ait sinüslerden normal olarak çıkarlar; ancak anormal olarak kalp boşluklarına, pulmoner artere veya pulmoner venlere açılırlar (Şekil 9). Fistül sağ kalp boşluklarına veya pulmoner artere açılıyorsa *arteriyovenöz fistül* olarak tanımlanmakta ve arteriyel kanın venöz kana karışmasına neden olmaktadır. Sol kalp boşluklarına açılanlar ise *arteriyel fistüller*dir (7) (Şekil 10).

- Koroner arter fistülü olan hastaların yarısı asemptomatik kalırken, diğer yarısında KKY, infektif endokardit, miyokardiyal iskemi veya anevrizma rüptürü gelişebilir. Vakaların yaklaşık %50'sinde fistüller RCA veya dallarından kaynaklanmaktadır. Soldan sağa şant vakaların %90'ından fazlasında görülmektedir. Fistüllerin çıkış yeri ve lokalizasyonunu belirlemede en iyi metod koroner anjiyografidir.

### 2. Sol Koroner Arterin Pulmoner Arterden Çıkması:

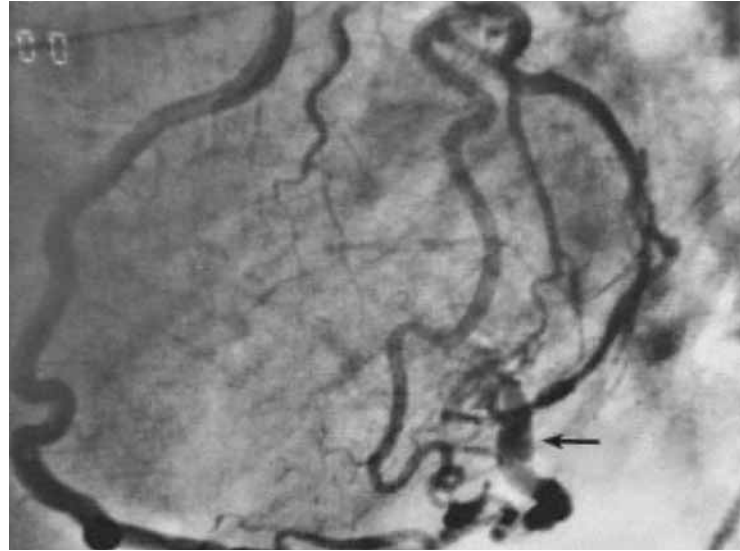
Sol ana koroner arterin pulmoner arter veya dallarından köken almasıdır (ALCAPA) (Şekil 11). ALCAPA'nın infantil formu 'Bland-White-Garland Sendromu' olarak bilinmektedir. Tüm doğumsal kalp anomalilerinin %0.24'üdür (8).

- Genelde fataldır; ancak erken teşhis edilirse cerrahi olarak tedavi olanağı vardır. ALCAPA'da klinik belirti ve bulguların ortaya çıkma zamanı değişkendir ve kollateral dolaşımın yeterli olup olmaması ile ilişkilidir (9). Hastaların yaklaşık %25'i adölesan döneme kadar yaşayabilir; ancak bunlarda mitral yetersizlik, angina veya KKY gelişir.



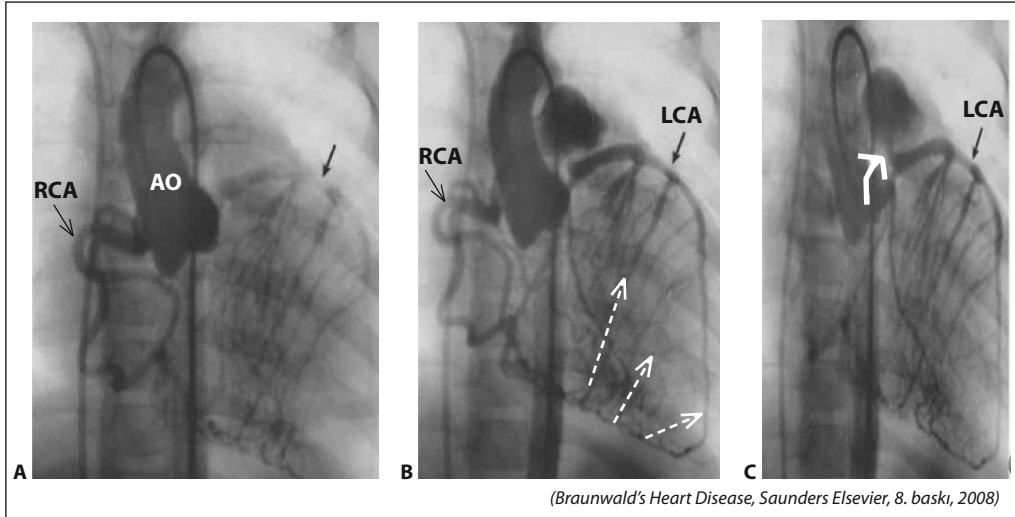
(N. Garg et al. / International Journal of Cardiology 74 (2000) 39-46)

**ŞEKİL 9.** Proksimal LAD-PA (oklar) arasında fistül.



(Braunwald's Heart Disease, Saunders Elsevier, 8. baskı, 2008)

**ŞEKİL 10.** Sol ventriküle boşalan konjenital fistül: Sol koroner anjiyogram LAO projeksiy-  
onda fistül görülmekte (ok).



**ŞEKİL 11. (A)** Sol koroner arterin (LCA), pulmoner arterden (PA) anormal çıkışı [A-C]. Torasik anjiyogramda büyük sağ koroner arteri (RCA) ve sol koroner arterin (LCA) anterograd doluşu yok. LCA RCA'dan yoğun kollateraller ile dolmakta (düz oklar). LCA'nın PA'dan anormal çıkışı aortogramın geç fazında görülmekte (C, eğri beyaz ok).

**(B)** Sağ koroner anjiyogramda RAO projeksiyonda LCA'nın RCA'dan kollateraller ile doluşu.

**(C)** Aortogramın geç fazında LCA'nın pulmoner arterden doluşu.

- Aortografide tipik olarak sol koroner sinüsün yokluğu ile birlikte geniş bir RCA görülür. Aortogramın geç fazında LAD ve Cx dalları RCA dalları tarafından dolar (Fig-LAD-PA). Geniş bir kollateral dolaşım mevcut ise klinik gidiş daha iyidir. Nadiren RCA da pulmoner arterden kaynaklanabilir.

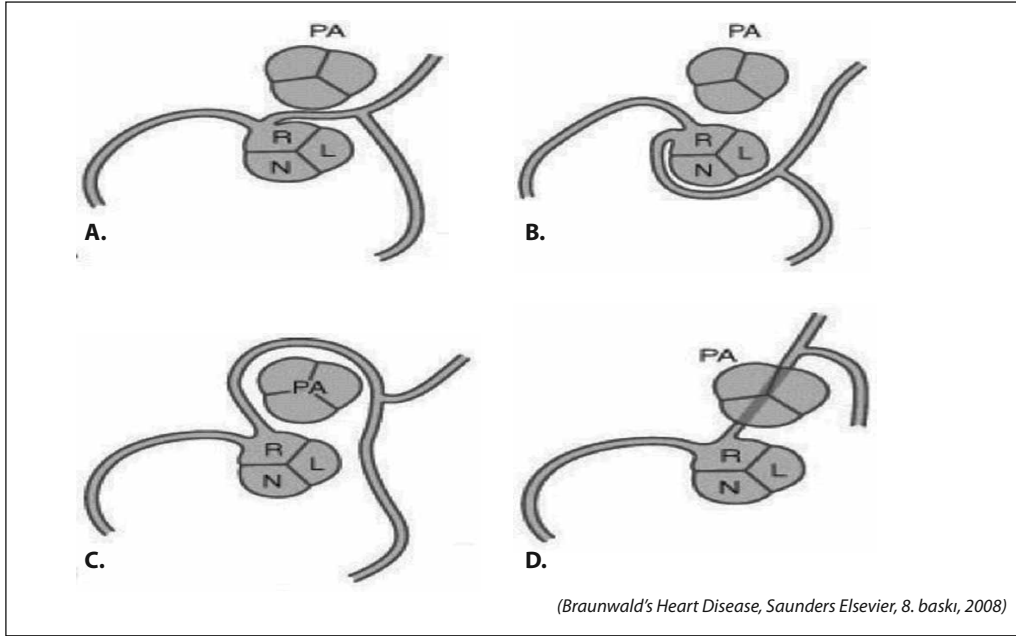
### 3. Konjenital Koroner Stenoz veya Atrezi:

Koroner arterlerin konjenital stenoz veya atrezisi izole bir lezyon olabilir veya diğer konjenital anomaliler ile birlikte olabilir.

- Bu anomaliler kalsifik koroner skleroz, supravavüler aortik stenoz, homosistinüri, Friedreich ataksisi, Hurler Sendromu, progeria ve rubella sendromu olabilir. Bu durumlarda *atrezik* koroner arter karşı tarafın koroner arterinden gelen kollateral dolaşım ile dolmaktadır (10).

### 4. Koroner Arterlerin Kontralateral Sinüsten Çıkış Anomalisi:

İlk olarak 1974'te detaylı bir şekilde incelenmiş olan sol koroner arterin sağ koroner sinüsten anormal olarak çıkışının (Şekil 12) özellikle yoğun egzersiz sonrası ani ölüme yol açabildiği



**ŞEKİL 12. Aortik sinüslerden koroner çıkış anomalileri: (A) İnterarteriyel (aorta ve pulmoner arter arasından). (B) Retroaortik, (C) Prepulmonik ve (D) Septal (Sağ ventrikül çıkış yolunun altından).**  
Kısaltma: L-Sol koroner sinüs, N-Nonkoroner sinüs).

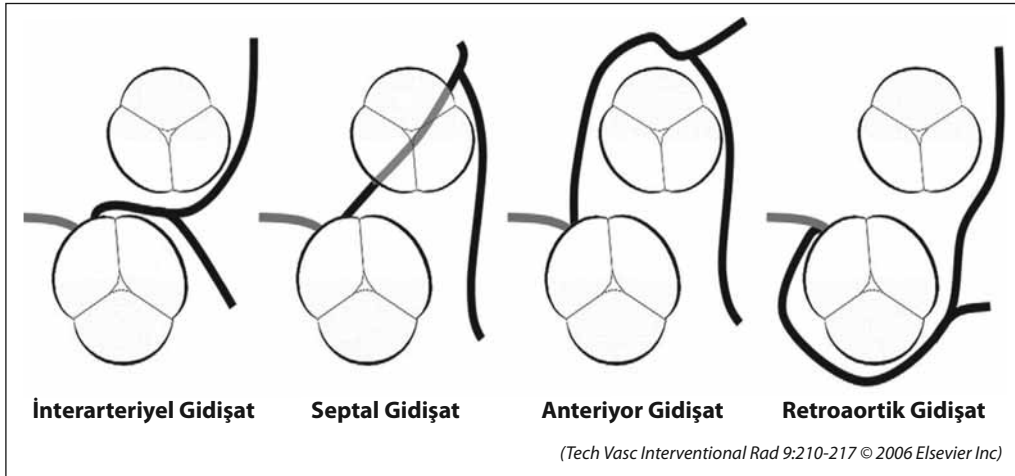
gösterilmiştir (11,12). Daha sonraki yıllarda sağ koroner arterin sol koroner sinüsten anormal şekilde çıkışının da daha az sıklıkta da olsa egzersiz sırasında ani ölüme yol açabildiği gösterilmiştir (13) (Tablo 4).

- Bir koroner arterin çıkması gereken aortik sinüs yerine karşı tarafın koroner sinüsünden çıkması durumunda; koroner arter ostiyumunun yeri ve anatomisi dışında, koroner arterin normal dağılım göstereceği yere (jeopardize miyokardiyum) ulaşana kadar katettiği yol ve bu bölgenin önemi ile ilgili klinik sonuçlar da önemlidir (Şekil 13, Şekil 14).
- Sol koroner arterin sağ koroner sinüsten (Şekil 15) veya sağ koroner arterin sol koroner sinüsten çıkması gibi potansiyel olarak ciddi kabul edilen ve yetişkin çağına ulaşmadan mortal olabilen koroner arter anomalilerini düşündüğümüzde yetişkinlerin dahil edildiği çalışmaların yetişkinlerdeki gerçek koroner arter anomalilerini yansıtmadığı düşünülmektedir. Burdan da anlaşılabileceği gibi koroner arter çıkış anomalilerinin gerçek sıklığını bilmek oldukça güçtür.

**TABLO 4.** Yanlış valsava sinüsünden çıkan koroner arter anomalilerinin koroner iskemi ve/veya ani kalp ölümü riski

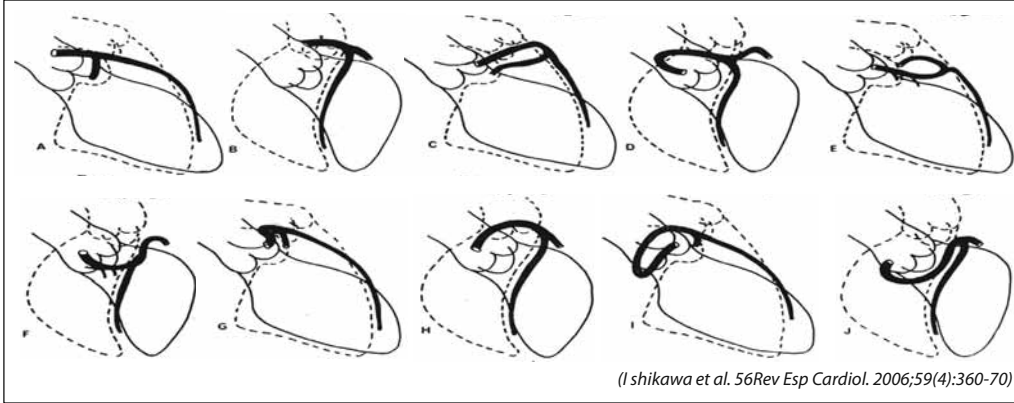
| Düşük Risk                                                                       | İntermediyer Risk                                                                                                                                                                              | Yüksek Risk                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| RCA veya sağ koroner sinüsten Sirkumflex arter çıkışı<br>Tek damar koroner arter | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sol koroner arterin sağ koroner sinüsten çıkışı.</li> <li>RCA'nın sol koroner sinüsten çıkışı.</li> <li>LAD'nin sağ koroner sinüsten çıkışı.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Sağ koroner sinüsten çıkan sol koroner arter (interarteriyel gidişat).</li> <li>Sol koroner sinüsten çıkan RCA (interarteriyel gidişat).</li> <li>Sağ koroner sinüsten çıkan LAD (interarteriyel gidişat).</li> </ul> |

Rev. Esp Cardiol. 2006;59(4):360-70



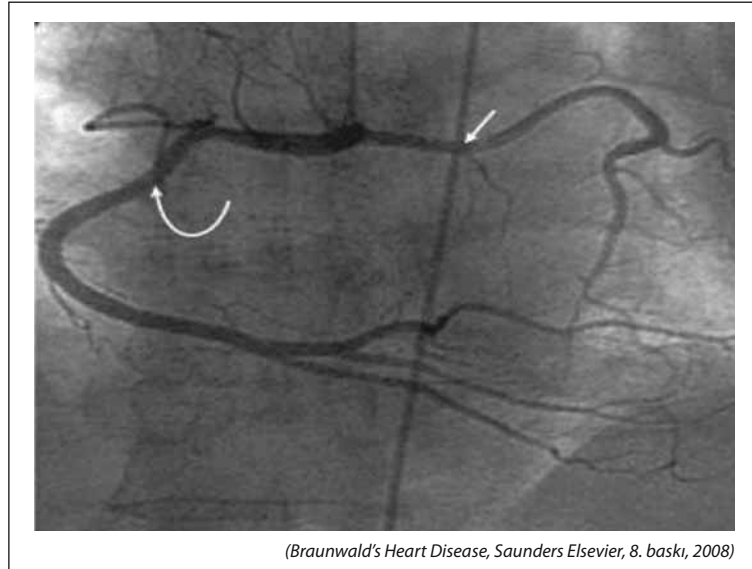
**ŞEKİL 13.** Aort kökü ve PA arasında seyreden sol koroner arterin seyir (gidişat) anomalileri; 4 olası yol: (1) İnterarteriyel seyir, (2) trans septal (intraseptal veya subpulmonik) seyir, (3) sağ ventrikül çıkış yoluna kadar anteriyor (anteriyor veya prepulmonik seyir), (4) ve aort köküne kadar posteriyor (retroaortik seyir).





(I shikawa et al. 56Rev Esp Cardiol. 2006;59(4):360-70)

**ŞEKİL 14. LAD ve proksimal sirkümfleks arterlerinin RAO (A, C, E, G, I) LAO projeksiyonlarda (B, D, F, H, J) koroner anjiyografi görüntülerin çizimleri:** Sağ sinüs valsaldan çıkan sol koroner arterin başlangıçtaki muhtemel farklı seyirlerini göstermekte: **A** ve **B** normal koroner arteri göstermekte, **C** ve **D** "anterokraniyal kulp" göstermekte, anterior seyirde; **E** ve **F**; "anterokaudal kulp", inter arteriyel seyir; **I** ve **J** "posterokaudal kulp", retroaortik seyirde tarif edilmiştir.



(Braunwald's Heart Disease, Saunders Elsevier, 8. baskı, 2008)

**ŞEKİL 15.** Sağ koroner arter sağ koroner sinüsten akmakta (eğik beyaz ok), fakat LAD'de sağ koroner sinüsten akmakta ve pulmoner arterin altında gitmekte (düz beyaz ok).

### 5. Tek Koroner Arter:

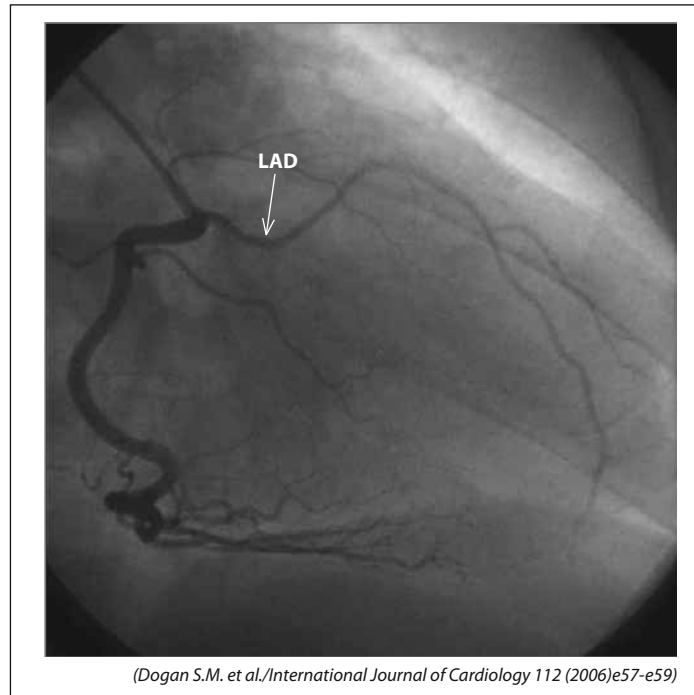
Tek koroner arter; hem sol hem de sağ koroner arterin aortadaki tek ostiumdan çıkması olarak tanımlanmıştır. Bu anomalinin değişik varyasyonları vardır (Şekil 16). Hemodinamik olarak anlam teşkil ettiği durum ise majör bir dalın aorta ve sağ ventrikül çıkım yolu arasından geçtiği durumdur (14).

## B. MİYOKARDİYAL İSKEMİYE NEDEN OLMAYAN KORONER ANOMALİLER

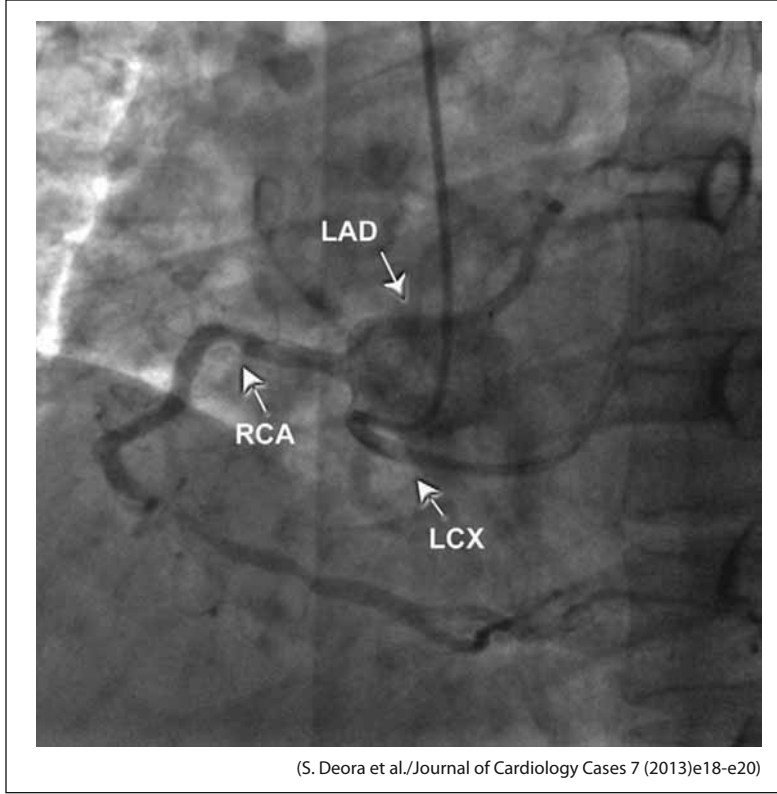
Bu kategorideki anomalilerde, koroner arterler aortadan kaynaklanır; fakat kaynaklandıkları yerler alışılmışın dışındadır. Bunlarda miyokardiyal perfüzyon normaldir, ancak aorto-koroner bypass cerrahisine gidenlerde bu damarların kanülasyonu problemlili olabilir. Bu anomaliler koroner anjiyografi yapılan hastaların %0.5-1'inde görülmektedir.

### 1. Sol Ana Koroner Arterin Olmaması:

Sol ana koroner arter yokluğu, sol ön inen koroner arter ile sirkumfleks arterin sol sinüs valsavdan ayrı ayrı ostiumlar ile çıkması ile karakterizedir (Şekil 17). Tüm koroner arter anomalilerinin %35.3'üdür. En sık görülen koroner arter anomalisidir (%0.41) (15).



**ŞEKİL 16.** RCA injeksiyonu için RAO projeksiyonda, LAD RCA'dan çıkmakta.



**ŞEKİL 17.** Her üç koronerin de sağ koroner sinüsten ayrı ayrı çıkışı.

Sol ana koroner arter, sol ön inen arter veya sirkumfleks arterden birisinin sol sinüs valsvalva dışında bir yerden ektopik çıkması durumunda bu hastalarda sol ana koroner bulunamaz; ikincil sol ana koroner arter yokluğu olarak adlandırılır (16).

Anjiyografik olarak sol ana koroner arterin çok kısa olması ile yokluğunun ayırt edilmesi oldukça güç olabilir. Bu durumda sol anterior oblik-kaudal pozisyonda sol sinüs valsvalva içine kontrast vermek ayrımı sağlayabilir.

Sol ana koroner arterin yokluğu hemodinamik bozukluğa yol açmaz, benign bir anormali olarak kabul edilmektedir. Ancak eğer anjiyografide tanınmadığında; yanlışlıkla bir koroner arterin tam tıkalı olduğu veya doğumsal olarak bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir, bu durum gereksiz revaskülarizasyon ile sonuçlanabilir.

Sol ana koroner arterin olmadığı hastalar, en ağır koroner arter hastalığı tipi olan sol ana koroner arter darlığı ya da tıkanmasından doğal olarak korunmuşlardır. Bu durumun hastalar için koruyucu bir özellik olduğu da düşünülebilir.

## 2. Koroner Arterlerin Uygun Sinüsten Anormal Çıkışları;

### Yüksek, Alçak ve Komissürel Çıkışlar:

Koroner arterlerin uygun sinüsten anormal çıkışları temel olarak üç gruba ayrılmaktadır:

1. Yüksek çıkış
2. Alçak çıkış
3. Komissürel çıkış

Komissürel çıkış, bir koroner arter ostiyumunun aort kapak komissürlerine veya inter-küspal üçgene 5 mm'den daha yakın olması durumuna verilen addır.

Yüksek çıkışlı koroner arterleri tanımlamak güçtür; çünkü sinotubuler bileşkenin üstü çıkan aorta olarak kabul edilmektedir. Sinotubuler bileşkenin üzerinden kaynaklanan koroner arterlerin yüksek çıkışlı mı yoksa asendan aortadan ektopik çıkışlı mı olduğu konusundaki ayrım oldukça zordur ve hiçbir yazar bu ayrımı yapamamaktadır.

Yüksek çıkışlı koroner arterlerde bazı sorunlar yaşanabilmektedir. Böyle koroner arterlerin bir bölümü intramural seyredebilmekte ve bu bölüm basıya uğrayabilir. Ayrıca yüksek çıkışlı arterlerde yarık tarzı ostiyumlar bulunmaktadır. Hem ostiyumların yarık tarzı olması hem de diyastolde kanı göllendirecek bir sinüs bulunmadığından koroner kanlanmada bazı problemler görülebilmektedir. (17-19)

Alçak çıkış anomalisi için ise kesin bir tanımlama bulunmamaktadır. Genel olarak aortik anülüs seviyesinin altında küspislerin alt kenarına yakın çıkışlar olarak kabul edilmektedir.

Bu arterlerin yerinin kateter ile bulunması kolay değildir ve işlem sırasında daha fazla kontrast madde kullanımı ve daha fazla floroskopi zamanı gerektirebilir.

Eğik çıkışlı koroner arterlerde ostiyal darlıklar daha sık görülmektedir. Bu darlıklar aterosklerotik olabilecekleri gibi konjenital ostiyal kabartılara veya fibröz kalınlaşmalara bağlı olabilirler. Eğik çıkışın koroner arter hastalığı riskini artırması dışında yüksek ve alçak çıkışlar önemli bir klinik sonuç yaratmazlar.

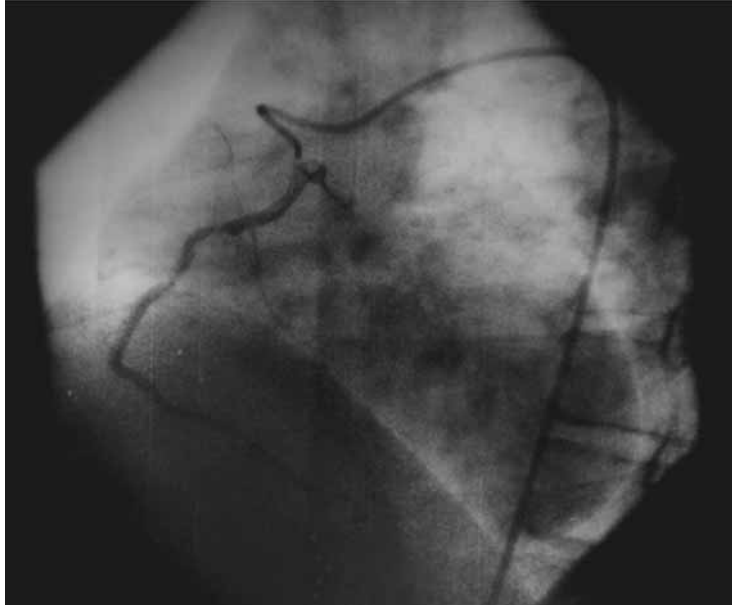
## 3. Çıkan Aortadan Koroner Arter Çıkışları:

Ektopik bir koroner arter ostiyumu aort kökünün üzerinde, çıkan aorta yerleşimli olabilir. Genelde asemptomatik seyreder. En sık aortanın anterior-sol duvarında bulunur (20-22). Çıkan aortadan en sık ektopik çıkış gösteren arter sağ koroner arterdir (Şekil 18). Sol ana koroner arter, sol ön inen arter ya da sirkumfleks arter ayrı ayrı ektopik çıkış gösterebilir. Bir koroner arterin çıkan aortadan kaynaklanması yalnız başına önemli bir sorun teşkil etmemekle birlikte bu hastalarda ostiyal lezyonlar görülebilmektedir.

Bu hastaların koroner anjiyografileri güç olabilir. Biplan anjiyografi yapılması gerekebilir. Aortografide koroner ostiyum bulunduktan sonra koroner artere oturulmalıdır. Sones, multipurpose ve sol Amplatz kateter bu amaçla kullanılabilir.

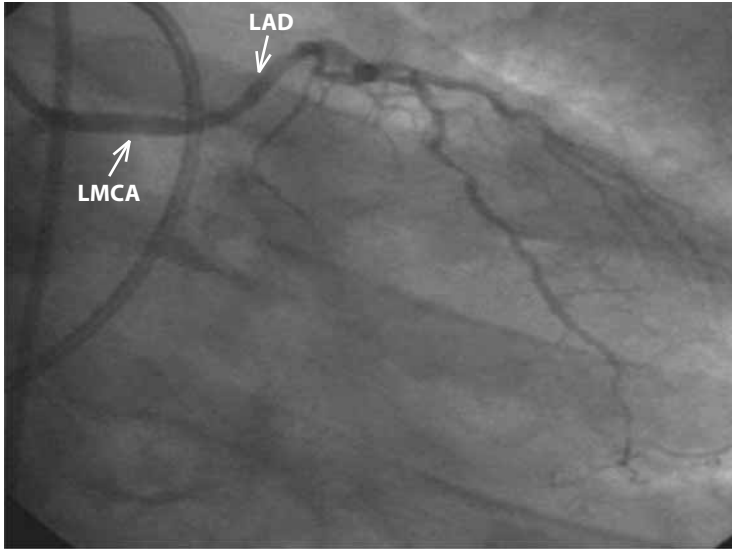
## 4. Sirkumfleks Arterin Sağ koroner Sinüsten Kaynaklanması:

3000 hastalık bir seride bu anomali sıklığı %0.67 olarak bulunmuştur (Şekil 19). Anormal Cx genelde RCA'nın arkasından kaynaklanır ve aortanın aşağıya ve arkasına doğru ilerler ve sol atiyoventriküler olukta ilerler.



(N. Garg et al./International Journal of Cardiology 74(2000)39-46)

**ŞEKİL 18.** Nonkoroner sinüste aort duvarından RCA'nın çıkış anomalisi, sağ koroner artere Amplatz kateterin anormal angajmanı.



(Braunwald's Heart Disease, Saunders Elsevier, 8. baskı, 2008)

**ŞEKİL 19.** Sağ koroner sinüsten LCX çıkış anomalisi. LAD sol koroner sinüsten olağan lokalizasyonunda çıkmakta, fakat sol sirkümfleks arter yok.

## Kaynaklar

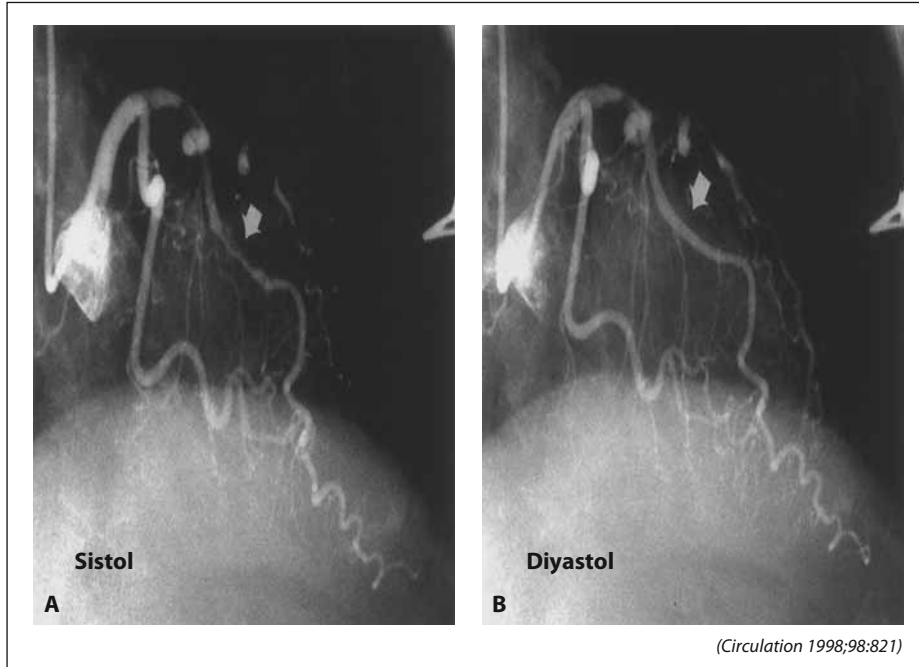
1. Hari Krishnan S, Jacob S, Tharakan J, et al: congenital coronary anomalies of origin and distribution in adults: A coronary arteriographic study. *Indian Heart J* 54:271, 2002
2. Angelini P: Coronary artery anomalies- Current clinical issues: definitions, classification, incidence, clinical relevance, and treatment guidelines. *Tex Heart Inst J* 29: 271. 2002.
3. Rapp A, Hillis L: Clinical consequences of anomalous coronary arteries. *Coron Artery Dis* 12:617, 2001
4. Levin DC, Fellows KE, Abrams HL. Hemodynamically significant primary anomalies of the coronary arteries. *Circulation* 1978;58:25-34
5. Liberthson RR, Sagar K, Berkoben JP, Weintraub RM, Levine FH. Congenital coronary arteriovenous fistula. *Circulation* 1979;59:849-854
6. Demirkılıç U, Özal E, Bingöl H, Cingöz F, Günay C, Doğanç S, Kuralay E, Tatar H. Surgical treatment of coronary artery fistulas: 15 years' experience. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2004; 12:133-138
7. Papaioannau A, Agorogiannis S, Nihoyanopoulos J, Lazzariadis D. Congenital coronary artery fistula. *Am J Cardiol* 1962; 10:588-594
8. Malec E, Zajac A and Mikuta M. Surgical repair of anomalous origin of the coronary artery from the pulmonary artery in children. *Cardiovascular Surgery* 2001; 9:292-298
9. Wesselhoeft H, Fawcett JS, Johnson AL. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary trunk: its clinical spectrum, pathology, and pathophysiology, based on a review of 140 cases with seven further cases. *Circulation* 1968; 38:403-425
10. McConell S, Collins K: Sudden unexpected death resulting from an anomalous hypoplastic left coronary artery. *J Forensic Sci* 43:708, 1998
11. Cheitlin MD, De Castro CM, McAllister HA. Sudden death as a complication of anomalous left coronary origin from the anterior sinus of valsalva: A not-so-minor congenital anomaly. *Circulation* 1974; 50:780-787
12. Leberthson RR, Dinsmore R, Bharati S, et al. Aberrant coronary artery origin from the aorta: Diagnosis and clinical significance. *Circulation* 1974; 50:774-779
13. Roberts WC, Siegel RJ, Zipes DP. Origin of the right coronary artery from the sinus of valsalva and its functional consequences: Analysis of 10 necropsy patients. *Am J Cardiol* 1982; 49: 863-868
14. Turkay C, Golbası I, Bayezid O: A single coronary artery from the right sinus of Valsalva associated with atherosclerosis. *Acta cardiol* 57:377, 2002
15. Yamanaka O, Hobbs RE. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990;21:28-40
16. Angelini P, Villiason S, Chan AV Jr., Diez JG. Normal and anomalous coronary arteries in humans. In: Angelini P (ed): *Coronary artery anomalies*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 1999; pp 27-150
17. Piegger J, Kovacs P, Ambach E. Extremely high origin of the right coronary artery from the ascending aorta. *Clin Anat* 2001; 14:369-372
18. Menke DM, Waller BF, Pless JE. Hypoplastic coronary arteries and high takeoff position of the right coronary artery. *Chest* 1985;88:299-301
19. Nerantzis CE, Marianou SK. Ectopic high origin of both coronary arteries from the left aortic wall: Anatomic and postmortem angiographic findings. *Clin Anat* 2000; 13:383-386
20. Kimbiris D, Iskandrian AS, Segal BL, Bemis C. Anomalous aortic origin of coronary arteries. *Circulation* 1978;58:605-615.
21. Liberthson RR, Dinsmore RE, Fallon JT. Aberrant coronary artery origin from the aorta. *Circulation* 1979;59:748-754
22. Chaitman BR, Lesperance J, Saltiel J, Bourassa MG. Clinical, angiographic and hemodynamic findings in patients with anomalous origin of the coronary arteries. *Circulation* 1976;53:122-131

### C. MİYOKARDİYAL KÖPRÜLEME

Büyük epikardiyal koroner arterler ve dalları normalde subepikardiyal bölgede seyrederler. Bunun istisnası septal arterlerdir, bunlar miyokard içinde seyir gösterirler. Miyokardın içinde seyreten artere '*tünelleşmiş arter*' adı verilir. Koroner arter üzerinde uzanan kasa ise 'miyokardiyal kas bandı' veya "miyokardiyal kas köprüsü, köprülemesi" adı verilir. Klinik önemi çoğunlukla sessiz kalan ve sistolik basıya uğrayan bir koroner segment ile ilişkilidir.

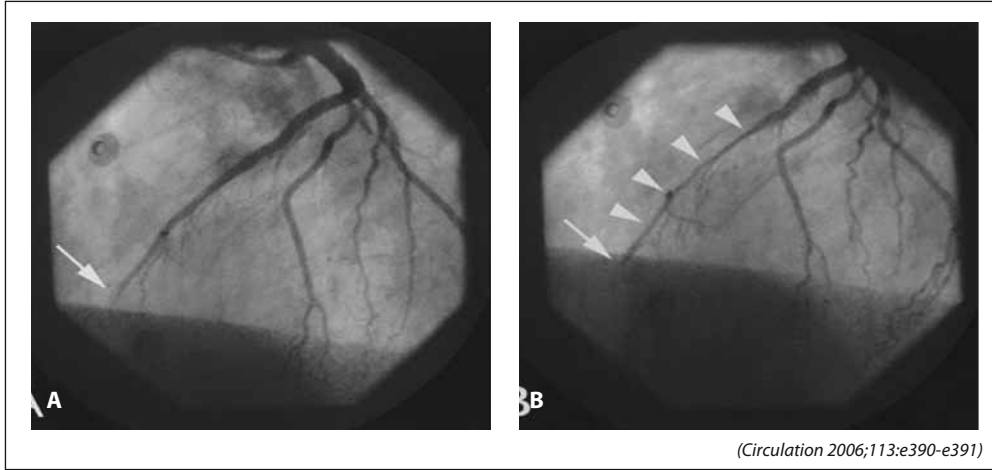
Anjiyografik olarak hafif kompresyona neden olan zayıf kas köprüsü oranı %5'in altındadır. Köprülenmiş segment dışında anjiyografik olarak normal olan koroner arterlerde provakasyon testleri sistolik miyokardiyal kompresyonu arttırarak olguların %40'ından azında miyokardiyal köprülemeye neden olabilir. (23,24) Kalp transplant alıcılarında ve hipertrofik obstrüktif kardiomyopati hastalarında, prevelansının yükseldiği tespit edilmiştir. (25)

Kas köprüleri en sık sol ön inen arterin orta segmentinde bulunurlar (26) (Şekil 20). Sağ koroner arter ve sirkumfleks arterde daha az sıklıkta rastlanır, bu damarlardaki kas lifleri atriyal miyokardiyal lif demetlerinin uzantısıdır. (27) İki paralel sol ön inen arter bulunması (*dual LAD*) gibi bir durumda bu arterlerin birisi sıklıkla intramural seyir göstermektedir. (28) Köprülenmiş segmentin derinliği tipik olarak 1-10 mm, uzunluğu ise yaklaşık 10-30 mm kadardır. (29,30) (Şekil 21). Kas köprüsü ile koroner ateroskleroz arasındaki ilişki esas



(Circulation 1998;98:821)

**ŞEKİL 20.** A'da koroner anjiyogram miyokardiyal köprüleme görülmekte; sistolde ok ile mid LAD bölümünde sistolik kompresyon görülmekte; (B)'de LAD'nin sıkıştırılmış segmentinin diyastolde normal çapına döndüğü (B, ok) görülmekte.



**ŞEKİL 21.** Sol koroner anjiyogram: **A**-LAD'nin distal okluzyonu (Ok), **B**-Mid-LAD'nin sistolik diffüz sıkıştırılması (ok-başları).

olarak sol ön inen arterde çalışılmıştır. Tipik olarak, tünel içinde kalan segmentte ateroskleroza rastlanmaz iken, köprünün proksimalindeki segmentte sıklıkla aterosklerotik plak bulunur. Köprünün proksimalindeki segmentte endotel yapısı poligon ve polimorf yapıda iken, tüneldeki segmentte endotel yapısı iğsi ve spiral yapıdadır. Sürtünme kuvveti (shear stres) tünel içinde yüksek iken, tünelin proksimalindeki segmentlerde düşüktür. Sürtünme kuvveti düşük olduğunda endotelial nitrik oksit sentetaz, endotelin-1 ve anjiyotensin dönüştürücü enzim gibi vazodilatör maddelerin salınımı artar (31), bu maddelerin tüneldeki düzeyleri proksimal ve distal tünel bölümlerinden daha düşük bulunmuştur, dolayısı ile düşük sürtünme kuvveti tünelin proksimalinde ateroskleroza engelleyici bir etki göstermektedir.

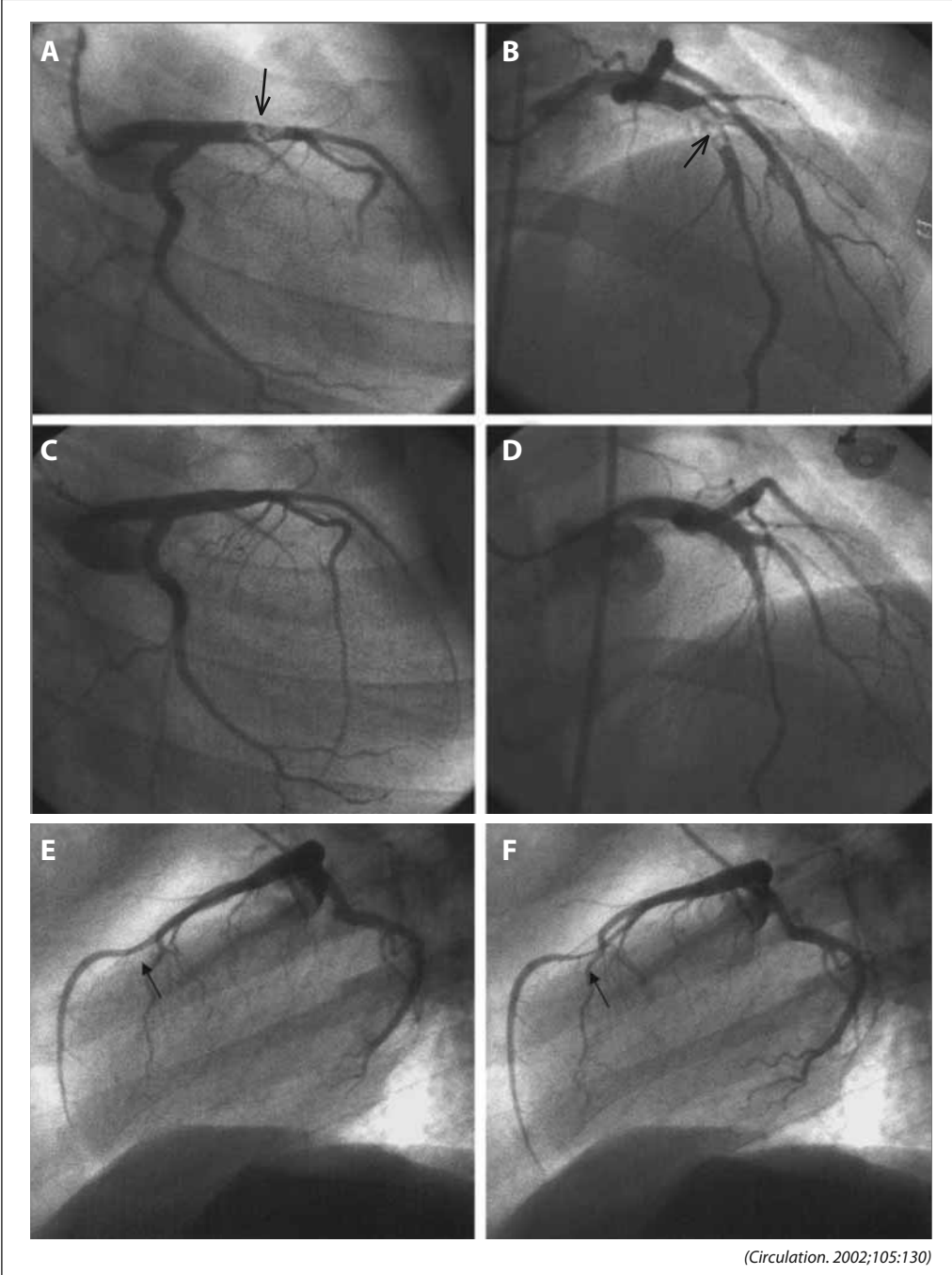
Bilindiği gibi, koroner dolum esas olarak kalp siklusunun diyastolik fazında gerçekleşmektedir. Miyokard köprülemesinde diyastolik relaksasyonda bir gecikme olabileceği düşünülmüş olsa da koroner anjiyografi ile gösterilememiştir. Yapılan çalışmalarda sol ön inen arterde %75'ten fazla sistolik daralması olan hastalarda daralmanın sadece sistolde kalmadığı ve diyastolik evrenin bir kısmını da içine aldığı gösterilmiştir (32).

- İskemi miyokardiyal köprünün uzunluğu, kalınlığı, yeri, sol ventrikül hipertrofisinin olup olmaması gibi anatomik faktörler; yüksek kalp hızı, düşük sistemik arteriyel basınç, koroner vazokonstriksiyon ve artmış trombosit agregasyonu gibi fizyolojik faktörler ile de ilişkilidir (Şekil 22).

#### Klinik önemi:

- Miyokardiyal köprüleme, genelde koroner anjiyografi sırasında rastlantısal olarak saptanır. Bununla birlikte kararsız angina pectoris, hayatı tehdit edici kardiyak aritmiler ve ani kardiyak ölüm gibi birçok klinik durum ile ilişkili olabilirler (33). Bu hastalar genellikle erkektir. Hastaların %55 ile %70'inde tipik angina yakınması vardır. Angina, miyo-





**ŞEKİL 22. Anjiyografik Trombus Görünümü.** Acil anjiyografide **A** ve **B**'de lümen içinde büyük dolum defekti ile trombus görülmekte (ok), 3 ay sonraki kontrol anjiyosunda (**C** ve **D**), dolum defekti kaybolmuş. (**E,F**) LAD'de miyokardiyal köprüleme (oklar) diastolde kompresyon (**E**) ve sistolde gevşeme (**F**).

kard iskemisi, miyokard infarktüsü, sol ventrikül sistolik disfonksiyonu, miyokardiyal stunning, paroksizmal atriyoventriküler blok, egzersizle oluşan ventriküler taşikardi ve ani kardiyak ölüm kas köprüsüne bağlı komplikasyonlar olarak karşımıza çıkabilmektedir (34). Ancak miyokardiyal köprülemenin görülme sıklığına göre bu komplikasyonlar az görülmektedir. Bu ağrıların şiddeti kas köprülerinin sistolik bası derecesi, tünelin uzunluğu veya derinliği ile ilişkili bulunmamıştır (35).

Miyokardiyal köprüleme olan hastalara yapılan miyokard perfüzyon sintigrafisi yaptırıldığında %60'a yakınında anterior duvar veya septumda perfüzyon defekti saptanmıştır. (33) Koroner anjiyografi, intravasküler ultrasonografi, intrakoroner doppler, intrakoroner basınç ölçümü gibi metodlar ile miyokardiyal köprüleme detaylı incelenebilir ve klinik önemi değerlendirilebilir yapılabilir.

### Tedavi yaklaşımı:

Mortalite ve morbiditede tedavinin faydasını gösteren kanıt olmasa da; semptomatik hastalarda miyokardiyal iske mi şikayetlerine yönelik tedavi yapılabilir.

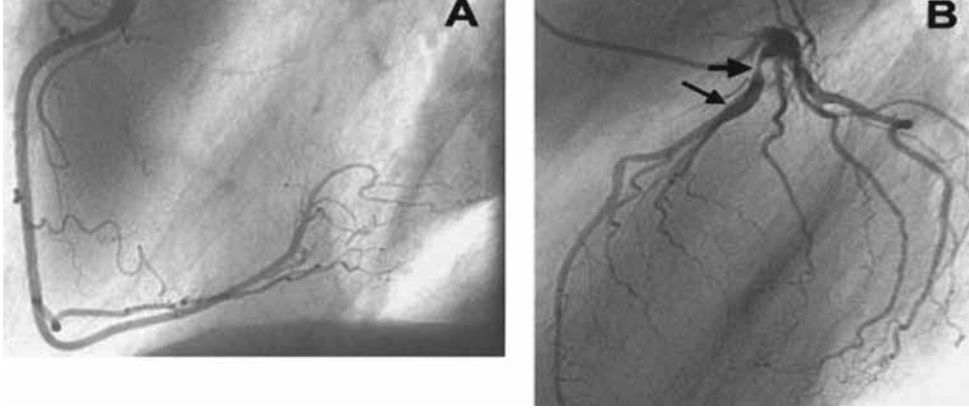
Bu tedavi yaklaşımları başlıca 3'e ayrılır. Bunlar: 1. Tıbbi tedavi, 2. Perkütan koroner girişimler ve 3. Cerrahi miyotomi veya koroner arter by-pass operasyonu.

1. Tıbbi tedavi olarak beta-blokerler, kalsiyum kanal blokerleri ve antitrombositer ilaçlardır. Özellikle beta-blokerler, sistemik ve intramural basıncı düşürerek damar üzerine dış basıyı azaltırlar, diyastol evresini uzatarak koroner perfüzyonu arttıırırlar. (33) Beta-blokerlerin kontrendike olduğu durumlarda kalsiyum kanal blokerinin kullanılması uygundur (tercihen negatif inotropik ve kronotropik etkileri olan diltiazem ve verapamil).
2. Perkütan koroner girişimler semptomatik ve medikal tedaviye dirençli hastaların tedavisinde; dıştan basıya karşı damar duvarını destekleyerek ve direncini artırarak, koroner arter lümeninin stabilizasyonunu sağlamak için koroner stent implantasyonu yapılabilir (Şekil 23).

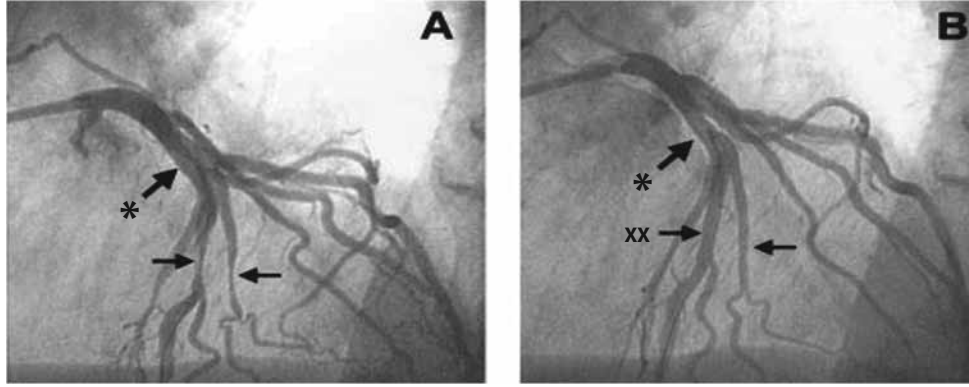
® *Miyokardiyal köprüleme olgularında stent implantasyonunda en çok dikkat edilmesi gereken konulardan biri; stentin tam olarak açılmaması ve köprü basısı sonucu stent geometrisinin bozulmasıdır. Bu olgularda radyal gücü yüksek stent seçilmeli, stentin boyu ve çapı dikkatle ölçülmelidir, köprülenmiş segmentten uzun stent kullanımı komşu normal arterde hasarı artıracığından akut ve geç komplikasyon riskini artırabilir.*

- Bu sebeple özellikle radyal gücü fazla stentler seçilip yüksek basınçlar ile yapılması gerekmektedir. Stent takıldıktan sonra kas köprüsü hala stent üzerine bası yaptığı için neointimal proliferasyon indüklenmektedir ve stent restenoz oranı artmaktadır. (36)
3. Eskiden, kas köprülerine stent implantasyonu öncesi dönemlerde medikal tedaviye rağmen semptomatik olan hastalara cerrahi miyotomi seçilmekte idi. Bu yaklaşım oldukça invaziv olduğundan ve operasyonun komplikasyon riskinden ötürü günümüzde tercih edilmiştir.

Şekil 1:



Şekil 2:



(Circulation. 2003; 107:1944)

**ŞEKİL 23. Şekil 1: (A)** RCA ateroskleroz bulgusu göstermiyor. **(B)** LAD'de sıkı proksimal darlık, proksimalinde köprüleme (ok).

**Şekil 2:** Stent sonrası anjiyografide; proksimal LAD'de stent (\*) ve ok. Belirgin köprüleme Mid-LAD'de (XX ve ok) ve diyagonal dalda sistol sonu (A) ve diyastol-sonu (B) görülmektedir.

® Koroner anomaliler : Sonuç olarak koroner çıkış ve seyir anomalileri sanıldığı kadar selim patolojiler değildir. Bunların miyokardiyal iskemi ve ani ölüm riskleri hedefteki jeropardize miyokardiyum ve anomalinin tipi, klinik ve klinik özellikleri ve diğer kardiyak komorbidler de dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Bu hastalarda izlenmesi gereken stratejiyi yönlendirmek için AHA/ACC'nin tavsiyeleri aşağıda özetlenmiştir.

**AHA/ACC Sınıf I tavsiyeler:**

1. Açıklanamayan durdurulmuş ani kalp ölümünden sağ kalan veya açıklanamayan hayati-tehlikesi olan aritmi, koroner iskemi semptomları veya sol ventrikül disfonksiyonu bulunan hastalar, koroner arter çıkışı ve seyri tanısal değerlendirmeye dahil edilmelidir (B).
2. CT veya Magnetik rezonans anjiyografiyi, koroner anomalilerinin varlığı ve topografisini teşhis etmek ve değerlendirmek için başlangıç tarama metodu olarak kullanılmak faydalıdır (B).
3. Aşağıdakilerden herhangi birinin bulunması durumunda revaskülarizasyon yapılmalıdır:

**İndikasyonlar:**

- Aorta ve pulmoner arter arasında seyreden sol ana koroner arter anomalisi (B).
- Büyük damarlar arasında seyretmesine veya intramural olmasına bağlı gösterilmiş iske-mi (B).
- İskemi bulguları ile aorta ve pulmoner arter arasından çıkan sağ koroner çıkış anomalisi (B).

**AHA/ACC Sınıf IIa tavsiyeler:**

1. Belgelenmiş damar duvarında hipoplazi, koroner kompresyon ve koroner akımının obs-trüksiyonu, gösterilmiş koroner iskemi olsun olmasın cerrahi koroner revaskülarizasyon faydalıdır (C).
2. İntravasküler ultrason ile kısıtlanmış koroner kan akımının olası mekanizmasının tarif edilmesi faydalıdır.

**Kaynaklar**

23. Rapp A, Hillis L: Clinical consequences of anomalous coronary arteries. Coron Artery Dis 12:617,2001
24. Angelini P: Coronary artery anomalies- Current clinical issues: definitions, classification, incidence, clinical relevance, and treatment guidelines. Tex Heart Inst J29: 271.2002.
25. Harikrishnan S, Jacob S, Tharakan J, et al: congenital coronary anomalies of origin and distribution in adults: A coronary arteriographic study. Indian Heart J 54:271,2002
26. Levin DC, Fellows KE, Abrams HL. Hemodynamically significant primary anomalies of the coronary arteries. Circulation 1978;58:25-34
27. Liberthson RR, Sagar K, Berkoben JP, Weintraub RM, Levine FH. Congenital coronary arteriovenous fistula. Circulation 1979;59:849-854
28. Demirkılıç U, Özal E, Bingöl H, Cingöz F, Günay C, Doğanç S, Kuralay E, Tatar H. Surgical treatment of coronary artery fistulas: 15 years' experience. Asian Cardiovasc Thorac Ann 2004; 12:133-138
29. Papaioannau A, Agorogiannis S, Nihoyanopoulos J, Lazzariadis D. Congenital coronary artery fistula. Am J Cardiol 1962; 10:588-594
30. Malec E, Zajac A and Mikuta M. Surgical repair of anomalous origin of the coronary artery from the pulmonary artery in children. Cardiovascular Surgery 2001; 9:292-298
31. Wesselhoeft H, Fawcett JS, Johnson AL. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary trunk: its clinical spectrum, pathology, and pathophysiology, based on a review of 140 cases with seven further cases. Circulation 1968; 38:403-425
32. McConell S, Collins K: Sudden unexpected death resulting from an anomalous hypoplastic left coronary artery. J Forensic Sci 43:708,1998
33. Cheitlin MD, De Castro CM, McAllister HA. Sudden death as a complication of anomalous left coronary origin from the anterior sinus of valsalva: A not-so-minor congenital anomaly. Circulation 1974; 50:780-787

34. Leberthson RR, Dinsmore R, Bharati S, et al. Aberrant coronary artery origin from the aorta: Diagnosis and clinical significance. *Circulation* 1974; 50:774-779
35. Roberts WC, Siegel RJ, Zipes DP. Origin of the right coronary artery from the sinus of valsalva and its functional consequences: Analysis of 10 necropsy patients. *Am J Cardiol* 1982; 49: 863-868
36. Turkay C, Golbası I, Bayezid O: A single coronary artery from the right sinus of Valsalva associated with atherosclerosis. *Acta cardiol* 57:377, 2002
37. Yamanaka O, Hobbs RE. Coronary artery anomalies in 126,595 patients undergoing coronary arteriography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1990;21:28-40
38. Angelini P, Villason S, Chan AV Jr., Diez JG. Normal and anomalous coronary arteries in humans. In: Angelini P (ed): *Coronary artery anomalies*. Philadelphia:Lippincott Williams & Wilkins 1999; pp 27-150
39. Piegger J, Kovacs P, Ambach E. Extremely high origin of the right coronary artery from the ascending aorta. *Clin Anat* 2001; 14:369-372
40. Menke DM, Waller BF, Pless JE. Hypoplastic coronary arteries and high takeoff position of the right coronary artery. *Chest* 1985;88:299-301
41. Nerantzis CE, Marianou SK. Ectopic high origin of both coronary arteries from the left aortic wall: Anatomic and postmortem angiographic findings. *Clin Anat* 2000; 13:383-386
42. Kimbiris D, Iskandrian AS, Segal BL, Bemis C. Anomalous aortic origin of coronary arteries. *Circulation* 1978;58:605-615.
43. Liberthson RR, Dinsmore RE, Fallon JT. Aberrant coronary artery origin from the aorta. *Circulation* 1979;59:748-754
44. Chaitman BR, Lesperance J, Saltiel J, Bourassa MG. Clinical, angiographic and hemodynamic findings in patients with anomalous origin of the coronary arteries. *Circulation* 1976;53:122-131
23. Diefenbach C, Erbel R, Treese N, et al. Häufigkeit von Myokardbrücken nach adrenerger Stimulation und Nachlastsenkung bei Patienten mit Angina Pectoris, aber unauffälligen Koronararterien. *Z Kardi-ol.* 1994;83:809-815
24. Iversen S, Hake U, Meyer E, et al. Surgical treatment of myocardial bridging causing coronary artery obstruction. *Scand J Thor Cardiovasc Surg.* 1992;26:107-111
25. Wymore P, Yedlicka JW, Garcia-Medina V, et al. The incidence of myocardial bridges in heart transplants. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1989;12:202-206.
26. Polacek P, Zechmeister A. The occurrence and significance of myocardial bridges and loops on coronary arteries. In: V. Krutna, ed. *Monograph 36, Opuscula Cardiologica*. Acta Facultatis Medicinae Universitatis Brunenses. University J. E. Purkinje, Brno; 1968:1-99.
27. Garg S, Brodison A, Chauhan A. Occlusive systolic bridging of circumflex artery. *Cathet Cardiovasc Diagn* 2000;51:477-478
28. Geiringer E. The mural coronary. *Am Heart J.* 1951;41:359-368
29. Penther P, Blanc JJ, Boschat J, et al. L'artère interventriculaire antérieure intramurale: étude anatomique. *Arch Mal Coeur.* 1977;70:1075-1079
30. Desseigne P, Tabib A, Loire R. Pont myocardique sur l'interventriculaire antérieure et mort subite. A propos de 19 cas autopsies. *Arch Mal Coeur.* 1991;84:511-516.
31. Malek AM, Alper SL, Izuma S. Hemodynamic shear stress and its role in atherosclerosis. *JAMA* 1999;282; 2035-2042
32. Agirbaslı M, Martin GS, Stout JB, Jennings HS 3rd, Lea JW 4th, Dixon JH Jr. Myocardial bridge as a cause for thrombus formation and myocardial infarction in a young athlete. *Clin Cardiol* 1997; 20:1032-1036
33. Schwarz ER, Klues HG, vom Dahl J, Klein I, Krebs W, Hanrath P, Functional characteristics of myocardial bridging: a combined angiographic and intracoronary Doppler flow study. *Eur Heart J* 1997; 18; 434-447
34. Arnau Vives MA, Martinez Dolz LV, Almenar Bonet L, Lalaguna LA, ten Morro F, Palencia Perez M. Myocardial bridging as a cause of acute ischemia. Description of a case and review of the literature. *Rev Esp Cardiol* 1999; 52:441-444
35. Möhlenkamp S, Hort W, Ge J, Erbel R. Update on myocardial bridging. *Circulation* 2002; 106:2616-2622
36. Kursaklıoğlu H, Barcın C, İyisoy A, Kose S, Amasyalı B, Isik E. Angiographic restenosis after myocardial bridge stenting. *Jpn Heart J* 2004;45:581-589

## 2.2.C. KORONER KOLLATERAL DOLAŞIM

Uzm. Dr. Özge Özden Tok, Dr. Hasan Ali Baran, Uzm. Burçak Kılıçkiran Avcı

### Koroner Kollateral Dolaşımın Fonksiyonel Önemi

Başta bypass cerrahisi koroner revaskülarizasyon stratejilerinin gelişimi koroner kollateral dolaşımın koroner arter hastalığı ve miyokardiyal doku düzeyinde perfüzyonun (canlı, iskemik, hiberne ve nekrotik doku) tam olarak anlaşılmasını gerekli kılmıştır.

Anjiyografik olarak; tıkalı koroner segment distalinin dolumunun, sorumlu arterde antegrad akım ve kollateral dolaşım ya da her ikisi ile olduğu gösterilmiştir, tıkalı bir koroner artere yönelik yapılan bypass cerrahisinin başarı olasılığı, kollateral ve canlı miyokard varlığı dikkate alındığında, yüksek olduğu gösterilmiştir.

Kollateral dolaşımın gelişimini açıklayan güncel görüşler, temel olarak *James, Baroldi, Scmazzone* gibi araştırmacılar tarafından yapılan anatomik çalışmalara dayanmaktadır. Normal insan kalbinde çok miktarda, çapı 200 mikrondan küçük ve kollateral dolaşımın öncüsü olarak görev yapan anatomik ara bağlantı damarları (*interconnecting anatomic vessels* – IAVs) içerdiği saptanmıştır. *Baroldi ve Scmazzone* ise IAV'ler eğer aynı damarın farklı segmentlerini bağluyorsa "**homokoroner**" **anastamoz**; eğer farklı damarların dalları arasında bağlantı kuruyorsa "**interkoroner**" anastamoz olarak sınıflamışlardır. IAV'ler otopsi örneklemelerinde de saptanmalarına rağmen, günümüzde koroner anjiyografide kullanılan gelişmiş görüntüleme sistemlerinin çözünürlük sınırının dahi ötesinde olan çok küçük boyutları ve minimal akıma sahip olmalarından dolayı; normal ya da hafif derecede bozulmuş akım varlığında kollateraller anjiyografik olarak görüntülenemezler. Ancak büyük bir arterde tıkanıklık meydana gelmesi durumunda; tıkanıklık meydana gelen arterin distal segmenti ile aynı arterin proksimal segmenti ya da diğer arterlerin komşu segmentlerini bağlayan IAV'lerde arasında gelişen basınç gradyenti oluşarak transanastamotik IAV'ler oluşur, (ve fonksiyonel duruma gelirler). Bu gradyent nedeniyle, IAV'lerden akan kan hacminde artış olur ve bu arterler gittikçe genişleyerek sonunda anjiyografik olarak kollateral dallar olarak görünür hale gelirler. Kollateral dolaşımın gelişimi yeni damar oluşumu sonucu değil; hep var olan fakat ihtiyaç ortaya çıkana kadar fonksiyonel olmayan damarların kullanımı (koroner dolaşıma katılımı) ile oluşur. Bu süreç için en önemli uyaran koroner arterdeki daralma ve bunun sonucu olan basınç gradyentidir, humoral ve şimik diğer faktörler (nitrik oksit, prostoglandinler gibi) de etkilidir. Bu faktörler; distal segment lümenini boyut ve durumu, koroner vasküler direnç, kanın viskozitesi, miyokardın kontraktilitesi ve bireyin fiziksel aktivitesidir.

- Bu konuya birçok kitap ve makaleye birincil kaynak alınan (*Circulation* 1974;50:831-837)'de yayınlanan araştırmanın; iki amacı bulunmaktadır; birincisi, koroner kollateral dolaşımın spesifik yolağını tanımlamak; ikincisi, kollateral dolaşımın sol ventrikül miyokard fonksiyonuna olan etkisini tanımlamaktır.

Anlamlı koroner arter hastalığı olan 200 hastanın koroner anjiyografi ve sol ventrikülografisi incelenmiş ve kollateral dolaşım, arteriyal dolaşımın %90'dan fazla daraldığı durumlarda görülmüştür. Sağ koroner arter darlığı olan hastalarda 10 farklı kollateral, sol ön inen arter darlığı olanlarda 7 farklı kollateral, sirkumfleks arter darlığı olanlarda 5 farklı kollateral yolak izlenmiştir.

Miyokard fonksiyonunun korunmasında kollateral dolaşımın rolü, sol ventrikül bölgesel kasılma karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve total arteriyel tıkanmanın olduğu 86 olgu, yeterli kollateral dolaşıma sahip 80 olgu ve yetersiz kollateral dolaşıma sahip olgular değerlendirilmiştir. Yeterli kollateral dolaşıma sahip grupta sol ventrikül bölgesel kasılma %43'ünde normal, %52'sinde hafif bozulmuş (hipokinetik), sadece %5'inde ciddi bozulmuş (akinetik-diskinetik) olarak, yetersiz kollateral dolaşıma sahip grupta bölgesel kasılma %11'inde normal, %16'sında hafif bozulmuş (hipokinetik), %73'ünde ciddi bozulmuş (akinetik-diskinetik) olarak saptanmıştır. İki grup arasındaki Ki kare analizi .01 düzeyinde olup sonucun anlamlı olduğunu göstermektedir. Sağ ve sol koroner arterlerin koroner kan akımını kritik düzeyde azaltan anlamlı obstrüksiyonlarında gelişen homo-koroner ve inter-koroner kollateral yollar Şekil 24, Şekil 25 ve Şekil 26'da aşağıda gösterilmiştir.

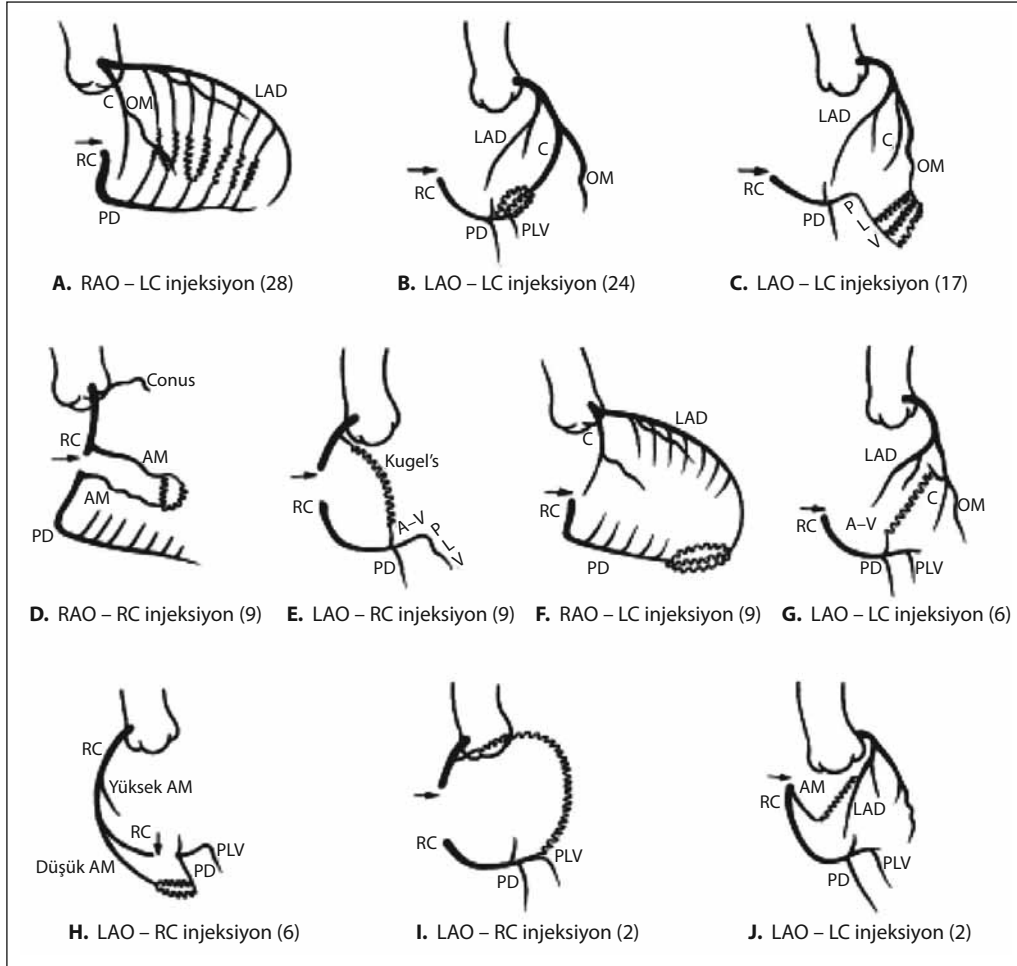
Bu veriler, koroner arter hastalığı olan hastalarda kollateral dolaşımın miyokardiyal kasılmanın korunmasında önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

*® Epikardiyal arter ve major dallarının kritik obstrüksiyonunda distallerine yönelmiş gelişmiş kollateral dolaşımın varlığının gösterilmesi tam tıkalı infarkt arterinde bile canlı, fonksiyonel miyokard varlığınının işareti olabilir ve geri dönüşlü iskemi ve elektriki ve fonksiyonel instabilitede uygulanacak revaskülarizasyonun başarılı sonuçlarının öngöreni sayılır.*

Miyokardiyal iskemiye adaptasyonu sağlamak için kollateral damarlar olarak adlandırılan anastomatik kanallar gelişmektedir. Bu damarlar epikardiyal koroner arterdeki ciddi bir darlığı veya tam tıkanıklığı, distaline doğru köprüleyen (*bridging kollateraller*) veya bir epikardiyal arterin kendi üstünden; "darlığın proksimalinden-distaline" (*intrakoroner kollateraller*) veya "bir başka epikardiyal arter (*interkoroner kollateraller*) vasıtasıyla distalinin dolmasını" sağlayan köprülerdir. Böylece kollateraller tıkaçıcı koroner arter hastalığı sebebi ile tehlike altında olan miyokarda kritik, alternatif kan desteği sağlarlar.

Sağlıklı insan kalbinde koroner kollateral dolaşımı sağlayan damarlar 40 µm çapında olup standart koroner anjiyografi ile görülememektedir. (1) Koroner arterlerde darlık oluştuğunda ve hasta koroner arterin distal lümeninde basınç düştüğünde, sağlam koroner arter basıncına göre artan basınç gradientinin primer etkisi ile kollateral damarlar basıncı düşük distal damara daha fazla kan taşımak için dilate olup gelişirler, böylece anjiyografik olarak görünür hale gelirler. (2) Fonksiyonel kollateraller ortalama aort basıncının yaklaşık %40'ı kadar olan koroner uç basıncını sürdürebilmektedir. (3,4) Miyokard iskemisinin bazı mediatörler aracılığı ile kollateral gelişimini artıran en önemli uyaran olduğu bilinmektedir. (5, 6)

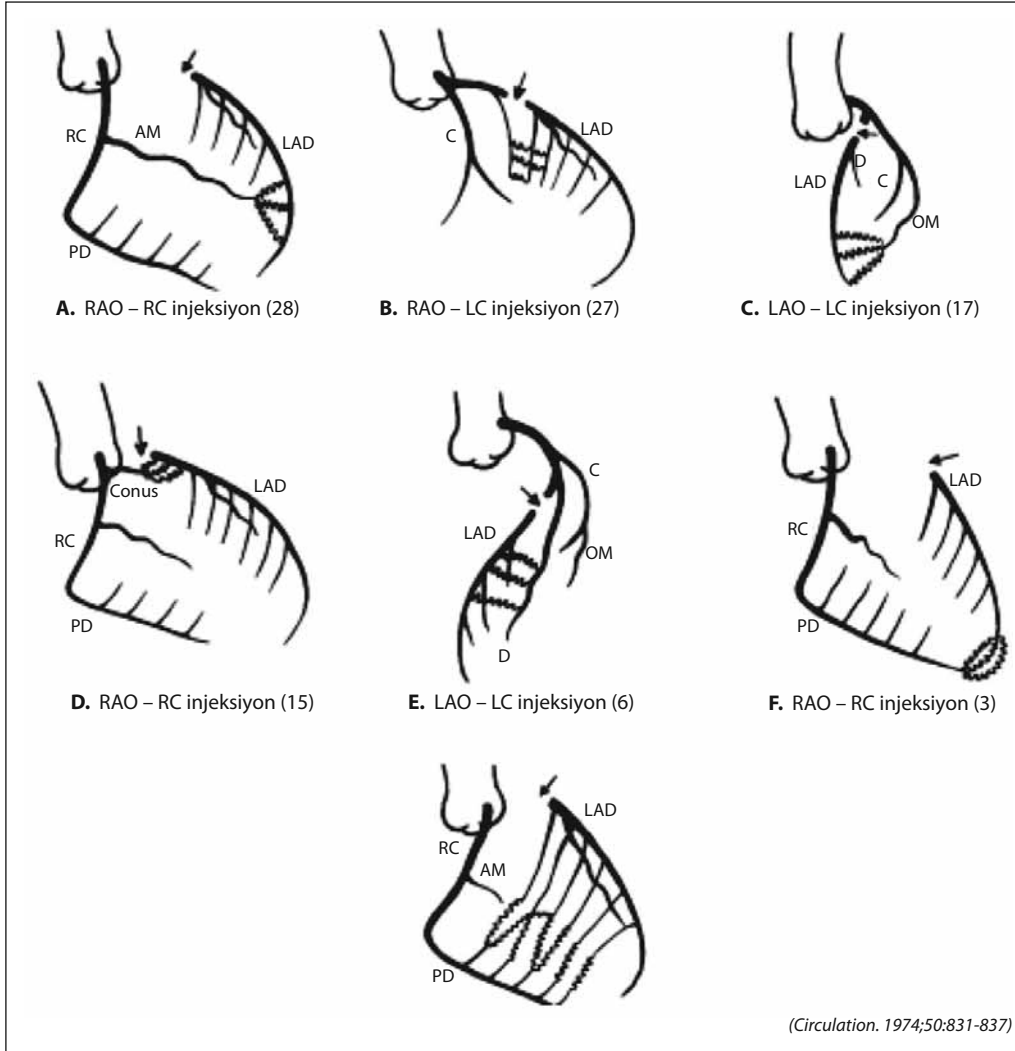
Koroner kollateral dolaşımın fonksiyonel önemi uzun yıllardır tartışılan bir konudur. İyi gelişmiş kollateraller sıklıkla ilerlemiş ve tıkaçıcı koroner arter hastalığının önemli bir bulgusudur ve miyokard iskemik hasara karşı korurlar. İyi gelişmiş kollateralleri bulunan iskemik kalp hastalarında mortalite ve morbiditenin kollateral dolaşımı gelişmemişlere göre daha düşük olduğu (7), buna karşılık akut miyokard infarktüsü geçiren ve yeterli kollateraller gelişimi olmayanların prognozunun daha kötü olduğu gösterilmiştir. (8) Mevcut kollaterallerin, koroner arter tıkanığında miyokardiyal nekrozun büyüklüğünü, gelişme hızını ve komplikasyonlarını azalttığı bilinmektedir.



**Şekil 24. Sağ koroner arter obstrüksiyonunda kollateral yollar.**

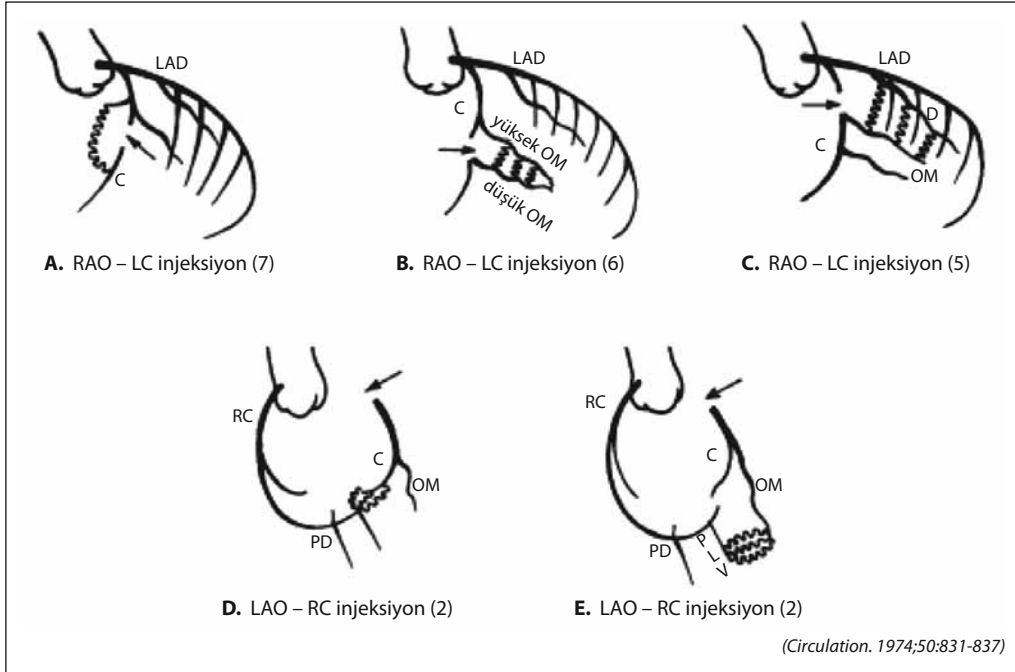
RAO- Sağ anterior oblik projeksiyon, LAO- Sol anterior oblik projeksiyon, LC, Sol koroner arter, AM- Sağ koroner arterin Akut marjinal dalı, PD- Posterior desending arter, C- Sirkümfleks arter, OM- Sirkümfleks arterin obtuz marjinal dalı.





**Şekil 25. Sol anterior desending koroner arterin obstrüksiyonunda kollateral yollar.**

D- LAD anterior desending arterin, D-diyagonal dalı; diğer kısaltmalar Şekil 24'deki gibidir.



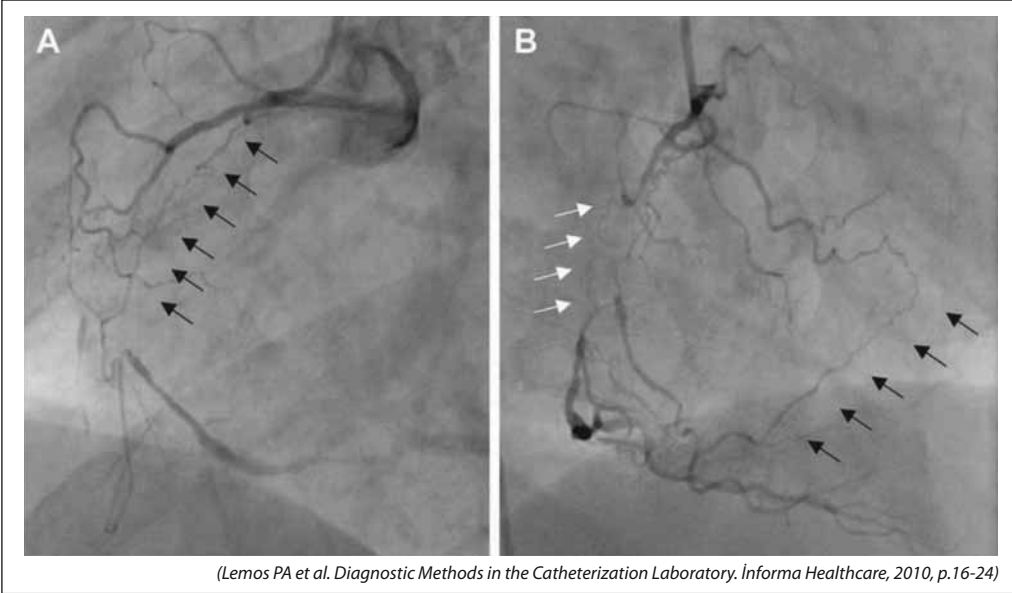
**Şekil 26. Sol sirkümfleks arteri obstrüksiyonunda kollateral yollar.** Kısaltmalar Şekil 24'deki gibidir.

Koroner kollateral dolaşımın gelişimi, genellikle koroner arter hastalığının ciddiyeti ile doğru orantılıdır. (9) Çalışmaların çoğunda, total oklüzyon bulunanların %80'den fazlasında bu arterin distalinin kollateraller ile perfüze edildiği gösterilmiştir. (10,11) Kollateral dolaşımı iyi olan miyokard bölgelerinin kontraktilesinin daha iyi korunduğu gösterilmiştir. (2) Kollateralleri iyi gelişmiş hastaların efor kapasitesinin daha iyi olduğu görülmüştür. (12) Bununla birlikte total oklüzyonu olan birçok olgunun anjiyografisinde kollateral dolaşım görülememektedir, kollateral dolaşımın gelişiminde oklüzyon distali ile kollateral akım sağlayan dal arasındaki basınç gradiyentinin ötesinde kollateral dolaşımın gelişiminde bilinmeyen başka bazı mekanizma ve faktörlerin de etkili olabileceği düşünülmektedir. (13,14)

Kritik zaman aralığında iyi gelişmiş veya var olan, koroner kollateral dolaşımın primer olarak global ve bölgesel miyokardiyumu koruyucu olumlu etkileri:

- Daha küçük infarkt alanı
- Daha az ventriküler anevrizma formasyonu
- Daha iyi ventrikül fonksiyonu
- Daha az kardiyak olay
- Daha uzun yaşam beklentisi

Koroner kollateralleri değerlendirmede kullanılan en yaygın yöntem koroner anjiyografi (Şekil 27). Kollateral dolaşım anjiyografik olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Tablo 5, Şekil 28):

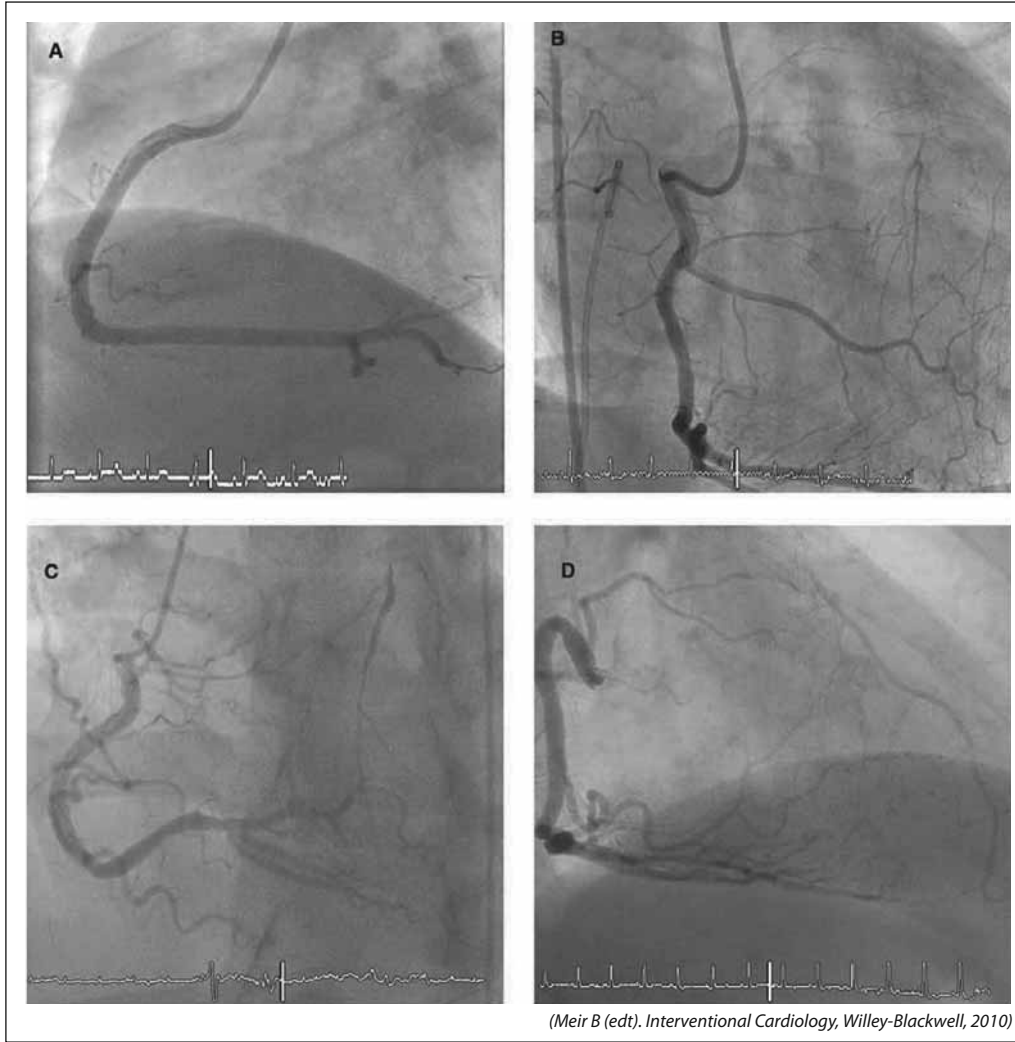


**ŞEKİL 27.** Sağ koroner arterin ortasında, kompleks, total okluzyon: **(A)** LAO projeksiyon, **(B)** RAO projeksiyonlarda tıkalı RCA'nın görünümü. Okluzyon noktasında yan dal ile kütük (damarın gövdesi) körelmiş; okluzyonun distal ucu kollateraller ile bifürkasyonda meydana getirilmekte, dolmaktadır. Distal damar kollateraller ile dolmakta, okluzyonu direk köprüleyen küçük damarlar ile (beyaz oklar) iki büyük kollateral belirgin (siyah ok). Bu köprü kollateraller tipik olarak spiral tortuözite göstermektedir.

**TABLO 5.** Rentrop Sınıflaması

| Grade | Tanımı                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0     | Kollateral dolaşım yok                                                                                 |
| 1     | Çok zayıf tekrar opaklaşma                                                                             |
| 2     | Tekrar opaklaşmış segment, kendini besleyen (kollateral veren) damardan daha az yoğun ve yavaş doluyor |
| 3     | Tekrar opaklaşmış segmenti besleyen (kollateral veren) damarla aynı yoğunlukta, hızlıca doluyor        |

Koroner anjiyoplasti öncesi kollaterallerin görüntülenmesi, işlem sırasında hangi damarların korunup hangilerinin kaybedilebileceğinin belirlenmesinde önemlidir. Kollaterallerin görüntülenmesi hedef damarın boyutunu belirlemeye ve uygun balon boyutunu seçmeye yardımcı olacaktır. Kollateral dolaşımın ipsilateral veya kontralateral olması ve hangi bölgenin net olarak etkileneceği, kollateral dolaşımın bozulup bozulmayacağı ve prosedürel riski belirlemede önemlidir (Şekil 27).



**ŞEKİL 28. Kollateral koroner dolaşımın rentrop sınıflaması: (A) Rentrop sınıfı: -0; (B) Rentrop -1; (C) Rentrop -2; (D) Rentrop -3.**



**ŞEKİL 27.** RCA injeksiyonu ile tıkalı LAD'nin kollateraller ile retrograd doluşu (Rentrop-3 kollateral akım).

### Kaynaklar

1. Pijls NH, Bech GJ, el Gamal MI et al. Quantification of recruitable coronary collateral blood flow in conscious humans and its potential to predict future ischemic events. *J Am Coll Cardiol*. 1995; 25: 1522-1528.
2. Levin DC. Pathways and functional significance of the coronary collateral circulation. *Circulation* 1974; 50: 831-7.
3. Piek JJ, van Liebergen RAAM, Koch KT, Peters TJG, David GK. Clinical, angiographic and hemodynamic predictors of recruitable collateral flow during balloon angioplasty of coronary occlusion. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29:275
4. Seiler C, Fleisch M, Carachemani A, Meire B. Coronary collateral quantitation in patients with coronary artery disease using intravascular flow velocity or pressure measurements. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 1272
5. Piek JJ, Vanliebergen RAM, Koch KT, Peters R, David GK. Clinical, angiographic and hemodynamic predictors of recruitable collateral flow assessed during balloon angioplasty coronary occlusion. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 275.
6. Levy A, Levy NS, Loscalzo J, et al. Regulation of vascular endothelial growth factor in cardiac myocytes. *Circ Res* 1995; 76: 758
7. Altman JD, Bache RJ. The coronary collateral circulation ACC Current) Review Jan-Feb 1997; 17.
8. Williams DO, Amsterdam EA, Miller RR, Mason DT. Functional significance of coronary collateral vessels in patients with acute myocardial infarction: Relation to pump performance, cardiogenic shock, and survival. *Am J Cardiol* 1976; 37: 345
9. Cohen M, Sherman W, Rentrop KP, Gorlin R: Determinants of collateral filling observed during sudden controlled coronary artery occlusion in human subjects. *J Am Coll Cardiol* 1989; 13: 297-303
10. Schwartz H, Leiboff RH, Bren GB, et al.: Temporal evolution of the human coronary collateral circulation after myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 1984; 4: 1088-93
11. Fujita M, Sasayama S, Ejiri M, Asanoi H, Nakajima H, Miwa K: Coronary collateral development after acute myocardial infarction. *Clin Cardiol* 1988; 11: 525-8
12. Ohno A, Fujita M, Miavva K, et al. Importance of coronary collateral circulation for increased treadmill exercise capacity by nitrates in patients with stable angina pectoris. *Cardiology* 1991; 78: 323
13. Kumar S, West D, Shahabuddin S, et al: Angiogenesis factor from human myocardial infarcts. *Lancet* 1983; 2: 364-8
14. Piek JJ, van Liebergen RA, Koch KT, Peters RJ, David GK: Clinical, angiographic and hemodynamic predictors of recruitable collateral flow assessed during balloon angioplasty coronary occlusion. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 275-82

## **2.2.D. EPİKARDİYAL VE MİYOKARDİYAL PERFÜZYONUN ANJIOGRAFİK DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Uzm. Dr. Özge Özden Tok, Dr. Hasan Ali Baran, Uzm. Burçak Kılıçkiran Avcı**

Epikardiyal koroner arterlerdeki kan akımının anjiyografik olarak değerlendirmesi, reperfüzyon tedavisinin temelini oluşturmaktadır. (1-4) Son yıllarda epikardiyal damar açıklığı ile reperfüzyonunun beklenen klinik yansımaları arasında uyumsuzlukların (bölgesel miyokard disfonksiyonunun sürmesi ve yükselmiş kardiyak biyomarkır düzeyi gibi) saptanması, damar açıklığı ile sağlanan antegrad reperfüzyonun doku düzeyine ulaşamamasını, yani “*malperfüzyonu*” işaret etmiştir. Reperfüzyonun klinik sonuçların anjiyografide epikardiyal koroner arterde saptanan öne-doğru akımdan ziyade miyokardiyal düzeyde oluşan anjiyografik akımla ilgili olduğunun gösterilmesi; reperfüzyon değerlendirilirken koroner anjiyografide anjiyografik miyokardiyal değişikliklerin (kontrast boyanın “miyojenik fazı”) de dikkate alınmasına neden olmuştur. Bu amaçla birçok derecelendirme sistemi ortaya çıkmıştır, günümüzde en sık popüler ve kullanılan sistemler TIMI Akım ve Miyokardiyal Perfüzyon Sınıflamalarıdır.

### **TIMI Akım Dereceleri (TAD)**

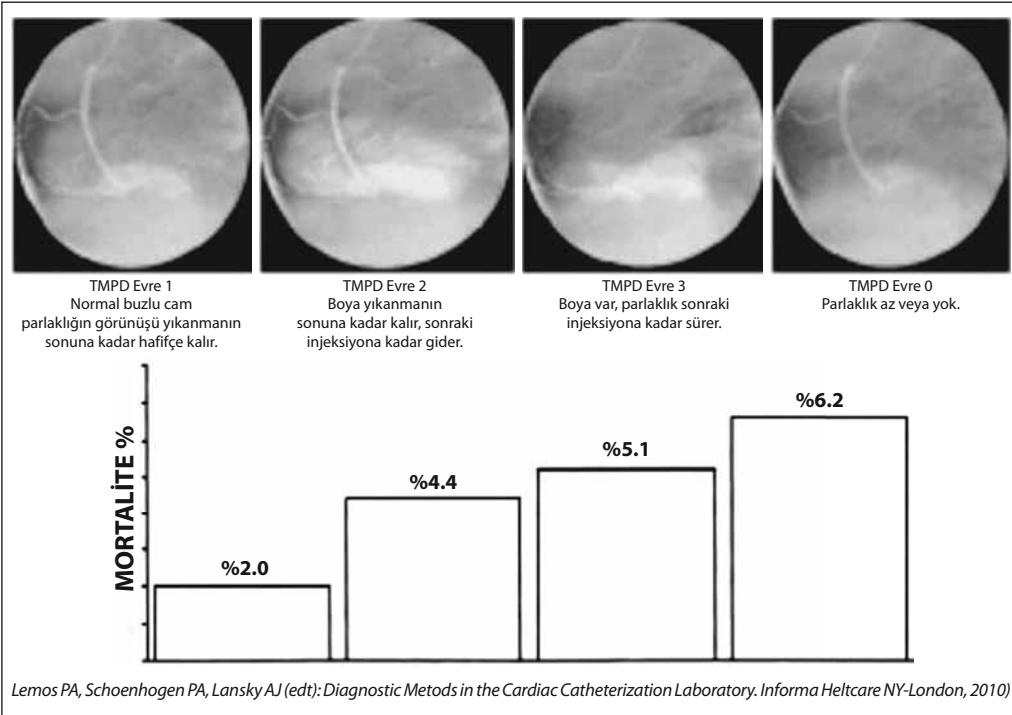
TIMI (Thrombolysis In Myocardial Infarction: Miyokard İnfarktüsünde Tromboliz) çalışmalarının başlaması ile birlikte yaklaşık 20 yıldan beri akut koroner sendromlarda antegrad koroner kan akımını değerlendirmek amacı ile TIMI akım sınıflaması kullanılmaktadır. (1) Reperfüzyon sonrasında anjiyografik sonuçları değerlendirmede önemli bir yöntemdir ve değişik çalışmalarda başta akut STEMI’de olmak üzere erken ve geç mortalite, sağkalım ve global sol ventrikül fonksiyonu (ejeksiyon fraksiyonu) ile anlamlı ilişkisi gösterilmiştir. (2,4)

- TIMI akım sınıflaması koroner anjiyografide koroner arterlere verilen kontrastın koroner arterleri doldurma ve yıkama hızının normal damarlar ile karşılaştırılması esasına dayanmaktadır ve epikardiyal koroner kan akımı hakkında bilgi vermektedir. TIMI 0, 1, 2, 3 olmak üzere dört sınıfa ayrılmaktadır (Tablo 6, Şekil 29).

Fibrinolitikler ve özellikle glikoprotein IIb/III a inhibitörü kullanılarak yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, reperfüzyon sonrası TIMI-3 akım elde edilmesi ile mortalite arasında pozitif bir korelasyon kurulamamıştır (5). Bu önemli paradokstan dolayı, STEMI’de reperfüzyon değerlendirilirken TIMI akımlar ile ilgili anjiyografik akım verilerine tek başına bağlı kalmamak gerekmektedir. Reperfüzyon sonrası TIMI akım yorumlamasında hataya yol açabilecek bazı durumlar: Örneğin; TIMI-2 akım daha çok LAD lezyonlarında, TIMI-3 akım da daha çok RCA lezyonlarında gözlenmiştir (6). Bu durumda TIMI-3 akım sağlanması kadar, infarktüs alanının sol ventrikülün inferior bölgesi olması da klinik iyileşme süreci ile ilişkili olabilir. Revaskülarizasyon öncesi hedef koronerdeki bazal TIMI akım düzeyi de önemlidir.

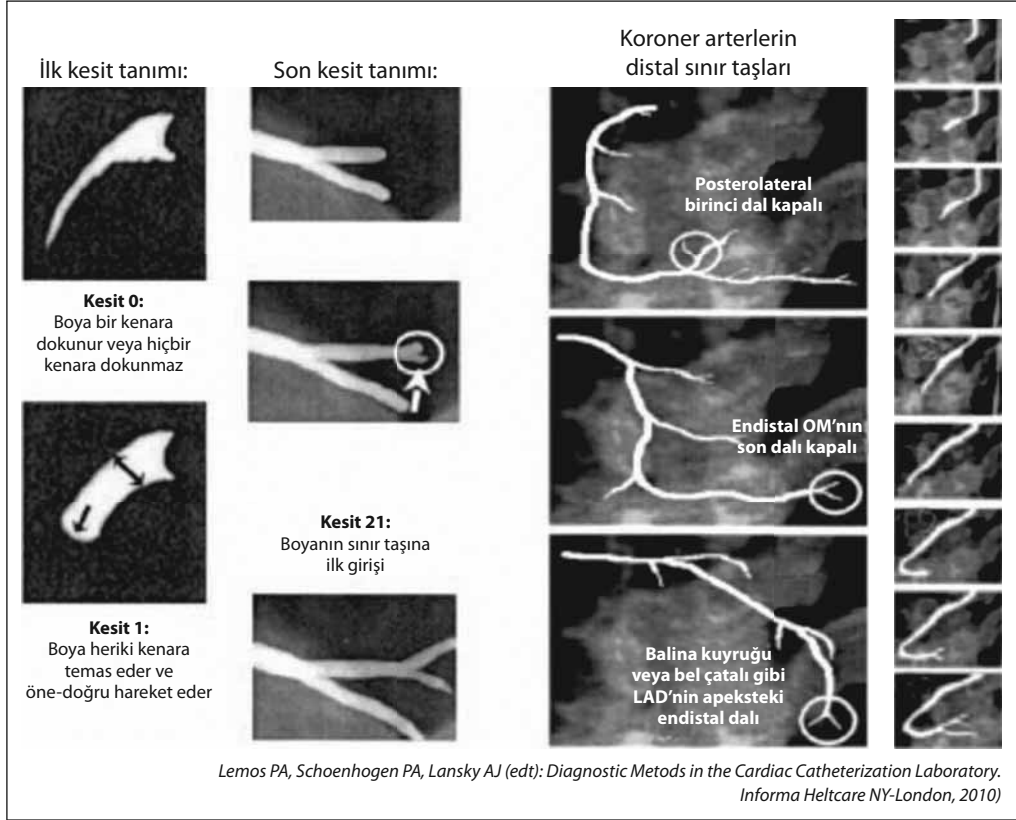
**TABLO 6.** TIMI, epikardiyal koroner akım değerlendirme sistemi

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>0</b> | Perfüzyon yok; oklüzyon noktasının ötesinde distale doğru antegrad akım yok                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>1</b> | Perfüzyon olmadan penetrasyon; kontrast madde oklüzyonun ötesine distale geçiyor, ancak orada kalarak, obstrüksiyonun distalindeki koroner yatakta görüntüleme süresi boyunca yeterli opaklaşma sağlayamamaktadır.                                                                                                                                                                      |
| <b>2</b> | Kısmi reperfüzyon; kontrast madde distal koroner yatağı tamamen dolduruyor ve yeterli opaklaşma sağlayabiliyor, ancak kontrast maddenin doluş ve yıkanma hızı normal koroner arterlere göre daha yavaştır.                                                                                                                                                                              |
| <b>3</b> | Tam perfüzyon; obstrüksiyonun distaline doğru izlenen antegrad akım hızı, obstrüksiyonun proksimaline doğru olan akım hızı kadardır; hedef koronerin lezyon proksimali distalindeki antegrad akım hızı benzerdir, hedef lezyonun bulunduğu koronerdeki ve diğer normal koronerdeki (LAD ile sirkümfleks gibi) arterdeki kontrast boyanın antegrad akım ve klirens hızı kadar yüksektir. |



**ŞEKİL 29.** TIMI Miyokardiyal Perfüzyon derecesi (TMPD) ve miyokardiyal parlaklık derecesi (Bakınız Tablo 8): AMİ mortalitesinin çok değişkenli analizde bağımsız öngörenidir. TMPD epikardiyal TIMI 3 akımda dahi risk tabakalandırmasını sağlar.

Normal TIMI 3 akımda epikardiyal açıklık sağlanmasına rağmen, küçük damarcıkları açılmamış (TMPD 0/1) hastalarda mortalite 30 günde sürekli (progressif) yükselir (%5.4, buna karşı epikardiyal arterde TIMI3 akım ve TMPD3 olanlarda mortalite %1'nin altındadır (%0.7).



**ŞEKİL 30. TIMI kesit sayımı metodu:** İlk kesitte (en altta sol panel), koroner arterin heriki kenarına boyanın dokunması ile sütun tam veya tama-yakın yoğunlaşmış. Boya son kesitte öne doğru gitmiş (ikinci sütun), boya girmeye başlamış (fakat doldurması gerekmez) arterde "standart işaret". Bu distal işaretler aşağıdaki gibidir: RCA'da birinci Posterolateral arter (üçüncü sütunda en üstteki panel); sirkümfleks sisteminde, boya yolunda sorumlu lezyonu içeren en distal obtuz marginal dalı (üçüncü sütunda ortadaki panel); LAD'de "bıyık, diyapazon veya balina kuyruğu" diye bilinen distal bifurkasyon (üçüncü sütunda en alt panel).

Revaskülarizasyon öncesi TIMI 0/1'e göre TIMI 2 akımın bulunması, her iki bazal akım durumunda TIMI 3 akım sağlandığında birbirinden farklı klinik sonuçlar ve seyre neden olmaktadır. Buna karşılık, olumsuz TAD sonuçlarıyla, kötü klinik sonuçlar arasında net bir bağlantı bulunamamıştır.

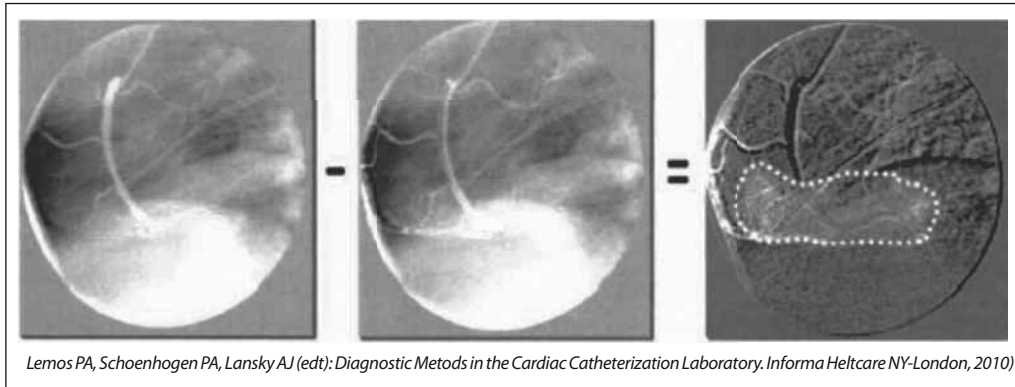
TIMI akım değerlendirmesi uygulaması pratik ve kolay bir yöntem olsa da gözlemci içi ve gözlemciler arası fark bulunması nedeni ile (Gibson ve ark.) düzeltilmiş TIMI kare sayımı (The corrected TIMI frame Count, CTFC) yöntemini önermişlerdir. Geleneksel TAD sınıflaması kalitatif iken, TIMI kare sayımı kantitatif bir yöntemdir. Subjektif olmaktan çok objektiftir. Bu yöntem özellikle seri anjiyografi tetkiklerinde tekrarlanabilir sonuçlara ulaşmayı sağlar.



**TABLO 7.** MBG Sınıflaması

|        |                                                     |
|--------|-----------------------------------------------------|
| MBG 0: | Kontrast yoğunluğu yok                              |
| MBG 1: | Kontrast yoğunluğu minimal                          |
| MBG 2: | Kontrast yoğunluğu orta derecede, normalden daha az |
| MBG 3: | Kontrast yoğunluğu normal                           |

- CTFC, kontrast maddenin koroner artere girişinden her bir koroner arter için belirlenmiş olan distal noktaya ulaşana kadar geçen kare sayısının toplamı ile hesaplanır. Yani kontrast maddenin arterin distal işaret noktalarına ulaşınca kadar gereken zaman ölçülür. (4,6,7)
- Bu standart distal işaret noktaları LAD için “bıyık”, “balina kuyruğu” olarak bilinen distal bifurkasyon; Cx arter için 90-180 derece açılanma yapan dominant OM distali; RCA için posterolateral arterin ilk dalıdır. LAD daha uzun olduğundan dolayı, kare sayımları 1.72’ye bölünerek düzeltilir (6). Bu değer ne kadar yüksek ise akım o kadar yavaş demektir.
- Bu değer LAD için normalde 18-24, Cx için 16-34, RCA için 16-26’dır (Şekil 30).

**ŞEKİL 31.** DSA kantitatif olarak anjiyogram kullanılarak boyanın kantitatif miyokardiyuma kinetik girişi kullanılarak geliştirilmiştir.

DSA, miyokardiyumun boya ile doluşundan önce, vertebral sütun, Kosta, diyafram ve epikardiyal arter çıkartılarak, miyokardiyal doluşun zirvesinde, diyastol sonunda görüntü kesitleri sıraya konularak yapılır. Epikardiyal arter dalları ile üst üste binme olmadan miyokardiyum bölgesi örnek alınır, miyokardiyumun artmış gri-skala parlaklığını belirlemek (zirve şiddetine ilk ulaştığında). Miyokardiyal parlaklığın (blush; kızarıklık) çevresi elle planimetre kullanılarak ölçülür. İlk zirve parlaklığa ulaşmak için gerekli kesit sayısı; kesit sayısını 30’a bölerek saniye olarak zamana çevrilir. Bu şekilde parlaklığa (kızarıklığa) yükselme hızı (Gy/saniye), parlaklığın büyüme hızı (cm/saniye) olarak hesaplanabilir.

Bu yöntemin klinik olarak mortalite ve morbidite ile iyi korele olduğu gösterilmiştir. TIMI kare sayımındaki her 10 karelik artışla birlikte mortalite %0.7 artmaktadır. TIMI çalışmalarında TIMI kare sayımı 14'ün altında ise hastaların hiçbiri ilk 30 günde ölmemiştir. (4)

Yapılan birçok çalışmada TIMI kare sayımının TIMI 3 akım ile karşılaştırıldığında epikard akımındaki iyileşmeyi saptamada daha duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Koroner arterlerin açıklığı ve TIMI 3 akım sağlanması her zaman doku seviyesinde ya da mikrovasküler düzeyde perfüzyonu göstermez. TIMI akım sınıflaması ve CTFC ile epikardiyal kan akımı değerlendirilmektedir. Miyokard perfüzyonu ise anjiyografik olarak miyokardın kontrastlanma derecesi (Miyocardial blush grade-MBG) ile değerlendirilmektedir. (8) (Tablo 7, Şekil 31)

MBG miyokard infarktüsü sonrası mortalite, infarktın büyüklüğü, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu ile ilişkili bulunmuştur.

Gibson ve ark. miyokardın kontrastlanma derecesini (Şekil 29) kullanarak TIMI Miyokard Perfüzyon Derecesi; TIMI Myocardial Perfusion Grade (TMPD) sistemini tanımladılar (Tablo 8).

**TABLO 8.** TMP Değerlendirmesi (miyokardın kontrastlaşma/parlaklık derecesi)

|       |                                                                                                                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TMP 0 | Opak madde mikrosirkülasyona girmiyor (miyokardda kontrast oluşmuyor veya çok az oluşuyor)                                                                                     |
| TMP 1 | Opak madde mikrosirkülasyona yavaş giriyor, ancak mikrosirkülasyondan çıkmıyor, kontrastlanma bir sonraki enjeksiyonda devam ediyor (30 sn kadar)                              |
| TMP 2 | Kontrast maddenin mikrosirkülasyona giriş ve çıkışı yavaş, arındırma fazının sonunda kontrast varlığını güçlü biçimde sürdürüyor, bir sonraki enjeksiyonda kontrast kayboluyor |
| TMP 3 | Kontrast maddenin mikrosirkülasyona giriş ve çıkışı normal bölge ile aynı. Arındırma fazının sonunda kontrast hafifçe varlığını sürdürüyor                                     |

**Kaynaklar**

1. The TIMI Study Group. The Thrombolysis in Myocardial Infarction (TIMI) trial. Phase I findings. N Engl J Med. 1985;312:932-936
2. Simes RJ, Topol EJ, Holmes DR Jr, White HD, Rutsch WR, Vahanian A, Simoons ML, Morris D, Betriu A, Califf RM, et al. Link between the angiographic substudy and mortality outcomes in a large randomized trial of myocardial reperfusion. Importance of early and complete infarct artery reperfusion. GUSTO -I Investigators. Circulation. 1995;91:1923-8
3. The Effects of tissue plasminogen activator, streptokinase, or both on coronary-artery patency, ventricular function, and survival after myocardial infarction. The GUSTO Angiographic Investigators. N Engl J Med. 1993;329:1615-22
4. Gibson CM, Murphy SA, Rizzo MJ, Ryan KA, Marble SJ, McCabe CH, Cannon CP, Van de Werf F, Braunwald E. Relationship between TIMI frame count and clinical outcomes after thrombolytic administration. Thrombolysis In Myocardial Infarction (TIMI) Study Group. Circulation. 1999;99:1945-5. Topol EJ; GUSTO V Investigators. Reperfusion therapy for acute myocardial infarction with fibrinolytic therapy or combination reduced fibrinolytic therapy and platelet glycoprotein IIb/IIIa inhibition: the GUSTO V randomized trial. Lancet. 2001;357:1905-14
6. Gibson CM, Cannon CP, Daley WL, Dodge JT Jr, Alexander B Jr, McCabe SJ, McCabe CH, Raymond L, Fortin T, Poole WK, Braunwald E. TIMI frame count: a quantitative method of assessing coronary artery flow. Circulation. 1996;93:879-88
7. Gibson CM, Cannon CP, Murphy SA, Ryan KA, Mesley R, Marble SJ, McCabe CH, Van De Werf F, Braunwald E. Relationship of TIMI myocardial perfusion grade to mortality after administration of thrombolytic drugs. Circulation. 2000;101:125-30
8. Baim DS, Grossman W. Grossman's Catheterization, Angiography and Intervention. Seventh Edition. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2006

## 2.3. KORONER ANJİYOGRAFİ SONRASI RİSK TAYİNİ VE SKORLAMA SİSTEMLERİ

Prof. Dr. Sait Doğan

Koroner arter hastalığı (KAH) olan kişilerde tedavi, ilk koroner bypass operasyonu (CABG) işleminin yapıldığı 1964 yılına kadar ilaçlarla sınırlıydı. Bu yılda Vasili Kolesov adlı bir Rus cerrah sol internal mamarial arteri kullanarak başarılı bir koroner arter baypas greftlemeyi (KABG) gerçekleştirdi (1). Andreas Gruntzig 1978 yılında perkütan koroner anjiyoplasti (PKA) işlemini tanımlayarak KAH tedavisinde bir çığır açtı (2). Önce çıplak, daha sonra ilaç salınımlı stentlerin (İSS) kullanıma girmesiyle tedavi seçenekleri günden güne arttı. KAH olan kişilerde tıbbi tedavide yaşam tarzı değişiklikleri ile birlikte farmakolojik tedaviyi içeren optimal tıbbi tedavi, Perkütan koroner girişim (PKG)'de kullanılan İSS'ler ve yeni stentleme tekniklerinin yanında cerrahide tam arteriyel revaskülarizasyon konularında çok sayıda kontrollü randomize çalışma (KRT) yapılmıştır.

Perkütan ve cerrahi revaskülarizasyon stratejileri arasındaki temel fark: KABG'de greftlerin, 'sorumlu' lezyon veya lezyonların distalindeki koroner damara yerleştirilmesi sonucu lezyon distalindeki miyokarda kan akımını sağlaması nedeniyle proksimal tıkalıcı hastalığa karşı koruma temin etmesi; koroner stentlerin ise stentin proksimalinde yeni hastalığa karşı koruma sağlamaksızın doğal koroner damarların normal iletim kabiliyetini yerine koymayı hedeflemesidir.

Stabil olmayan angina pektoris, ST segment yükselmesiz akut koroner sendrom (NSTE-AKS) ve ST segment yükselmeli miyokart infarktüsü (STEMI) ile gelen hastalarda, miyokart iskemisi belirgindir ve yaşamı tehdit eder. Sorumlu koroner arter darlıkları, vakaların büyük çoğunluğunda anjiyografi ile kolaylıkla belirlenir. Kateter laboratuvarı sayısının tüm dünyada günden güne artması, tanısal işlemlerle birlikte doğal olarak PKG ve KABG sayılarında da artışa yol açmıştır. Bununla birlikte tedavi için önerilen ve uygulanan yöntemler ülkeden ülkeye ve klinikten kliniğe değişkenlik gösterir. Ekonomik kaygılar, hastanede baskın olan klinik gibi subjektif faktörler hastaya önerilen tedavi yaklaşımını etkiler; ancak multidisipliner ve sadece o hasta odaklı yaklaşım da günden güne önem arz etmektedir (3). Bu nedenlerle koroner anjiyografi (KAG) sonrası risk tayini ve bunun hastaya ayrıntılı olarak anlatılması, daha sonra yapılacak optimal medikal tedavi, PKG ve KABG gibi tedavi stratejilerinin seçiminde hayati derecede önem taşır.

Revaskülarizasyondan beklenen hayat kalitesindeki artış, semptomlardaki azalma gibi faydalar, işlemin olumsuz yönlerinden fazlaysa kabaca bu işlemin hasta için uygun olduğu söylenebilir. Bu nedenle klinik pratikte risk değerlendirmesi hem klinisyen hem de hasta için çok önemlidir. Uzun vadede ise, hem kalp merkezleri, hem de operatörler için kalite kontrolü ve sağlık ekonomisi ile birlikte performans kıyaslaması yapılabilir. Optimal tedavi stratejisinin planlanmasında risk skorları çok önemli bir yer teşkil eder. Risk skorları uluslararası birçok tedavi rehberinin ana bileşenlerindendir. Bununla birlikte bu skorların sadece rehberlik edebileceği ve her hastanın durumunun kendine özel olduğu da hatırdan uzak tutulmamalıdır. Skorlama sadece darlığın koroner arterdeki yerine bağlı olabildiği (4-5) gibi hastanın yaşı, cinsiyeti, klinik durumu ve diğer hastalıklarına göre de yapılabilir (6-13). Bu skorldama sistemlerinden bazıları Tablo 9 da gösterilmiştir.

Bu modeller arasında; her modeldeki hasta gruplarının, çalışmalardaki son noktaların ve takip edilen zamanların farklı olması nedenleriyle-karşılaştırmalı analizler ancak sınırlı olarak yapılabilir. Bu sınırlamalar nedeniyle belirli bir modelin önerilmesi çok zordur.

The National Cardiovascular Database Registry (*NCDRCathPCI risk skoru*) PKG hastalarında doğrulanmış sonuçları olup sadece bu tedavi modalitesi seçilen hastalarda kullanılabilir (12).

The Society of Thoracic Surgeons (STS) skoru, ve the Age, Creatinine, and Ejection Fraction (ACEF) skoru ise tersine sadece cerrahi uygulanacak hastalarda kullanılabilir (13).

Belirli bir hastadaki olayların hiçbir risk skoruyla tam olarak öngörülelemeyeceğinin bilinmesi çok önemlidir. Farklı hasta gruplarında kullanılan risk skorlarının performansını, risk modellerini oluşturmak için kullanılan veritabanlarındaki sınırlamalar, tanımlardaki ve değişken içeriğindeki farklılıklar da etkileyebilir. Sonuç olarak karar verirken risk sınıflan-

**TABLO 9.** PKG ve CABG hastalarında kullanılan çeşitli skor çalışmaları

| SKOR                   | HESAPLAMA                                                                                         | DEĞİŞKEN SAYISI |             |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|
|                        |                                                                                                   | KLİNİK          | ANJİYOGRFİK |
| EuroSCORE              | <a href="http://www.euroscore.org/calc.html">www.euroscore.org/calc.html</a>                      | 17              | 0           |
| SYNTAX skor            | <a href="http://www.syntaxscore.com">www.syntaxscore.com</a>                                      | 0               | 11          |
| Mayo Klinik risk skoru | (10,11)                                                                                           | 7               | 0           |
| NCDRCathPCI            | (12)                                                                                              | 8               | 0           |
| Parsonnet skoru        | (13)                                                                                              | 16              | 0           |
| STS skoru              | <a href="http://209.220.160.181/STSWebRiskCalc261/">http://209.220.160.181/STSWebRiskCalc261/</a> | 40              | 2           |
| ACEF skoru             | Aşağıda açıklanmıştır                                                                             | 2               | 0           |

dırması, bir kılavuz olarak kullanılabilir; hastanın klinik durumu ve multidisipliner diyalog (Kalp Ekibi) esastır.

### GENSINI SKORLAMASI

Gensini skorlaması, KAG skorlamasındaki ilklerden birisidir (4). Bu sistemde darlığın ciddiyeti ve lezyonun yerine göre çeşitli değerler verilir. Her lezyon için darlık ciddiyeti katsayısı ile lezyonun yerine göre belirlenen değerlerin çarpılması ile bulunur. Daha sonra her lezyon için bulunan değerler toplanarak Gensini skoru bulunur. Buna göre:

#### ***Darlık ciddiyeti katsayısı:***

- %25 ise 1 puan
- %50 ise 2 puan
- %75 ise 4 puan
- %90 ise 8 puan
- %99 ise 16 puan
- %100 ise 32 puan verilir.

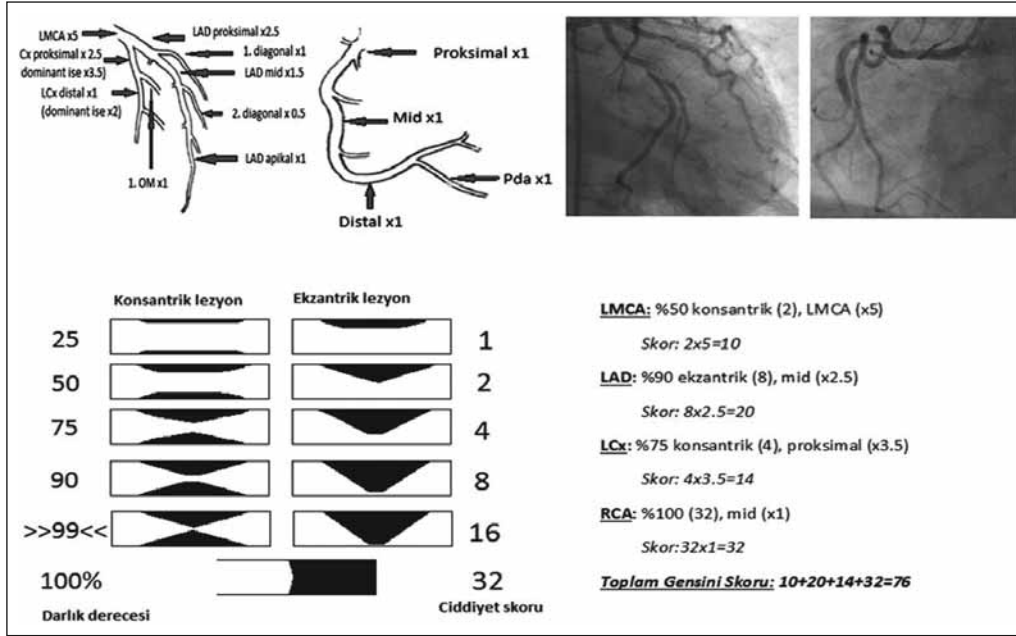
#### ***Darlık katsayısı:***

- Sol ana koroner arter için x 5
- Sol ön inen arter (LAD) proksimal x 2.5
- LAD mid x 1.5
- LAD apikal x 1
- Diagonal 1 için x 1
- Diagonal 2 için x 0.5
- Sol circumflex arter (LCx) proksimal için x 2.5 (arter dominant ise x 3.5)
- LCx distal için x1 (arter dominant ise x 2)
- Obtus marginal 1 için x 1
- Posterolateral dal için x 0.5
- Sağ koroner arter (RCA) proksimal ve mid segment için x 1
- Posterior inen arter (PdA) için x 1

Daha sonra her lezyon için darlık ciddiyeti katsayısı ile darlık katsayısı çarpılarak her lezyon için bir puan elde edilir. Her lezyon için bulunan puanlar toplanarak hastanın Gensini skoru bulunur. Gensini skoru ne kadar fazlaysa hastanın KAH yaygınlığının fazla olduğu sonucuna varılabilir. Gensini skorlamasının şematik görünümü ve örnek hesaplama Şekil 32'de yapılmıştır (14).

### **EuroSCORE:**

Avrupa Kardio-toraksik Cerrahi Derneği tarafından tarif edilen bu skorlamada 17 adet klinik faktöre puan verilir (6). Bu klinik faktörler ve puanlar Tablo 10'de gösterilmiştir. EuroSCORE cerrahi mortalitenin bağımsız öngördürücüsü olmanın yanında hem PKG hem de KABG gruplarında majör istenmeyen etki (MACE) belirtici olmuştur. Bu nedenle hangi revaskülarizasyon yaklaşımı belirlenirse belirlensin EuroSCORE risk belirlemede kullanılabilir; ancak hasta için en uygun tedaviyi göstermek açısından değeri sınırlıdır.



ŞEKİL 32. Gensini skorlamasının şematik görünümü ve örnek olgu

### SYNTAX (Synergy between PCI with Taxus and Cardiac Surgery) skoru<sup>5</sup>:

SYNTAX skoru (SXskor), lezyonların anatomik özelliklerini temel alarak yapılan bir skorlama sistemidir. SXskor algoritmasında değerlendirilenler:

- Arteriyel dominans
- Her lezyonun bulunduğu segment sayısı
- Lezyona ait özellikler:**
  - Total oklüzyon
  - Hastalıklı segment sayısı
  - Total oklüzyonun yaşı (>3 ay)
  - Künt güdük varlığı
  - Bridging kollateral varlığı
  - Oklüzyonun distalindeki ilk segmentin antegrad veya retrograd olarak görülebilmesi
- Trifukasyon
  - Hastalıklı segment sayısı
- Bifurkasyon
  - Medina sınıflaması
  - Distal ana damar ile yan dal arasındaki açının <70° olması
- Aorto-osteal lezyon
- İleri derecede olan tortiosite
- 20 mm'den uzun lezyon
- Ağır kalsifikasyon
- Trombus varlığı
- Yaygın hastalık/ küçük damarlar
  - Yaygın hastalıklı segment sayısı/küçük damarlar

Çapı 1,5 mm'den fazla olan damarlardaki darlık derecesi %50'nin üzerinde olan lezyonlar skora dahil edilir. Daha sonra bulunan değerler toplanarak toplam SXskoru bulunur (5, 9, 15-17). Hesaplamanın otomatik olarak yapılabilmesi için uygun yazılımlar da geliştirilmiştir. SXskoru <22 olanlar düşük riski, 23-32 olanlar orta riskli iken >33 olanlar yüksek riskli olarak tanımlanır. ARTS II çalışmasında SYNTAX skoru PKG yapılacak hastalarda MACE'in (kardiyak ve serebrovasküler) bağımsız öngördürücüsü olduğu gösterilmiştir, fakat KABG hastalarında böyle bir etki bulunamamıştır (18). Bu nedenle PKG yapılacak hastalarda komplikasyon riski yüksek kişileri belirlemede kullanılabilir. [www.syntaxscore.com](http://www.syntaxscore.com)'a göre SYNTAX skoru hesaplanan örnek olgu Şekil 33'de gösterilmiştir.

**TABLO 10. EuroSCORE faktörler ve puanlar**

| <b>Hasta ile ilgili faktörler</b>     |                                                                                                                                |   |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Yaş                                   | >60 her 5 yıl için                                                                                                             | 1 |
| Cinsiyet                              | Kadın                                                                                                                          | 1 |
| Kronik akciğer hastalığı              | Uzun süreli steroid ve bronkodilatör kullanımı                                                                                 | 1 |
| Periferik arter hastalığı             | Klinikasyo/karotis darlığı >%50 veya abdominal aorta, extremité veya karotise yapılmış veya planlanan girişim                  | 2 |
| Nörolojik disfonksiyon                | Hareketi ve günlük işleri kısıtlayan                                                                                           | 2 |
| Geçirilmiş kalp cerrahisi             | Perikardın açıldığı eski operasyonlar                                                                                          | 3 |
| Serum kreatinin                       | Preoperatif kreatinin >200µmol/L (2,26 mg/dL)                                                                                  | 2 |
| Aktif endokardit                      | Cerrahi sırasında kullanılan antibiyotik                                                                                       | 3 |
| Kritik preop durum                    | Preopkardiyak arrest, ventilatör kullanımı, renal yetersizlik, inotropik destek, intraaortic balon desteği, ventriküler aritmi | 3 |
| <b>Kalp ile ilgili faktörler</b>      |                                                                                                                                |   |
| Kararsız angina                       | Nitrat gerektiren istirahat anginası                                                                                           | 2 |
| Sol ventrikül fonksiyonu              | Orta (EF = %30-%50)                                                                                                            | 1 |
|                                       | Kötü (EF<%30)                                                                                                                  | 3 |
| Geçirilmiş Mİ                         | 90 gün içinde                                                                                                                  | 2 |
| Pulmoner HT                           | Sistolik PAB>60 mmHg                                                                                                           | 2 |
| <b>Operasyon ile ilgili faktörler</b> |                                                                                                                                |   |
| Acil operasyon                        | KAG ile aynı iş gününde                                                                                                        | 2 |
| İzole KABG dışı                       | KABG ek başka bir kalp ameliyatı                                                                                               | 2 |
| Toraksik aorta cerrahisi              |                                                                                                                                | 3 |
| Postinfarkt VSD                       |                                                                                                                                | 4 |

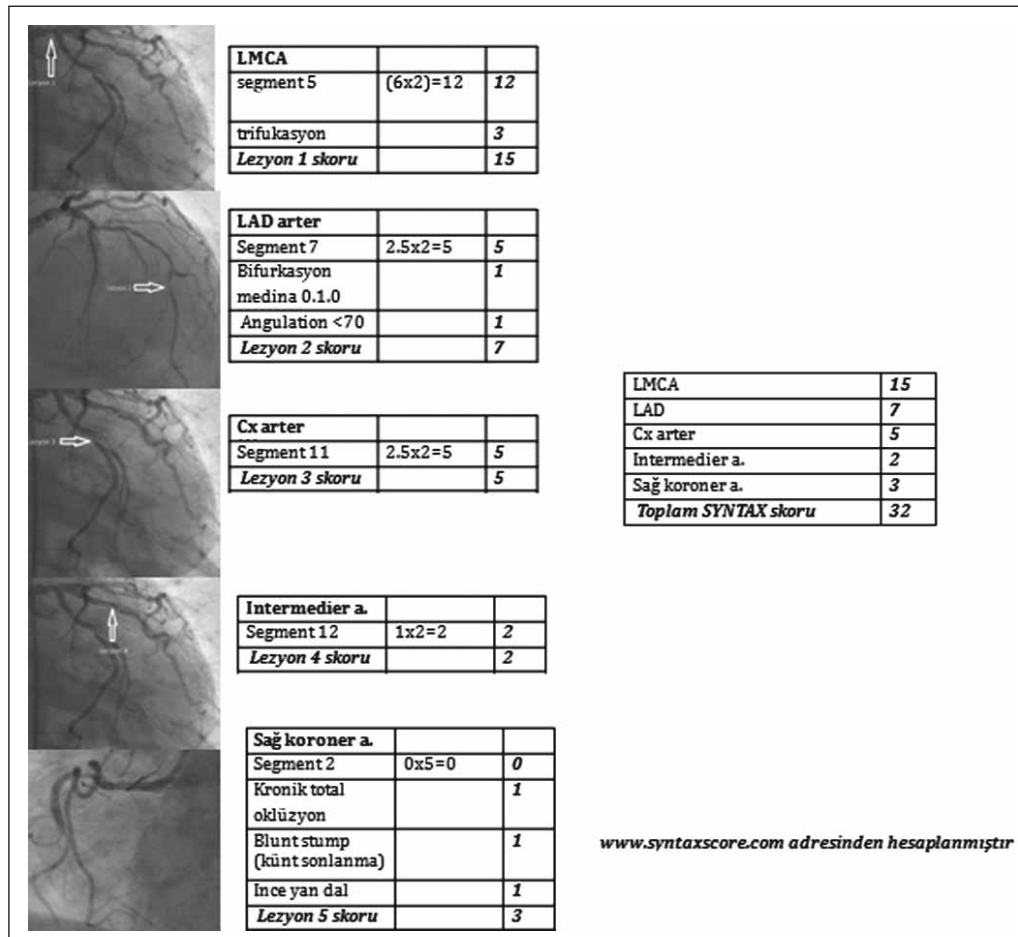


**Fonksiyonel SXskor:**

The Fractional Flow Reserve (FFR) versus Angiography for Guiding PCI in Patients with Multivessel Evaluation (FAME) çalışmasında her koroner lezyonun FFR ile fonksiyonel anlamlılığı araştırılmış ve bu yöntemle gözle yapılan darlık derecelendirilmesine göre prognostik fayda sağlandığı gösterilmiştir (19,20). Retrospektif olarak üç damar hastalığı olan yaklaşık 500 hastanın FFR ölçümleriyle SXskorunun birlikte değerlendirilerek elde edilen fonksiyonel SXskorunun prognozu daha iyi öngördüğü bulunmuştur (21).

**Klinik SXskor:**

Bu skora sisteminde SXskoru ile modifiye ACEF skoru birlikte değerlendirilir (22). Hastanın yaşı (Age), kreatinin düzeyi (Creatinine) ve ejeksiyon fraksiyonunun (EF) birlikte de-



**Şekil 33.** Örnek olguda [www.syntaxscore.com](http://www.syntaxscore.com)'a göre SYNTAX skoru hesaplanması

ğerlendirildiği ACEF skorlamasının elektif KABG operasyonuna girecek hastalarda EuroSCORE ile karşılaştırılabilir olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (23,24).

ACEF skoru = Yaş/EF + Kreatinin klirensindeki 60ml/dk'nın altındaki her 10 ml/dk için 1 puan (en fazla 6 puan) (25).

ARTS II çalışma grubundakilerde klinik SX skorunun 5 yıllık MACE ve ölümü öngörmede hem tek başına SXskor hem de ACEF skorundan üstün olduğu gösterilmiştir (26). Klinik SXskorunun en büyük kısıtlılığı olarak bu skorun yüksek riskli hastalarda istenmeyen olayları öngördürürken, orta ve düşük riskli hasta ayırımında yetersiz kalması söylenebilir (27).

### Global Risk Modeli:

EuroSCORE cerrahi mortalitenin bağımsız öngördürücüsü olmanın yanında hem PKG hem de KABG gruplarında MACE belirteci olduğundan, SXskorunun ise PKG yapılacak hastalarda MACE'in (kardiyak ve serebrovasküler) bağımsız öngördürücüsü olduğundan daha önce de bahsetmiştik. Bu iki skortlama sisteminin (dolayısıyla hem klinik, hem de anjiyografik skorların) birlikte kullanılarak global riskin belirlenmesinin iyi bir yaklaşım olacağı yakın zamandaki bir makalede belirtilmiştir (28). Global risk modeli Tablo 11'te sunulmuştur.

Özetlersek, KABG operasyonuna girecek hastalarda risk değerlendirmesi için sadece klinik veriler yeterli iken, PKG hastalarında klinik ve anjiyografik değişkenlerin birlikte değerlendirilmesi gereklidir.

Bu bölümün sonunda günlük pratiğimizde önemli bir yer tutan 2010 yılında Avrupa Kardiyoloji Derneği (ESC) ve Avrupa Kardiyotorasik Cerrahi Derneği tarafından yayınlanan miyokardiyal revaskülarizasyon kılavuzuna (29) da kısaca değinmek istiyorum. Bu kılavuzdaki belki de en önemli yenilik, birbirine rakip gibi algılanan iki farklı uzmanlık derneğinin ortak çalışmış olmasıdır. Hasta merkezli yaklaşım nedeniyle, hastanın bilgilendirilmesinin (planlanan işlem, yapılan merkezin ve operatörün sonuçları da dahil olmak üzere) önemi ve karar sürecine hastanın etkin katılımı vurgulanmıştır. Kanıta dayalı en iyi uygulamanın gerçekten en doğru uygulama olup olmayacağının kararı ise, özellikle çokdamar hastalarında SYNTAX çalışmasında geliştirilmiş ve kullanılmış bir model olan, klinisyen kardiyolog, kalp cerrahı ve girişimsel kardiyologdan oluşan "Kalp Ekibi"ne bırakılmıştır.

**TABLO 11.** Global risk modeli

|                               | Düşük SXskor ( $\leq 22$ ) | Orta SXskor (23-32) | Yüksek SXskor ( $\geq 33$ ) |
|-------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Düşük EuroSCORE (0-2)         | Düşük Risk                 | Düşük Risk          | Orta Risk                   |
| Orta EuroSCORE (3-5)          | Düşük Risk                 | Düşük Risk          | Orta Risk                   |
| Yüksek EuroSCORE ( $\geq 6$ ) | Orta Risk                  | Orta Risk           | Yüksek Risk                 |

### Kaynaklar

1. Kolesov, VI; Potashov, LV (1965). "Surgery of coronary arteries". *Eksp Khir Anesteziol* (in Russian) 10 (2): 3–8.
2. Grüntzig A, Hirzel H, Goebel N, Gattiker R, Turina M, Myler R, Stertz S, Kaltenbach M. [Percutaneous transluminal dilatation of chronic coronary stenoses. First experiences]. *Schweiz Med Wochenschr*. 1978 Nov 4;108 (44):1721-3. German
3. Holmes DR Jr, Mohr F, Hamm CW, Mack MJ. Venn diagrams in cardiovascular disease: the Heart Team concept. *Eur Heart J*. 2013 Jan 11. [Epub ahead of print]
4. Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease. *Am J Cardiol* 1983;51:606.
5. Serruys PW, Onuma Y, Garg S, et al: Assessment of the SYNTAX score in the Syntax study. *EuroIntervention* 5:50-56, 2009
6. Nashef SA, Roques F, Michel P, et al: European system for cardiac operative risk evaluation (EuroSCORE). *Eur J Cardiothorac Surg* 16:9-13, 1999
7. Roques F, Michel P, Goldstone AR, et al: The logistic EuroSCORE. *Eur Heart J* 24:881-882, 2003
8. Shahian DM, O'Brien SM, Filardo G, et al: The Society of Thoracic Surgeons 2008 cardiac surgery risk models: Part 1—Coronary artery bypass grafting surgery. *Ann Thorac Surg* 88: S2-S22, 2009 (suppl)
9. Kappetein AP, Feldman TE, Mack MJ, et al: Comparison of coronary bypass surgery with drug-eluting stenting for the treatment of left main and/or three-vessel disease: 3-year follow-up of the SYNTAX trial. *Eur Heart J* 32:2125-2134, 2011
10. Singh M, Rihal CS, Lennon RJ, Spertus J, Rumsfeld JS, Holmes DR Jr. Bedside estimation of risk from percutaneous coronary intervention: the new Mayo Clinic risk scores. *Mayo Clin Proc* 2007;82:701–708.
11. Singh M, Gersh BJ, Li S, Rumsfeld JS, Spertus JA, O'Brien SM, Suri RM, Peterson ED. Mayo Clinic risk score for percutaneous coronary intervention predicts in-hospital mortality in patients undergoing coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 2008;117:356–362.
12. Peterson ED, Dai D, DeLong ER, Brennan JM, Singh M, Rao SV, et al. Contemporary mortality risk prediction for percutaneous coronary intervention: results from 588,398 procedures in the National Cardiovascular Data Registry. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:1923–1932.
13. Parsonnet V, Dean D, Bernstein AD. A method of uniform stratification of risk for evaluating the results of surgery in acquired adult heart disease. *Circulation* 1989;79:I3–I12.
14. Montorsi P, Ravagnani PM, Galli S, et al. Association between erectile dysfunction and coronary artery disease. Role of coronary clinical presentation and extent of coronary vessels involvement: the COBRA trial. *Eur Heart J*. 2006 Nov;27 (22):2632-9
15. Sianos G, Morel MA, Kappetein AP, et al: The SYNTAX Score: An angiographic tool grading the complexity of coronary artery disease. *EuroIntervention* 1:219-227, 2005
16. Kim YH, Ahn JM, Park DW, et al: EuroSCORE as a predictor of death and myocardial infarction after unprotected left main coronary stenting. *Am J Cardiol* 98:1567-1570, 2006
17. Leaman DM, Brower RW, Meester GT, et al: Coronary artery atherosclerosis: Severity of the disease, severity of angina pectoris and compromised left ventricular function. *Circulation* 63:285-299, 1981
18. Serruys PW, Onuma Y, Garg S, et al: 5-Year clinical outcomes of the ARTS II (Arterial Revascularization Therapies Study II) of the sirolimus-eluting stent in the treatment of patients with multivessel de novo coronary artery lesions. *J Am Coll Cardiol* 55:1093-1101, 2010
19. Tonino PA, Fearon WF, De Bruyne B, et al: Angiographic versus functional severity of coronary artery stenoses in the FAME study fractional flow reserve versus angiography in multivessel evaluation. *J Am Coll Cardiol* 55:2816-2821, 2010
20. Pijls NH, Fearon WF, Tonino PA, et al: Fractional flow reserve versus angiography for guiding percutaneous coronary intervention in patients with multivessel coronary artery disease: 2-Year follow-up of the FAME (Fractional Flow Reserve versus Angiography for Multivessel Evaluation) study. *J Am Coll Cardiol* 56:177-184, 2010

21. Fearon WF: Functional Syntax score. Presented at Left Main Coronary Interventions Course, February 14, 2011, New York, NY
22. Wykrzykowska JJ, Garg S, Onuma Y, et al: Value of age, creatinine, and ejection fraction (ACEF score) in assessing risk in patients undergoing percutaneous coronary interventions in the "All-Comers" LEADERS trial. *Circ Cardiovasc Interventions* 4:47-56, 2011
23. Ranucci M, Castelvechio S, Menicanti L, et al: Risk of assessing mortality risk in elective cardiac operations: Age, creatinine, ejection fraction, and the law of parsimony. *Circulation* 119:3053-3061, 2009
24. Ranucci M, Castelvechio S: The ACEF score one year after: A skeleton waiting for muscles, skin, and internal organs. *EuroIntervention* 6:549-553, 2010
25. Cockcroft DW, Gault MH: Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. *Nephron* 16:31-41, 1976
26. Garg S, Sarno G, Garcia-Garcia HM, et al: A new tool for the risk stratification of patients with complex coronary artery disease: The Clinical SYNTAX Score. *Circ Cardiovasc Interventions* 3: 317-326, 2010
27. Capodanno D, Caggegi A, Miano M, et al: Global Risk classification and Clinical SYNTAX (Synergy between Percutaneous Coronary Intervention with TAXUS and Cardiac Surgery) score in patients undergoing percutaneous or surgical left main revascularization. *J Am Coll Cardiol Interv* 4:287-297, 2011
28. Farooq V, Brugaletta S, MD, Serruys PW: The SYNTAX Score and SYNTAX-Based Clinical Risk Scores. *Semin Thoracic Surg* 23:99-105, 2011
29. Wijns W, Kolh P, Danchin N, Di Mario C, Falk V, Folliquet T, et al. Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J* 2010;31:2501-55.



## BÖLÜM 3

# PERKUTAN NONKORONER İNVAZİF GİRİŞİMLER

### 3.1. PERKUTAN MİTRAL BALON VALVOTOMİ (MBV)

Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu

Semptomatik, Mitral Darlığı (MD)'da Perkutan Mitral Balon Valvuloplasti (PMBV) önemli bir tedavi seçeneğidir (AHA/ACC 2008).

Usta ve deneyimli operatörün bulunduğu merkezde, orta- ciddi MD'li semptomatik, uygun kapak morfolojisi olan hastalarda, Mitral yetersizliği (MY) ve sol Atrium'da trombus bulunmuyorsa hastalarda PMBV ilk başta seçilecek tedavi girişimi olarak düşünülmelidir.

#### MİTRAL DARLIĞI

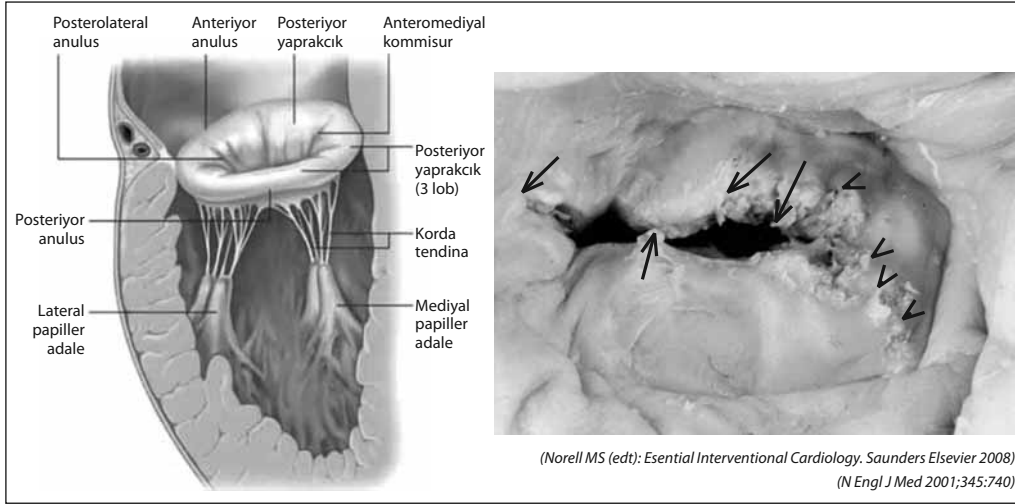
Romatizmal tutulum mitral darlığının en sık sebebidir. Mitral kapak yapıları (yaprakcıklar, kapak halkası, subvalvüler yapılar), romatizmal kalp hastalığında sık tutulur ve romatizmal ateş sonucunda gelişen mitral valvülitin progressif geç sekeli olarak meydana gelir (klinik MD akut fazdan yaklaşık 30 yıl sonra gelişir).

#### Patoloji, Patofizyoloji:

Normal mitral kapak alanı (MKA) erişkinde yaklaşık 4-6 cm<sup>2</sup>'dir. Ciddi MD'de ( $\leq 1.0$  cm<sup>2</sup>), kaslarda kalınlaşma, kommisurlarda füzyon ve korda tendinea'larda kısılma ve füzyon. Daha ileri şekillerinde kapak yaprakcıklarında ve kommisurlarda kalsifikasyon olabilir (Şekil 1).

Bu değişiklikler geleneksel 2-D ekokardiyografi ile iyi görüntülenebilir ve "Wilkins skoru" ile derecelendirilebilir. Bu skorlama sisteminin her biri dört puanla derecelendirilen dört değişkeni vardır; 1-yaprakcık kalınlığı, 2-yaprakcık mobilitesi, 3-subvalvüler kalınlık ve 4-kalsifikasyonun yaygınlığı. Her parametre değerlendirilip 0 (hiçbiri) – 4 (ağır) arası puanlanır (Tablo 1).

PMBV ile mitral kapak alanının artışının mekanizması; cerrahi kommisürotomiye benzer, Bir her iki kommisürün birbirinden ayrılmasıdır, kapaktaki kalsifik nodüler tortuların kırılması bu primer mekanizmaya ek olarak kommisürotomiye katkı sağlayabilir.



**ŞEKİL 1. (Solda)**-Mitral aparatı ve SV miyokardiyumunun devamlılığı. Mitral anulus, yaprakçıklar, korda tendinalar, papiller adaleler ve sol ventrikül duvarları. **(Sağda)**-Romarizmal mitral kapak hastalığı. Darlık ile sonuçlanan kommissural füzyon: kommissüral füzyon (okbaşı) ve kalsifik (oklar), kalınlaşmış yaprakçıklar sonucunda gelişen kapak darlığı.

**TABLO 1.** Ekokardiyografi ile perkutan mitral kommissurotomiden sonra sonuçları öngören anatomik skorlama: **'Wilkins'in mitral kapağın morfolojik skorlaması':**

| Evre | Mobilite                                                                | Subvalvüler kalınlaşma                                               | Kalınlık                                                 | Kalsifikasyon                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1.   | Sadece yaprakcık uçları kısıtlanmış oldukça hareketli kapak             | Mitral yaprakcıkların hemen altında kordal kalınlaşma                | Yaprakcık kalınlığı normale yakın (4-5 mm)               | Eko parlaklığının arttığı tek bölge                   |
| 2.   | Yaprakcığın orta bölümü ve tabanının hareketi azalmıştır                | Korda uzunluğunun 1/3'üne kadar uzanan kordal yapıların kalınlaşması | Orta-yaprakcık kenarları belirgin kalınlaşmış            | Yaprakcık kenarları ile sınırlandırılmış parlaklık    |
| 3.   | Diyastolde özellikle tabanda kapak yaprakcıkları öne doğru hareket eder | Kalınlaşma korda uzunluğunun 1/3 distaline kadar yayılmıştır         | Kalınlaşma tüm yaprakcığa yayılma eğiliminde (5-8 mm)    | Parlaklık yaprakcığın orta bölümüne yayılmış          |
| 4.   | Diyastolde yaprakcıkların minimal öne- doğru hareketi                   | Kordalarda papiller adaleye yayılan yaygın kalsifikasyon ve kısalma  | Tüm yaprakcık dokusunun belirgin kalınlaşması (>8-10 mm) | Parlaklık yaprakcık dokusunun büyük bölümüne yayılmış |

(Am J Cardiol 1999;83:1210-1213)

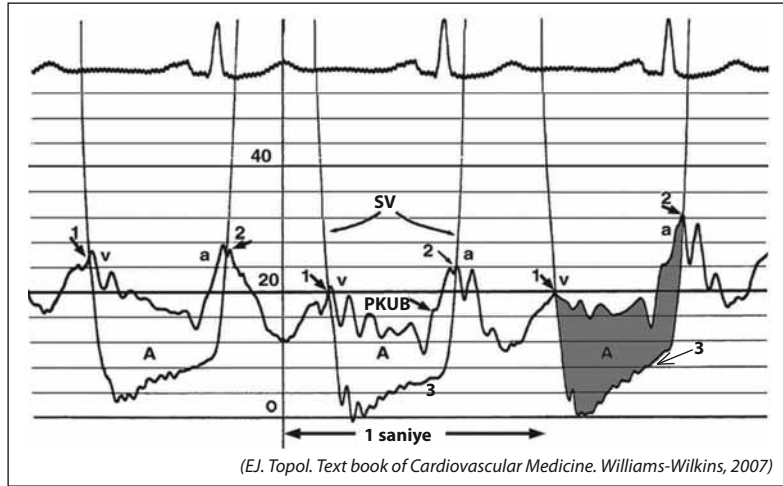
**TABLO 2.** Mitral darlığının hemodinamik bulgular ile ciddiyetinin derecelendirilmesi

|                                        | Hafif | Orta    | Ciddi |
|----------------------------------------|-------|---------|-------|
| Ortalama diyastolik gradient (mmHg)    | <5    | 5-10    | >10   |
| Pulmoner arter sistolik basıncı (mmHg) | <30   | 30-50   | >50   |
| Kapak alanı (cm <sup>2</sup> )         | >1.5  | 1.0-1.5 | <1.0  |

(Kay P, Sabate M, Costa MA. Cardiac Catheterization and Percutaneous Intervention, Taylor-Francis, 2004)

Kalp hızı 60 ve 90/dk olduğunda kabul edilen kriterler

Mitral darlığında: mitral kapak alanının (MKA) daralmasına paralel hemodinamik olarak sol atrium (SA) basıncı yükselmiştir. SA ve Sol Ventrikül endiyastolik (SVED) basıncı arasında gradiyent vardır (Tablo 2). Bu gradiyentin yüksekliği MD ciddiyetini gösterir (Şekil 2). Yükselmiş SA basıncı pulmoner venöz hipertansiyona neden olur ve MD nin semptomlarının (dispneler, akut pulmoner ödem, öksürük ve hemoptizi gibi) çoğunun sebebidir. SA basıncı düşürülmezse sonunda pulmoner arteriyel hipertansiyon (PAH) gelişir.



**ŞEKİL 2.** Mitral darlığında diyastol sonunda (2) pulmoner kapiller uç basınç (PKUB) ve SV diyastol-sonu basıncı (3) arasındaki diyastolik basınç gradiyenti (A). Ciddi mitral darlığında sol ventrikül (SV) ve pulmoner kapiller uç basıncın (PKUB) eş zamanlı kaydı. Diyastol boyunca (1'den 2'ye kadar, okla işaretli), SV ve PKUB arasında basınç gradiyenti bulunmakta (A). Bu hastanın kalp debisi 3.740 ml/dk olup, 68/dk kalp hızı vardır. Ortalama diyastolik doluş süresi 0.49 sn/vuru; ortalama diyastolik basınç gradiyenti 13 mmHg. "Gorlin denklemine" göre mitral alanı 0.8 cm<sup>2</sup>.



### PMBV İndikasyonları:

AHA/ACC kılavuzları, PMBV'nin deneyimli operatör tarafından yapılmasını önermiştir.

- ESC kılavuzuna göre, girişim klinik olarak anlamlı MD'de (MKA:  $<1.5 \text{ cm}^2$  veya özellikle vücut yüzeyi olağan dışı büyük (MKA  $<1.7\text{-}1.8 \text{ cm}^2$ ), ve semptomatik hastalarda yapılmalıdır (Tablo 3).

Kapak anatomisi uygun olan semptomatik hastalar PMBV'ye gitmelidir. Komorbid faktörlerden dolayı cerrahi girişim için kötü aday olan hastalarda, PMBV seçilmesi gereken bir girişimdir. Mitral Balon valvotomi, SolA basıncının yükselmesi sonucu gelişen yeni başla-

**TABLO 3.** Mitral darlığında kılavuzlarda; perkutan balon mitral valvotomi (PMBV): indikasyonları

| ACC/AHA (2008) İndikasyonları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ESC (2012) İndikasyonlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Sınıf I:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Orta, ciddi MD ve kapak morfolojisi PMBV'ye uygun, semptomatik hastalarda (NYHA II, III veya IV), SA trombus ve orta-ciddi MR bulunmuyorsa PMBV etkilidir indikedir.</li> <li>2. Orta veya ciddi MD ve kapak morfolojisi PMBV için uygun PHTA'sı bulunan (sistolik PAB dinlenimde <math>&gt;50 \text{ mmHg}</math> veya egzersiz ile <math>&gt;60 \text{ mmHg}</math>) asemptomatik hastalarda, SA trombus veya orta-ciddi MR bulunmuyorsa PMBV etkilidir, indikedir</li> </ol> <p><b>Sınıf IIa:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bükülgen olmayan kalsifik kapağı olan orta veya ciddi MD'de, cerrahiye aday olmayan veya cerrahi riski yüksek hastalarda PMBV faydalı olabilir.</li> </ul> <p><b>Sınıf III:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hafif MD'de PMBV indike değildir.</li> <li>• Orta-ciddi MR'de veya sol atriyal trombusta PMBV yapılmamalıdır.</li> </ul> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PMBV, olumlu anatomik karakteristikleri ile semptomatik hastalarda indikedir (I,B).</li> <li>2. Semptomatik hastalarda cerrahinin riski yüksek veya kontrindike ise PMBV indikedir (I,C).</li> <li>3. Olumsuz Anatomik özellikleri bulunan, fakat olumsuz klinik özellikleri olmayan semptomatik hastalarda PMBV düşünülmelidir (IIa,C).</li> <li>4. Asemptomatik hastalarda, olumsuz karakteristikleri bulunmayan ve --- (aşağıdaki durumlarda) düşünülmelidir (IIa,C).</li> <li>5. ve <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tromboembolik riski yüksek (geçmiş embolizm hikayesi, sol atriyumda yoğun spontan kontrast, yeni veya paroksizmal atriyal fibrilasyon).</li> <li>• Hemodinamik dekompanseasyon riski yüksek (dinlenimde sistolik pulmoner arter basıncı <math>&gt;50 \text{ mmHg}</math>, major non-kardiyak cerrahi ihtiyacı, gebelik isteği).</li> </ul> </li> </ol> <p><b>Kontrindikasyonlar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitral kapak alanı <math>&gt;1.5 \text{ cm}^2</math></li> <li>• Sol atriyal trombus</li> <li>• Hafiften fazla mitral regürjitasyonu</li> <li>• Bikommisural kalsifikasyon</li> <li>• Kommisural füzyon olmaması</li> <li>• Eşlik eden ciddi aort kapak hastalığı veya kombine ciddi triküspid darlık ve regürjitasyonu.</li> <li>• Beraberinde Bypass cerrahisi gereken ciddi koroner arter hastalığı.</li> </ul> |

Kısalt: PHTA-Pulmoner hipertansiyon, PAB-Pulmoner arter basıncı, MR-Mitral regürjitasyonu, PMBV-Perkutan Mitral Balon Valvotomi

yan atriyal fibrilasyon veya pulmoner dolaşımın bozulmasının hemodinamik etkisinin (arterioller PHTA) kanıtları bulunduğu (geri dönüşsüz PHTA) yani pulmoner arter basıncı  $>60$  mmHg ise hasta asemptomatik olsa bile PMBV) düşünülebilir. Çünkü mitral darlığında mitral kapak yavaş yavaş daralır. Hastalar zamanla bu daralmış kapağa adapte olurlar ve MKA  $1 \text{ cm}^2$  olsa bile hastalar pek fazla şikayet etmezler.

Tamamen asemptomatik hastalarda, hemodinamik dekompanseasyonun kanıtı olmadıkça bunlarda PMBV düşünülmemelidir.

### Hasta seçimi:

Hastanın dikkatle seçilmesi çok önemlidir. Girişimin erken ve uzun dönemdeki performans ve faydası etkileyen aşağıdaki faktörler gözden geçirilmelidir:

- 1. Yaş:** PMBV'nin yaşlı hastalardaki sonuçları kötü görünmektedir. Çünkü bu hastaların kapak yapısı morfolojik olarak girişime uygun değildir. Bu grupta mitral kapak cerrahisinin kontrindike olduğu hastalarda (çok yaşlı hastalar ve anlamlı komorbidler ile) PMBV yapılabilir. Optimal olmayan kapak morfolojisi bulunmasına rağmen bu hastalarda PMBV ile yeterli ve tatminkar sonuç alınabilir.
- 2. Kapak morfolojisi:** Kapak skorlama sistemi (kapak kalsifikasyonu ve anatomisinin ekokardiyografiye dayanan skorlaması) kapağın PMBV'ye uygunluğunu değerlendirmek için kullanılmaktadır;
  - Kapak skoru  $\leq 8$  olan hastalarda  $\geq 8$  olanlara göre girişim daha üstün ve daha iyi süren sonuçlar sağlar, faydası maksimumdur.
- 3. Mitral yetersizliği:** Anlamlı mitral yetersizliği ( $MY > 2$ ) bulunması PMBV'nin kontrindikasyonudur.
- 4. Atriyal trombus:** PMBV'nin bir diğer tartışmasız kontrindikasyonudur.
  - AF'li hastalar girişim öncesinde hasta 4-6 haftalık bir süre tam antikoagüle edilmelidir.
  - AF'li hastalarda girişim öncesi mutlaka TransÖzefajial Ekokardiografi (TÖE) yapılmalıdır.
- 5. Gebelik:** PMBV gebelikte uygulanabilir. Fetusta radyasyon riski maturasyonun tamamlandığı 4-6 ay sonra azalır.
  - Girişim sırasında hastanın gövdesi kurşun örtü ile örtülerek fetus radyasyondan korunmaya çalışılmalıdır.

### Mitral Darlığında Cerrahi İndikasyonlar:

- Mitral kapak cerrahisi (mümkünse tamir) orta-ağır MD'li semptomatik (NYHA sınıf III-IV) hastalarda; (1) PMBV sağlanamadığında, (2) antikoagülasyona rağmen SA trombus veya eşlik eden orta- ciddi MR nedeni ile PMBV kontrindike olduğunda, (3) kapak morfolojisi mitral balon valvotomi için uygun olmayan, ameliyat riski kabul edilebilir olan hastalarda
- Orta-ciddi semptomatik MD'da orta-ciddi MR de bulunan hastalar mitral kapak replasmanına gönderilmelidir.
- Ciddi MD ve ciddi pulmoner hipertansiyonda (pulmoner arter basıncı  $>60$  mmHg) NYHA fonksiyonel sınıfı I-II semptomlu PMBV'ye veya mitral kapağın cerrahi tamirine aday olmayan hastalarda mitral kapak replasmanı faydalı olabilir.

### PMBV'nin Kontrindikasyonları:

Ciddi mitral darlığına aşağıdaki hastalık ve koşulların eşlik etmesi durumunda PMBV kontrindikedir, riskli ve hayati tehlikesi olabilir:

- Sol atriyal trombus, MD ile birlikte orta (3+), ciddi (4+) mitral yetersizliği bulunması; ciddi veya bikommisürel kalsifikasyon ve beraberinde ciddi aort kapak hastalığı; birlikte ciddi triküspid darlığı ve yetersizliği ve cerrahi gereken koroner arter hastalığı varlığında PMBV düşünülmemelidir.

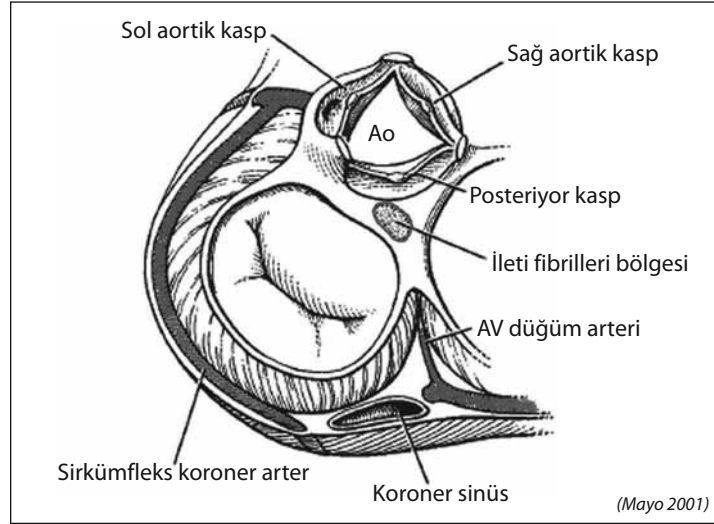
### PMBV'nin Komplikasyonları:

- Mitral regürjitasyonu; subvalvüler yapıların füzyonu ve kalsifikasyonu postvalvotomi MR'nin işlem ile ilgili önemli risk faktörüdür. MR çoğunlukla hafiftir, %3-8 katastrofik (cerrahi düzeltme gereken ciddi MR) olabilir.
- Perikard tamponadı; sıklığı %1'den azdır, operatörün deneyimi ile yakından ilişkilidir. septostomi sırasında sağ atriyum duvarının veya sol atriuma girişten sonra sol atrium duvarının delinmesi sonucu gelişebilir, hemodinamisi bozulmuş hastalarda kapalı veya açık drenaj yapılmalıdır.
- Tromboembolik olaylar; işlem sırasında hava embolisine bağlı AMİ veya periferik tromboembolizm görülebilir. MRI ile saptanan serebral embolizm seyrek değildir, ancak klinik serebral emboli sıklığı seyrek (0.5-1).
- İyatrojenik ASD; septostomi sonucunda delikten geçirilen balon katetere ve valvotomi sonrası negatif basınç kullanılarak tam olarak söndürülmeden geri çekilen balon katetere bağlı rölatif daha büyük ve sürekli ASD gelişebilir. Ekokardiyografik sıklığı %20-24, septostomi yerinde sağdan-sola şantı bulunan rezidüel ASD'yi işaret eder, hemodinamik olarak anlamlı şant seyrek.

## İŞLEMİN PRATİĞİ, PRENSİPLERİ VE TEKNİK İPUÇLARI

PMBV girişiminde uygulanan tüm antegrad yaklaşımlar iki aşamalıdır: Birinci adım; başarılı transeptal kateterizasyon (TSK) ile başlar, İkinci- adım; interatriyal septal delikten geçirilen balon kateterin sol atriyuma ve sonra mitral kapaktan Sol Ventriküle (SV) sokulması, sonra da balonun tekniğine uygun şekilde mitral kapak içinde şişirilmesidir.

- Mitral Balon valvotomi yapılacak hasta gerekli profaktik antibiyotik verildikten sonra kardiyak katater laboratuvarına alınır.
- Önce standart sağ ve sol kalp kateterizasyon ile hemodinamik inceleme yapılır. Sağ kalp boşlukları basınçları, Pulmoner arter ve Pulmoner arter tıkalı basınçları ile Sol Ventrikül enddiastolik basıncı birlikte alındıktan sonra, 45° sağ anterior oblik (RAO) pozisyonda Sol Ventrül anjiyografisi ve 45° sol anterior oblik (LAO) pozisyonda Aortagrafi yapılarak sırası ile Mitral ve aort kapaklar anjiyografik olarak tekrar değerlendirilir.



**ŞEKİL 3.** Anatomik olarak mitral kapağın diğer kalp yapıları ile ilişkisi.

Ao-Aorta, anulusu.

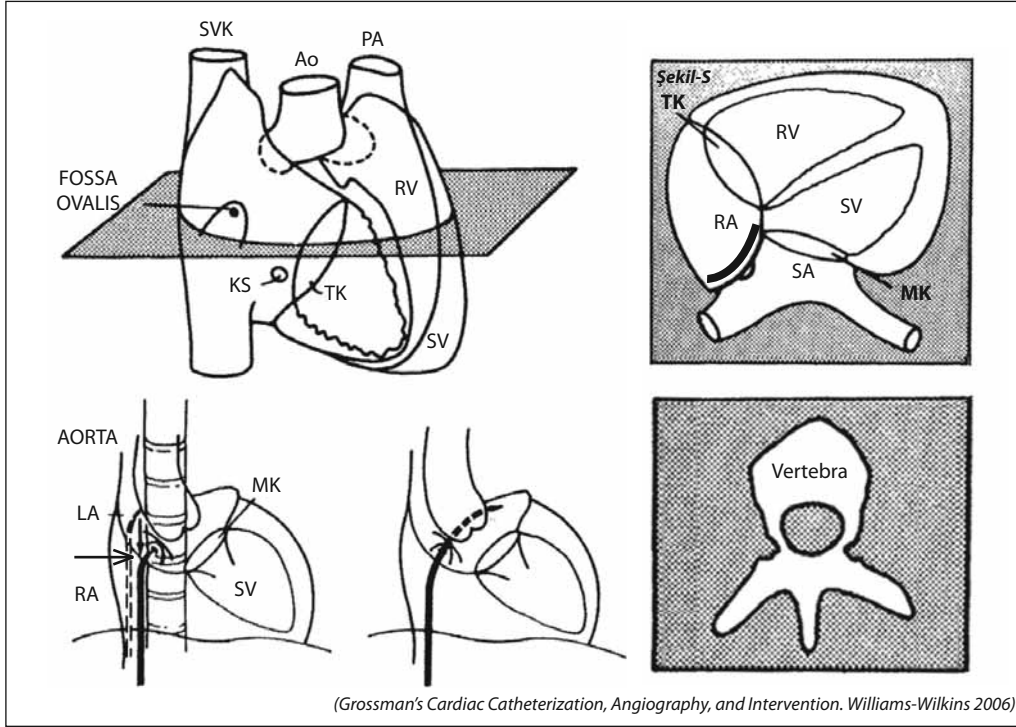
### ADIM-I Transeptal Kateterizasyon:

Transeptal kateterizasyonun hedefi fossa ovalisten geçerek sağ atrium (SağA)'dan SA'ya geçmektir.

Hastaların yaklaşık %10'da, paten foramen ovale bulunduğundan, sağ kalp kateterizasyonu sırasında dakron dokunmuş kateter ile tesadüfen SA'dan sağA'ya geçilmektedir. Diğer hastalarda ise bu bölgenin özel iğne-kateter kompleksi ile mekanik olarak ponksiyonu gerekir. Ancak, fossa ovalisin ponksiyonu deneyimsiz operatör tarafından yapıldığında, özellikle dev SA'ya bağlı interatriyal septumun deviyeye olduğu hastalarda çok güvenli değildir. Transeptal yaklaşımın tehlikesi; komşu yapıların (sağA'nın posteriyor duvarı, koroner sinüs, veya aort kökü veya sol atrium duvarının) delinme riskindendir (Şekil 3).

**Anatomi:** Sırtüstü yatan hastanın ayaklarından bakıldığında, atriyal septumun düzlemi saat-1 hizasından saat 7'ye doğru kaçır.

- SağA'nın bölgesel anatomisi; fossa ovalis aort köküne karşı, posteriyor ve kaudal lokalizasyondadır, sağA'nın serbet duvarına karşı anteriyordadır (Şekil 4).
- Fossa ovalis koroner sinüs ostiyumuna karşı superiyora ve posteriyora doğru yerleşmiştir, triküspid anulusunun ve sağA apendiksini posteriyoruna uygundur. Aort ve mitral kapak hastalığı varlığında, anatomi biraz değişebilir, aort darlığında septum düzlemi daha vertikal olur ve fossa hafifçe daha öne yerleşir. Mitral darlığında, inter-atriyal septum daha horizontal yönlenme ile daha düzleşir ve oval fossa daha aşağıya uzanır.

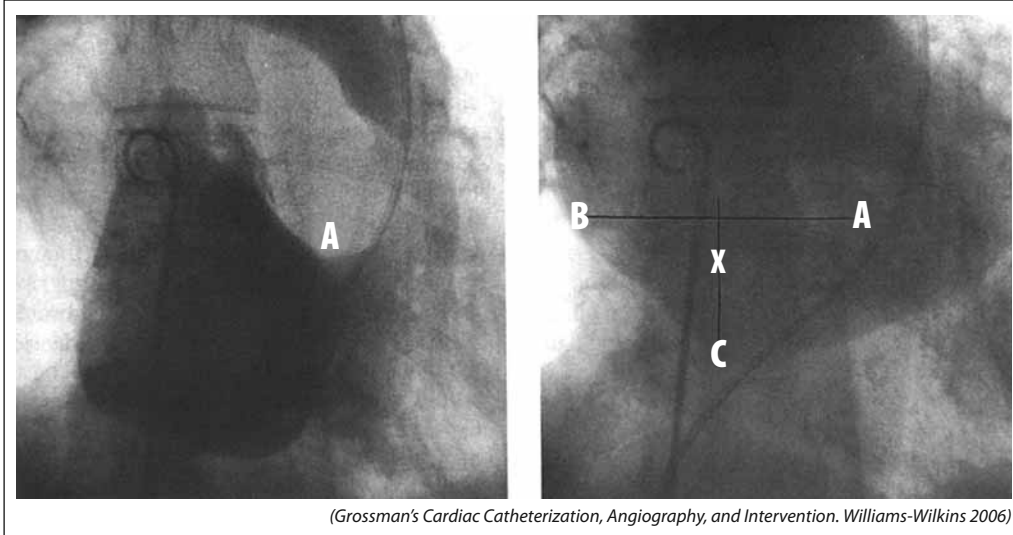


**ŞEKİL 4. Daha üstte solda:** Superiyör vena kava (SVK), aort kökü (Ao), koroner sinüs (KS ve triküspid kapağa (TK) göre rölatif daha yukarıda bulunan Fossa ovalisin pozisyonu. **Şekil S'de:** Ayaklardan (aşağıdan) yukarıya doğru bakışla fossadan geçen enine kesitte interatriyal septumun (kalın çizgi) postero-mediyal yönü ve sağ atriyumun lateral serbest duvarı görülmekte. **Altta ki sıra:** Transseptal kateterin görünüşü: VKS'den postero-medial yönlendirme ile geri çekildiğinde kateterin ucu aort kökünün üzerine kaymış. **Altta solda:** (noktalanmış pozisyon) noktalanmış (okla gösterilen) konumda vertebral sütunun üzerine sağa-doğru kaymış görünmekte. Biraz daha geri çekme ile sağa doğru fossanın içerisine daha fazla hareket eder. **Altta sağda:** Kateterin atriya doğru hareket ettirilmesi ile septumun delinmesi.

Kısalt: SV-Sol ventrikül; TK-Triküspid kapak; MK-Mitral kapak; RV-Sağ ventrikül; SA-Sol atriyum; R-Sağ atriyum.

#### Transeptal delme yerinin belirlenmesi:

Transeptal kateterizasyon için delme yerini belirlemek için birkaç mekanizma kullanılmaktadır: Transeptal delme yeri en iyi sağ ve sol atriyal anjiyografi ile veya nonkoroner aortik sinüs valsalvaya yerleştirilen Pigtail kateter ile belirlenebilir (Şekil 5). Bunlara alternatif olarak girişim sırasında transtorasik ve transözefajyal ekokardiyografiden de yararlanılabilir.



(Grossman's Cardiac Catheterization, Angiography, and Intervention. Williams-Wilkins 2006)

**ŞEKİL 5.** Fossa ovalisin yerinin belirlenmesindeki sınır taşları. (Solda)- Inoue tarafından tarif edildiği gibi triküspid kapağın üst kenarının lokalize edilmesi için (A noktası) sağ atriyal injeksiyon kullanılabilir. (Sağda)- Sol atriymu dolduran kontrast boyanın "levo-faz"ında devamlı film çekilmeli kayıt yapılmalı. Sol atriyumun arka duvarına A noktasından çekilen horizontal çizgi B noktası tanımlar. Bu çizgi sol atriyumun tabanına dikey olarak çekildiğinde C noktasını tanımlar. C noktasından yukarıya doğru yaklaşık bir vertebra boyunda vertikal çizgi çekildiğinde Fossa (x) lokalizasyonu buradadır. Floroskopi de sol atriyum görüldüğünde nonkoroner sinüsün içindeki Pigtailin pozisyonu A noktası yerine geçebilir ve kontrast injekte etmeden ponksiyon yerinin lokalize edilmesini sağlar.

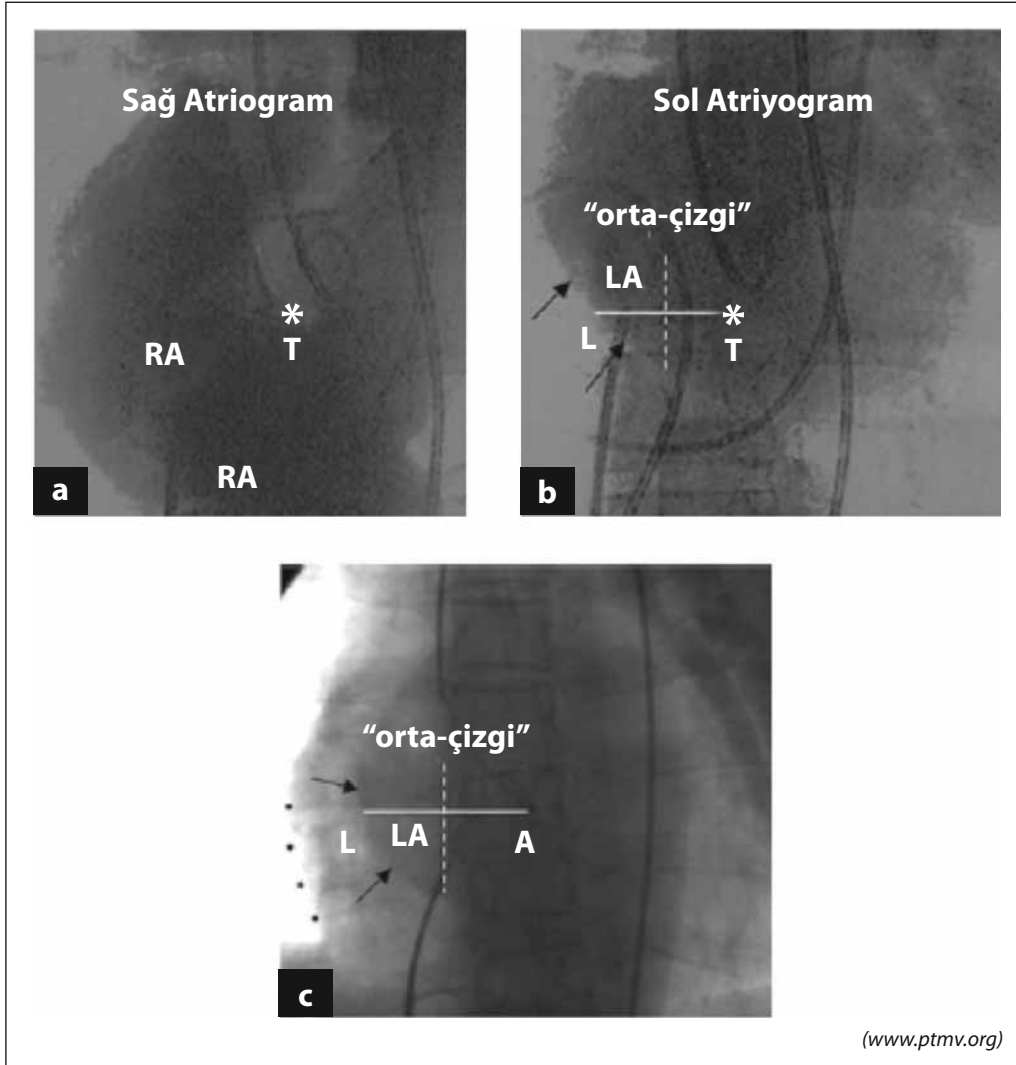
#### Ponksiyon yerinin sınırtaşı:

Optimal ponksiyon yerini bulmak için düşsel iki çizginin belirlenmesi gerekir: (1) vertikal "orta çizgi ve (2) horizontal "M-çizgisi". Hedeflenen septal ponksiyonun yeri; vertikal orta çizgi ve horizontal M-çizgisinin kesiştiği noktadır.

**Vertikal "orta çizginin" tanımlanması:** (a) *Inoue'nin anjiyografik metodu:* Inoue Balon ile PMBV için spesifik septal ponksiyon tekniği tasarlayıp icat etmiştir. Vertikal orta çizgi görüşü ile birleştirilerek, bu çizginin septumu posteriyor ve anteriyor yarılarına böldüğü farzedilmiştir.

Bu çizginin tarifi, Frontal planda sağ atriyal anjiyografide, normal solunum ile elde edilen sınırtaşlarına dayanmaktadır (Şekil 6).

(b) *Hung'sın Modifiye edilmiş Metodu:* Mitral darlığı hastalarının birçoğunda floroskopi altında sol atriyal silüet görüldüğünden. Hung "orta çizgiyi" Inoue metodunu modifiye ederek tanımlamıştır. Bu metodta yakınlığından dolayı sınırtaşı olarak triküspid kapak Aort kapak yerine kullanılmıştır. "T noktası" frontal projeksiyonda, aort kapağa (genellikle non-koroner sinüs Valsayvaya) dokunan Pigtail kateterinin ucunun yerine geçmiştir (Şekil 6). Sol atriyumun sağ lateral kenarını kesen, A noktasından L noktasına horizontal çizgi çizilir. "Orta çizgi" Inoue anjiyografik metodu ile elde edilene genellikle benzer.



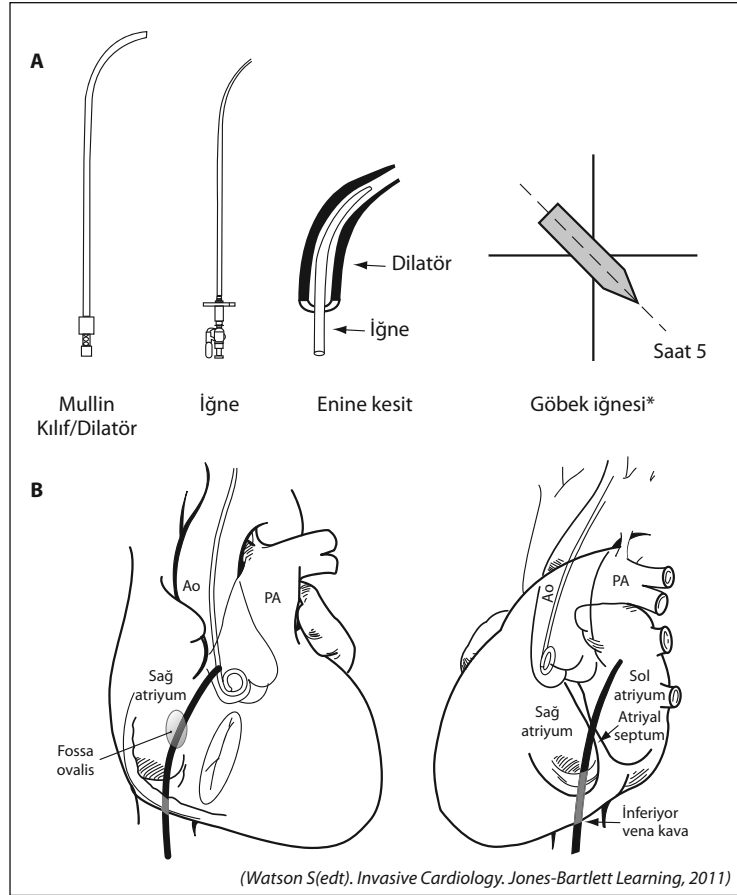
(www.ptmv.org)

**ŞEKİL 6.** "Orta-çizgi" – "Anjiyografik metod" (a ve b): Sistolde triküspid kapağın üst ucu (yıldız ile işaretlenmiş T noktası) frontal sağ atriyal (RA) anjiyografik görüntüyü durdurarak yeri floroskopik çerçevede tam olarak belirlenir (a) ve duran sol atriyal görüntü çerçevesine çevrilir (b), daha sonraki görüntüde horizontal sınır çizgisi T noktasından atriyumun lateral duvarını kestiği L noktasına kadar horizontal hayali çizgi çekilir. L noktası septumun arka sınırı sayılır. T ve L noktalarının ortasından geçen noktalı vertikal çizgi "orta-çizgidir".

**Fluoroskopik metod** (c): Horizontal çizgi Pigtail kateterinin ucundan (A noktası) L noktasına, sol atriyum (LA) silüetine (siyah ok) çekilir, orta-çizgiyi tanımlar. Noktalı çizgi sağ atriyal silüeti işaret eder.

**Transseptal ponksiyon:**

Transseptal kateterizasyon PMBV'nin en hayati komponentidir. Transseptal ponksiyon, işlemin emniyetinden ziyade balonun mitral kapaktan geçişini kolaylaştıracak en uygun interatriyal septum bölgesinden yapılmalıdır. İşemin başarısı için operatörün transseptal deneyimi ve ustalığı bulunması önemli ve gereklidir. Transseptal işlem yapmak için biplan floroskopik cihaz tercih edilmektedir, genellikle tek-plan floroskopi de yeterli olur. Transseptal giriş için bulunması gereken temel donanımlar:



**ŞEKİL 7.** Transseptal ponksiyonu tamamlamada kullanılan kateter sistemi. (Üstte soldan-sağa)-Mullin kılıf, dilatörü ve stilet; ve iğnenin dilatör içindeki pozisyonu; iğne göbeğinin yönlendirmesi. Ao-aorta; PA-pulmoner arter.

(Altta)-Transseptal ponksiyon tekniği. (Altta sol)-kalp sağ anterior oblik projeksiyonda transseptal fossa ovalisten geçen kateter mitral kapağın üzerinde sol atriyumda (Altta sağda)-Kalp sol anterior oblik projeksiyonda; kateter transseptal arkaya doğru yönelerek fossa ovalisi geçiyor.

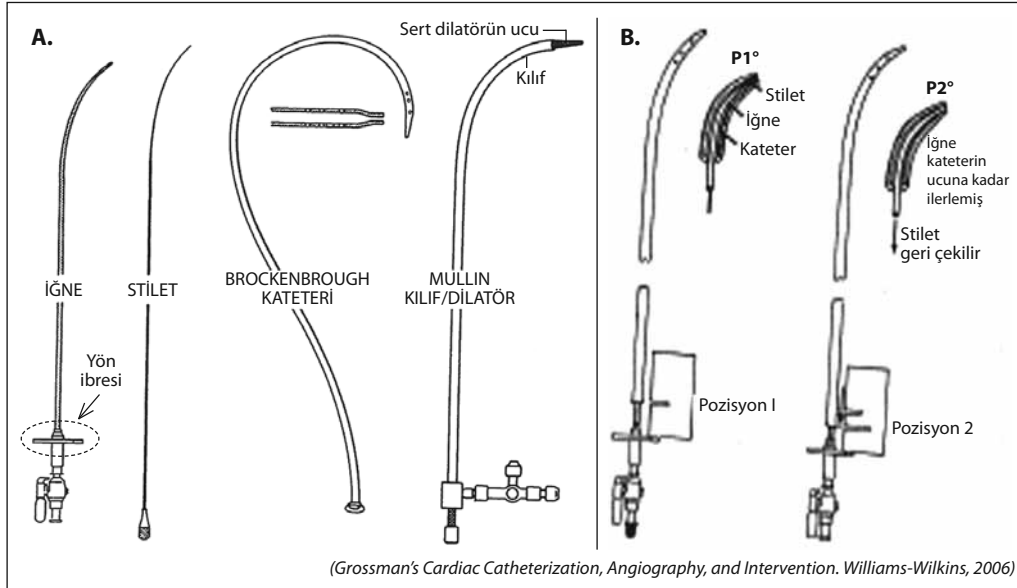


1. Brockenbrough iğnesi.
2. 7F veya 8F dilatör kılıf.
3. Harici kılıf kateter (isteğe bağlı).

Harici kılıf genellikle deneyimsiz operatörler tarafından kullanılmaktadır (Şekil 7); (a) iğne ile dilatörün ponksiyonu sırasında dikkatsizce gelişen perforasyonu önlemek için, (b) kılıfın ucu septumu emniyet tıkaçı gibi koruyan kateter/iğnenin sol atriya sokulması sırasında sol atriyal perforasyonu önler.

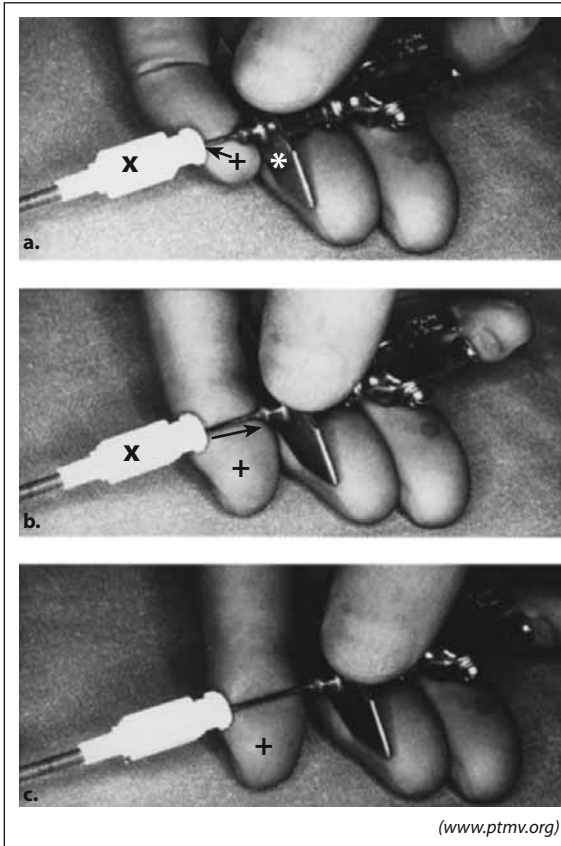
Femoral ven yolu ile yaklaşımla, septostomide kullanılan malzemeler: Brackenbrough kateteri ve bu katetere uyumlu iğne veya 8F Mullin kılıfı ve dilatör kombinasyonu (*Brackenbrough sistemi*). 0.032 inç 145 cm uzunluğunda J uçlu kılavuz tel. Özel Brackenbrough kateteri artık kullanılmamakta, yerine Mullin'sin özel kılıfı kullanılmaktadır.

**Brackenbrough iğnesi** uca doğru gittikçe incelişen sivrileşen ucu eğri yetişkinler için 70 cm uzunluğunda özel bir iğnedir. (Şekil 8) **Mullins kılıfı** bu iğneye benzer şekilde ucu eğrik ve içerisinde dilatatör olan özel bir kılıftır.

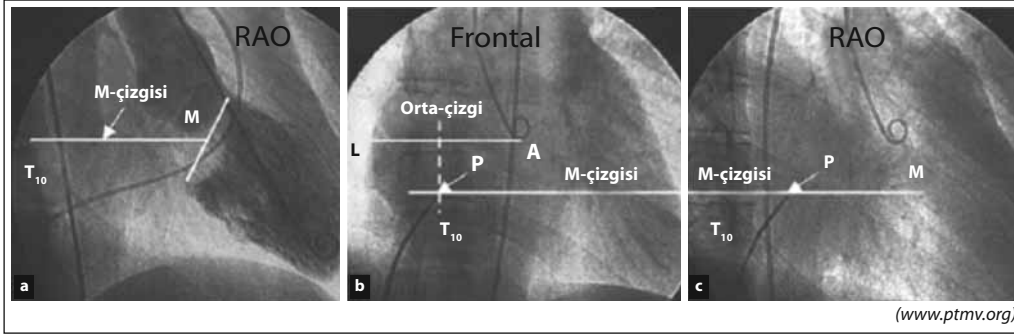


**ŞEKİL 8. A.** Transseptal ponksiyon için gerekli malzemeler: İğne ve brackenbrough kateterine sokulmuş stilet ile Brockenbrough sistemi. **B.** Transseptal ponksiyon: (solda) transseptal ponksiyon iğnesi ve donanımı. Brockenbrough iğnesi (en solda) ve stilet (solda) geleneksel brockenbrough kateteri ile birlikte kullanılır (ortada) ve mulline dilatör/kılıf sistemi (sağda). Kateterin için iğne ve stilet sokulmuş Brockenbrough sistemi. Cetveli ile kateterin göbeğinden iğnenin ucuna kadar olan mesafe ölçülür. İğnenin ucu kateterin ucunda görülmekte (Not: iğnenin ucu kateter ucundan geride-P1°) (Pozisyon-1). Stiletin çekilmesi ile iğne ucu kateterin ucuna kadar (P2°) gider (Pozisyon-2).

- 1) **Kateter, iğne tertibatının birbirine uyumunun prova edilmesi:** Kateter/iğne kompleksi ve tertibatının provası hastanın içine sokmadan önce yapılmalıdır. Önce transseptal iğne kateterin ilerisine tam olarak gidinceye kadar sokulur (Şekil 9). Sonra, iğnenin ucu kateterin ucunda gizleninceye kadar geri çekilir. İğnenin kazara kateterin ucundan öne doğru çıkmasını önlemek için, operatör işaret parmağını yön-ibresi ve kateterin göbeği arasında iğne üzerinde sabitlemelidir. Bunun kateter/iğne kompleksinin in vivo manipülasyonu sırasında hayati önemi vardır; iğne üzerinde yön-ibresi işaret parmağı ve başparmak arasında tutulmalıdır (Şekil 9).
- 2) **Optimal ponksiyon yerinin işaretlenmesi:** İlk önce düşsel iki çizgi belirlenmelidir; vertikal “Ortaçizgi” ve horizontal “M-çizgisi”. Hedeflenen septal ponksiyon için kural; vertikal “ortaçizgi” ve horizontal “M-çizgisinin” kesiştiği noktayı belirlemektir.
- 3) **Transseptal Kateter/iğne kompleksinin yerleştirilmesi:** Kateter/iğne kompleksi sağ femoral venden kılavuz tel üzerinde vena kava superiyor (VCS) içerisine karina düzeyine



**ŞEKİL 9.** Kateter ile iğnenin “uygunluk denemesi”: (a) Önce, transseptal iğne (X), dilatörün (x) ucuna kadar kadar tam olarak sokulur (okun ucu). (b) sonra dilatörün ucu ile aynı hizaya gelene kadar geri çekilir, (c) iğnenin ucundan uzağa geriye çekilir (ok) ve böylece iğnenin ucu kateterin ucundan gizlenir (2-3 mm geride kalır). İşaret parmağı (+), iğnenin öne doğru hareket etmesini ve dilatörün ucundan dışarı çıkmasını önlemek için, yön-ibresi ve kateter göbeği arasında iğne üzerinde tapa gibi sabitlenir (+). İn vivo kateter/iğne manipülasyonunun hayati önemi vardır. İşaret parmağının tıpa işaret parmağının derinliği ve açısının ayarlanması önemlidir (c). Yön ibresi (X) ve kateterin göbeği arasındaki mesafeye göre, her kateter/iğne seti hazırlanmalıdır. Yön ibresinin her yanı başparmak ve işaret parmağı ile tutulmalı, ibrenin döndürülmesini sağlar.



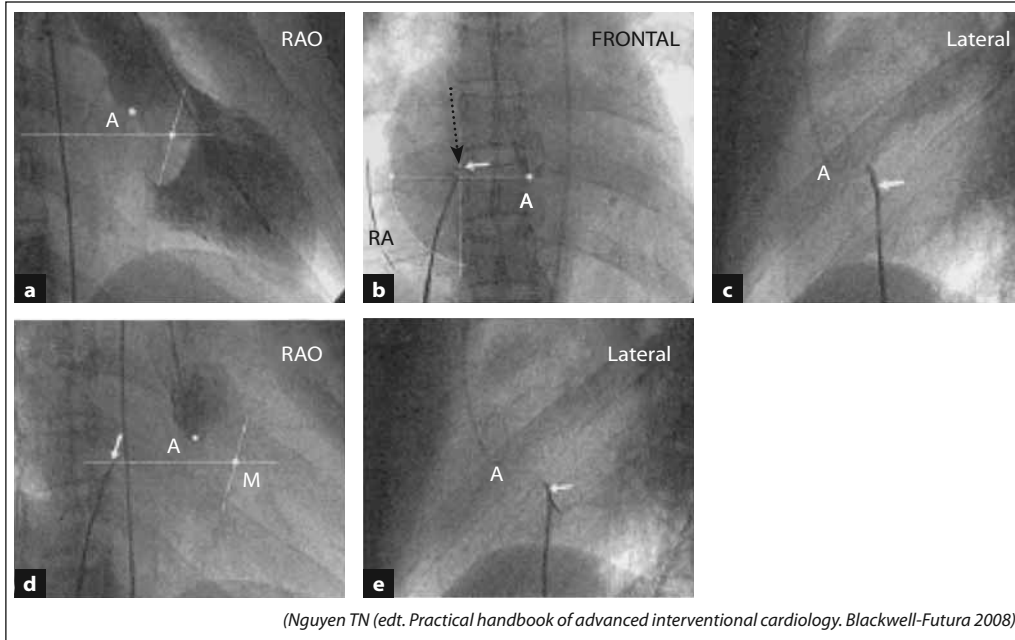
**ŞEKİL 10.** Horizontal M çizgisinin, vertikal “orta-çizgi” ve hedef ponksiyon yerinin tanımlanması, M-çizgisi sol ventrikülogram görüntüsünün RAO projeksiyonda durdurulması ile sağlanır (a). Bu çizgi ve 10’cu torasik vertebra (T10) ilişkisi akılda tutularak frontal (b), RAO (c) görüntülere uyarlanır. “Vertikal orta çizgi” frontal floroskopik görüntüde tanımlanır. Septal ponksiyonun hedef yeri (P noktası) vertikal orta-çizginin (noktalı) ve horizontal M-çizginin (noktalı) ile kesişme yerindedir (b).

Kısaltmalar: A-RAO projeksiyonda pigtail kateterin ucu; T<sub>10</sub> -Onuncu torasik vertebra.

kadar sokulur. KT çıkarıldıktan sonra kateter aspire edilip lumeni heparinli SF ile yıkanır. Sonra da Brockenbrough iğnesine katıksız (SF ile dilüe edilmemiş) kontrast boya ihtiva eden 5 cc sıringa takılır; iğne kateter içine sokulup önceden belirlenen pozisyona ulaşınca kadar floroskopi altında yavaşça ilerletilir. İğnenin geçiş sırasında serbestce döndürülmesi sağlanmalı; sağ elin tıkaç-parmağı, iğnenin öne-doğru hareketini önlemek için kateterin göbeği ve yön-ibresini bu sırada sabitce tutmalıdır (Şekil 9), daha sonraki kateter/iğne manipülasyonu sırasında iğnenin öne doğru kaymasına karşı aşırı dikkat edilmelidir.

**4) Kateter/iğne kompleksinin manipülasyonu:** Frontal projeksiyonda floroskopi altında, iğne- yerleştirilmiş transseptal kateter, yön-ibresi saat 4’ü göstererek VKS’den aşağıya kaudale doğru yavaşça geri çekilir; kateter/iğne kompleksini “orta çizgide” aynı hizaya getirmek için yön-ibresi saat-yönünde döndürülür. Sonra da, kateter/iğne kompleksi aort kapağa dokunan Pigtail ile aynı düzeye ulaşınca kadar biraz daha geri çekilir (Şekil 10).

- Lateral projeksiyonda floroskopi altında, kontrast boya injekte edilerek (septal fiş-kırtma metodu) kateter/iğne kompleksi kaudale doğru biraz daha çekilir; operatörün yardımcısı veya kendisi sağ eli kateterin göbeğini, sol eli yön ibresini sabitler (Şekil 11); kateterin ucu en sonunda septumun eğri bölümünün M-çizgisi yüksekliğindedir (Şekil 11).
- Sonraki işlem; Kateter/iğne kompleksinin pozisyonu 30° RAO projeksiyonda görüntülenir. Diğer yerlerin delinmesini önlemek için, sol ventrikülogramın kontrastlanmış yol haritası ile, optimal septal ponksiyon yeri kanıtlanır (Şekil 11). Kateter/iğne kompleksinin ucu bu sırada M-çizgisinde görülür; genellikle vertebranın tam önünde ve asendan aorta, koroner sinüs ve triküspid kapağından uzakta.



**ŞEKİL 11. Kateter/iğnenin manipülasyonu:** (a) Horizontal çizgi, M-çizgisi, mitral anulusunu geçiş merkezini göstermek için sol ventrikülogram görüntüsü 30° RAO projeksiyonda durdurulur. (b) Frontal floroskopik görüntü altında, iğne monte edilmiş transeptal kateter superiyor vena kavadan yavaşça aşağıya doğru çekilir (kaudale doğru noktali ok yönünde), kateter/iğne kompleksi orta çizgi ile aynı hizaya gelir. (c) Lateral görüntü altında kateter/iğne kompleksi ucu aort kapağı dokunan (A) pigtail kateterin ucu ile aynı düzeye gelinceye kadar biraz daha aşağıya (kaudale) doğru çekilir ve bu sırada sağ atriyumun septal kenarının şeklini çıkarmak için kontrast injekte edilir ("septal parlaklık metodu"). (d) Kateter/iğne biraz daha geri çekilince ucu M çizgisinin yüksekliğinde septumun eğri bölümüne oturur. Bu noktada, kateter/iğnenin dorsali işaret ettiği gözlenir, (e) daha sonra, kateter/iğne pozisyonu 30° RAO projeksiyonda görüntülenir, kontrastlı sol ventrikülogram yol haritasıdır (a), optimal septal ponksiyon yeri onaylanır, ayrıca diğer yapıların ponksiyonu da engellenir (aorta, koroner sinüs ve triküspid kapağı). Kateter/iğne ucu şimdi M-çizgisinde görülmekte, sıklıkla vertebranın tam önündedir.

- Frontal ve lateral projeksiyonlar, deneyimli operatör için yeterlidir, RAO projeksiyonunun ise deneyimli-olmayan operatörler için hayati önemi vardır.

**5) Septal ponksiyon tekniği:** Operatör ponksiyon yerinin uygun olduğundan ve doğru belirlendiğinden tatmin olmuşsa, kateter/iğne kompleksi septuma doğru hafifçe itilerek bastırılır. Genellikle, kardiyak pulsasyonlar ('septal hoplama' da denir) operatörün kateter/iğne kompleksini tutan sağ eli ile hissedilebilir. Kateterin ponksiyon yerinden kaymasını önlemek için, septuma doğru sabit tutulmalıdır, operatör tıkaç parmağını salıp iğneyi öne doğru ilerletmelidir.

Sol atriyum girildiğinde İğne aspire edilmeli ve sol atriyum girişi kanıtlamak için kontrast madde injekte edilmelidir. Kan aspire edilmemişse, iğne yüksek septumu disseke etmiş veya kalınlaşmış septum tarafından yakalanmıştır. Küçük miktarda kontrast boya injekte ederek septumun boyanması (septal boyama metodu), bu iki durumun ayırtedebilir (Şekil 11). Septum disseke olmuşsa, daha vertikal biçimde boyanır. Bu durumda iğne geri çekilir ve biraz daha kaudal bölgeden ponksiyon yapılır.

**6) Sol atriyum girişin doğrulanması:** İğne solA'ya girdikten sonra pozisyonu doğrulanmalıdır; önce kontrast boya injeksiyonunu takiben basınç kaydı alınmalı, iğnenin yönü saat 3.00 (hastanın sol tarafı) yönünde yerleşmeli. Direnç çok az veya hiç bulunmuyorsa, iğne/kateter kompleksi A'nın içerisine öne doğru yaklaşık 2 cm ilerletilir. Sonra, iğne kompleksin içinden çıkarılır ve kılıf septumun direnci ile karşılaşınca kadar kateter tek başına 2 cm daha ilerletilir (kılıf septumun direnci ile karşılaşana kadar).

**7) Heparinizasyon:** Kateter sA'ya yerleştikten sonra, iğnenin çıkarılmasını takiben standart, fraksiyone-olmayan heparin (FOH), 100 ünite/kg kateterden acilen verilir. Eş zamanlı Kalp debisi ölçümü dahil, bazal hemodinamik kayıtlardan sonra PMBV yapılır.

Hasta PMBV öncesinde Warfarin alıyorsa, ilaç işlemden 2-3 gün önce durdurulur ve işlem öncesine kadar intravenöz FOH veya subkutan düşük molekül ağırlıklı heparin ile değiştirilir.

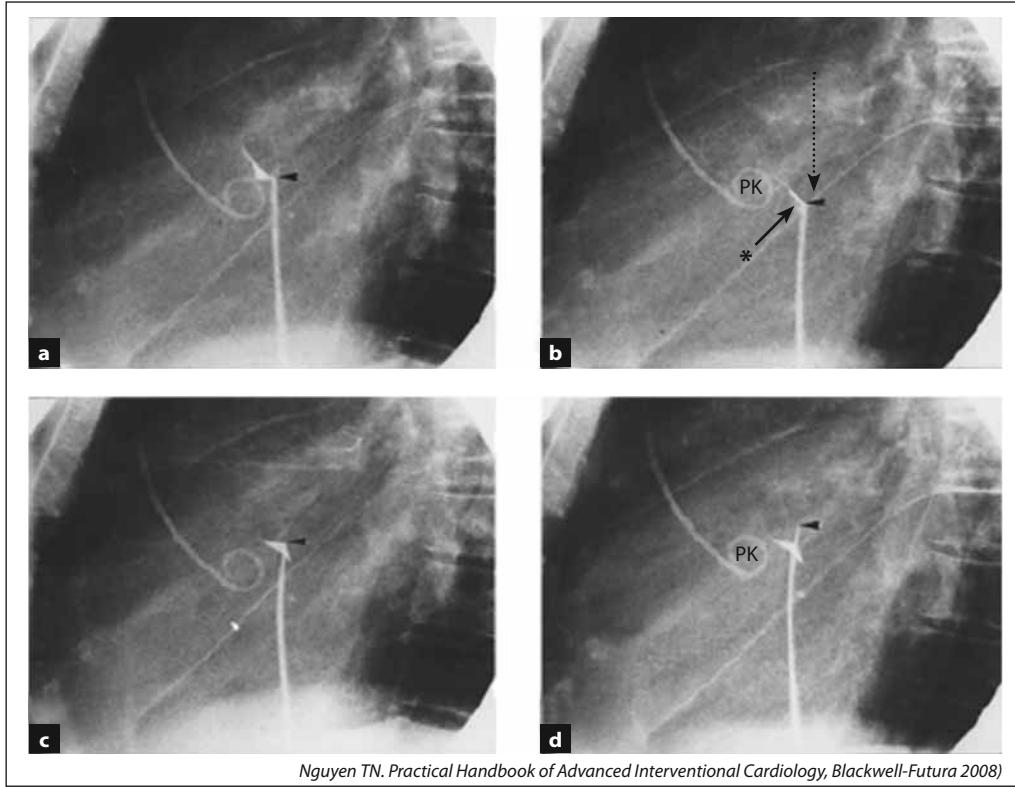
Sağ atriyumun delinmesini önlemek için; kateter/iğne kompleksi anteroposterior projeksiyonda floroskopi altında dikkatle manipüle edilmelidir; İğnenin ucu her zaman kateterin ucunun içinde tutulmalıdır. Perikardiyal boşluğun kontrast opaklaşması ile SağA perforasyon bulunduğunda; kateter ilerletilmemeli ve iğne/kateter kompleksi acilen geri çekilmeli. Kardiyak tamponad genellikle ardından gelmediğinden, operatör optimal yerden ponksiyon yaparak ilerleyebilir. M-çizgisine kaudal sA'nın inferiyor kenarına (kaudal) yakın bölgede septum olmayabilir, çünkü atriyum sıklıkla hakiki septal sınırın ötesine kaudale doğru kabarır, şişer. Bu durum özellikle büyük solA'lı hastalarda gerçekleşir; bu bölge ponksiyon edildiğinde, kateter/iğne kompleksi sağA duvardan geçerek delebilir ve sonra da solA'ya girer (dikiş, "stitching" fenomeni). Kılavuz tel sA'ya yerleştirildikten sonra, kateter geri çekilir ve ardından kardiyak tamponad gelir.

SağA'nın ponksiyonunu önlemek için, kateter/iğne kompleksinin ucunun septum yerleştirilmesi doğrulanmalı; (a) septal hoplama gözlenmeli, (b) septal fışkırtma/lekeleme metodu (Şekil 11, Şekil 12A).

## **ADIM-II İnoy (Inoue) kateteri ile Mitral Balon valvotomi:**

### **A. Balon kateterin seçimi:**

PMBV sırasında ciddi mitral regürjitasyonu yaratılmasını önlemek için kontrollü aşamalı dilatasyon için balon-kateterin uygun ölçü ve büyüklükte seçilmesi önemlidir. Balon-kateter seçim metodu, komplikasyon riskini devamlı olarak en aza indirmeyi hedeflemelidir.



Nguyen TN. Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology, Blackwell-Futura 2008)

**ŞEKİL 12A.** Septal “flush”/lekeleme metodu lateral görüntüde çizilmiştir. (a) Kateter/iğne kompleksi kaudale doğru çekilirken kateterin ucundan (ok başı) kontrast boya fışkırtılarak septumun sağ atriyal kenarı şekillenir (\*). Kateter/iğne kompleksinin ucu (siyah ok) anterior septumun yukarısındadır. (b) Kateter/iğne ucunun heflenen ponksiyon yerine yerleşmesi için geri çekilir (noktalı ok) ve sonra da iğne ilerletilir. (c) Ponksiyon kalın musküler septumdan yapıldığında iğne oblik septal leke ile gösterilen septumda yakalanır. Kateter/iğne ilerletilince, septumda çadırlaşma gözlenir. (d) İğne septumdan geçirilirken dikkatle itilmeli.

PK-Aort kapak üzerindeki Pigtail kateterin ucu.

- Seçim kılavuzu, hastanın boyunun uzunluğu, mitral kapağın transtorasik ekokardiyografi bulguları ile floroskopide kapak kalsifikasyonu bulunması ile elde edilen balonun referans büyüklüğüne dayanır.
- Referans büyüklük ilgili basit formüle göre hesaplanır: Hastanın boyu (cm ile) sıfıra yuvarlanır (örneğin 147 cm-150 cm alınır), 10’a bölünür ve bulunan orana 10 eklenir; böylece referans büyüklük mm olarak bulunur.
- Bükülgen, kalsifik-olmayan kapaklar ve anjiyografik mitral regürjitasyonu  $\leq 1 +$  olan hastalarda; kullanılan kateterin sözde balon büyüklüğü en azından referans büyüklük kadardır (referans büyüklük ile uyumlu kateter).
- Ciddi mitral regürjitasyonuna yol açan yüksek riskli hastalarda (valvüler kalsifikasyon, ve/veya subvalvüler lezyonlar); balon-kateter referans büyüklük ile uyum gösterenden

bir ölçü küçük olmalı. Dolayısı ile; referans büyüklük 25 mm hesaplandığında, bükülgen ve kalsifik-olmayan kapak için PTMC -26 kateter; kalsifik kapak ve/veya ciddi subvavüler hastalığı bulunanlarda PTMC -24 seçilir.

### B. Balon-kateterin İlerletilmesindeki Sorunlar ve Teknik manevralar:

0.025" paslanmaz kıvrılmış kılavuz tel üzerinde, gerilmiş balon-kateter hastaların büyük bölümünde düz olan sağ femoral vene sokulur. Seyrek olarak, femoral giriş yerinde veya interatriyal septumda kateter dirençle karşılaşabilir ve zorlanma meydana gelebilir.

**Kasıktaki giriş yerinde direnç ile karşılaşılması:** Balon-kateterin sokulmasına biraz direnç gösterebilen uzun perkutan cilt-ciltaltı doku tünelinin yaratılması önlenmelidir. Başlangıçta damara girişte ponksiyon iğnesinin açısı, başlangıçtaki damara giriş açısı (cildin yüzeyine 45° yerine 60°) daha vertikal olmalı.

- Transseptal ponksiyon ve kıvrılmış uçlu KTSA'ya sokulduktan sonra, subkutan yol KT boyunca arter forsepsi ile gerilir. Takiben, atriyal septumu dilate etmede kullanılan 12F sert dilatör (Innoe balon ile birlikte aynı pakette bulunur) kullanılır.
- Son olarak, kateter sokulduğunda; gerilmiş balon-kateterin düz parmak uçları ile sabitçe sıkıştırılması ponksiyon yerinden başa doğru ve subkutan yolun üzerinden sokulduğunda, kateterin girişine yardımcı olabilir.

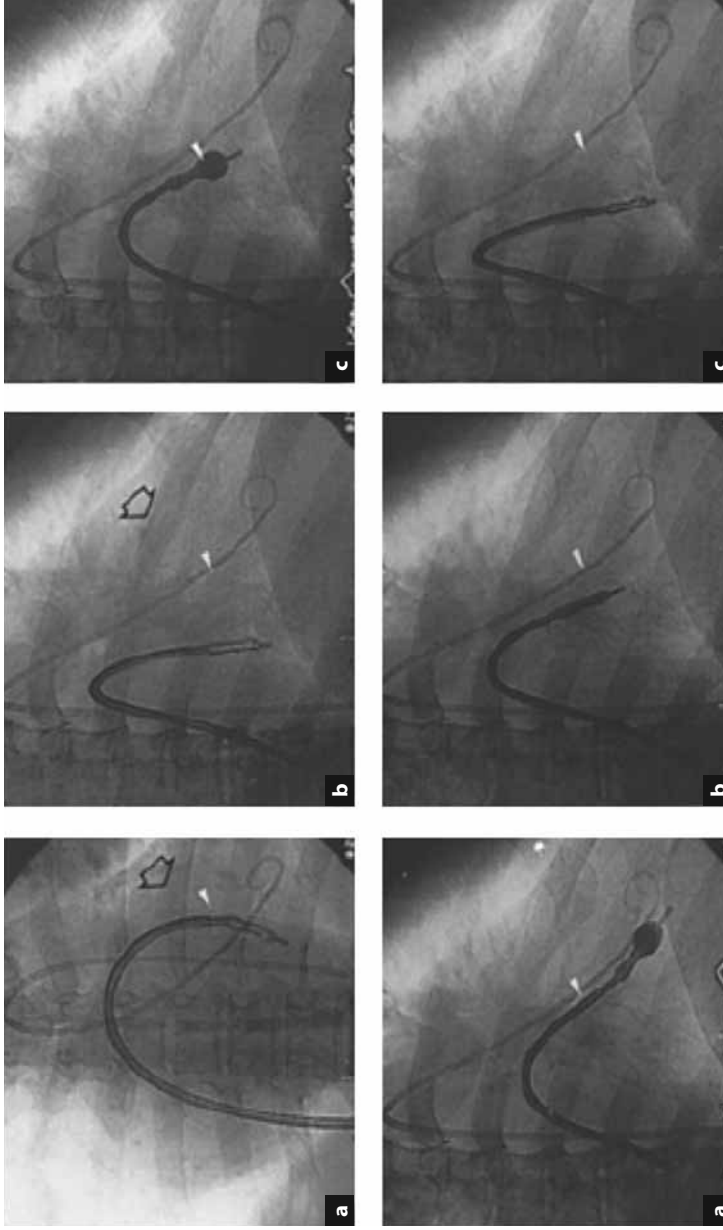
Gerilmiş balon-kateterin sokulması sırasında anlamlı direnç ile karşılaşılırsa, kateterin ucu venin posteriyor duvarı ile karşılaşana kadar 90° den daha geniş açı ile, vene sokulmalı. Kateter sonra, daha horizontale doğru eğilir ve KT üzerinde ilerletilir, ponksiyon yeri ve subkutan yolu başa doğru sabitçe sıkıştırılmalı. KT operatörün yardımcısı tarafından gerili tutulmalı.

- Bu teknik yetersiz kalmışsa, subkutan yol ve ven 14 F dilatör ile dilate edilmelidir.
- Femoral vene kateterin sokulması sırasında metal tüp eğilmesin diye kateter bükülüp kıvrılmamalıdır. Tüp dikkatsizce bükülmüşse yenisi ile değiştirilmelidir. Tel eğilmişse, 12F dilatör KT üzerinde dikkatlice SA'nın içine sokulur, tel sonra değiştirilir.

**Septal direnç:** Septal ponksiyondan ve SA'ya ucu kıvrılmış KT yerleştirildikten sonra nadi-ren, özellikle septumun ponksiyon yapıldığı yer belirgin kalınlaşmışsa balon-kateterin septumdan geçişi zor olabilir. Bu durumda, VKİ'de fazla eğilebileceğinden kateterin zorlanarak hareket ettirilmesi engellenmelidir (hastada abdominal şikayet olabilir).

- Balon-kateteri, septal direncin üstesinden gelmek için öne-doğru iterken genellikle saat-yönünde hafifce döndürülmelidir (*tornovida hareketi*). Bazan bu metod başarısız olabilir; septum dilatör ile tekrar dilate edilmeli. Septumdan geçişten sonra, kateterin ucu SA çatıya karşı yukarı doğru itilmemeli veya KT keskin açılı eğilebilir, daha sonraki kateter manipülasyonu güçleştirir.

Kateterin SA'ya derin yerleşmesi: Balon-kateter, Frontal projeksiyonda floroskopi altında saat 06-7.00 yönünde, ucunun mediyal mitral deliğinde geniş kulp oluşturmuş ucu kıvrılmış KT üzerinde atriya sokulur (Şekil 12B). Bu tekniğin başlıca avantajları: (i) Bu pozisyonda, kateter sol atriya apendiksine daha seyrek fırlayabilir, (ii) kateter pulmoner venlere girmez, (iii), başka bir işleme gerek kalmadan bundan sonra gelen manipülasyon



(Nuyen TN, Colombo A. *Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology*. Blackwell-Futura, 2008)

**ŞEKİL 12B.** Balon kateter, frontal floroskopik görüntüde; mitral deliğinin mediyaline ucu ile geniş kulp oluşturmuş, ucu kıvrık (sarımlı) klavuz tel üzerinde sol atriya sokulmuş, saat 6-7 yönünü işaret eder (**üstteki panel -a**). Kateter sol ventriküle derin yerleştikten sonra, floroskopi projeksiyonu 30° RAO'ya doğru değiştirilir (**üst panel -b**), ve kateterin ucuna kadar sokulmuş stilet ile, kısmen şişirilmiş balonun distali öne doğru mitral deliğe doğru yönlendirilir. Sonra da balonu mitral kapağa yönlendirmek için (beyaz ok baş) kateter yavaşça geri çekilir (**üst panel -c**), ve mitral kapaktan geçer (**alt panel -a**). Balonu şişirme işleminden sonra, kateter-balon sol atriya geri çekilir. Daha sonra adım adım dilatasyon tekniği mitral kapaktan geçer. Stilet kateter ucuna kadar sokulur (**alt panel -b**) ve kateter balonun derin oturması için ilerletilir (**alt panel -c**) (kateter 30° RAO projeksiyonunda). Balon-kateterin manipülasyonu sırasında, kateterin ucu her zaman Pigtail kateterin solunda tutulmalıdır, sol ventriküle yer değiştirerek sol atriyal apendiks bölgesine geçmesi önlenmelidir (açık ok baş).



mitral kapağı geçmektir. Derin oturmuş kateterin sadece geri çekilmesi gerekir. Kateter ilerletilirken, sert septum ile kateter yakalanması ile karşılaşılabilir, engellenmelidir.

### C. Mitral Kapaktan Geçişin zorlukları ve Teknik manevralar:

Kateter solA'ya derin yerleştikten sonra floroskopik projeksiyon frontalden 30° RAO'ya değiştirilir (Şekil 12B, üst panel-b), bu projeksiyon sol ventrikülü profilde uzun ekseninde gösterir. Dev SA'sı bulunan hastalarda, kapaktan geçişi kolaylaştırmak için ek olarak lateral projeksiyon da gerekebilir.

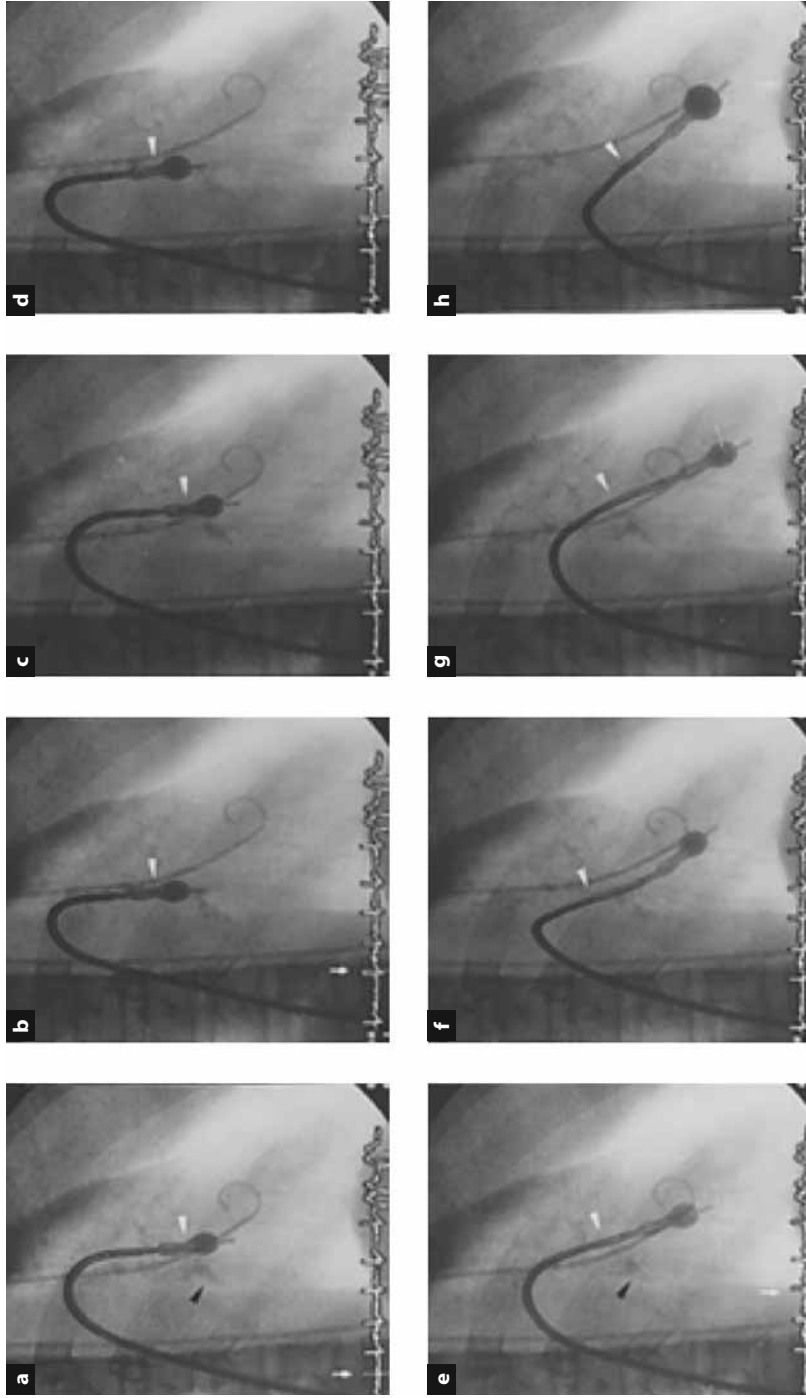
#### Geçişin Metodları:

Stilet kateter ucuna kadar sokulur, kısmen şişirilmiş balon öne doğru yerleşmiş mitral deliğe doğru yönlendirilir. Operatörün sağ eli ile stilet ile saatin-tersi yönünde bükülür (genellikle 180°) ve balon öne doğru yönlenir. Kateter sonra sol elle balonun horizontal "hoplaması" görülene kadar yavaşça geri çekilir; balonun mitral kapağa çok yakın olduğunu gösterir. Sonra da tercihe göre mitral kapaktan geçiş dört metod kullanılarak sağlanır: (1) Vertikal, (2) direk, (3) kaydırma, (4) posteriyor kulp metodu. Vertikal metod, başarılı olan en sık kullanılan metoddur.

**Vertikal Metod:** Kateterin hafifce biraz daha geri çekilmesi üzerine, delik- apeks ekseninde dizilmese dahi balonun diyastolde sol ventrikülün içine doğru (Şekil 3), sistolde dışına doğru (Şekil 13b,-d) hareket ettiği gözlenir (SV'nin diyastolde içine, sistolde dışına girip-çıkır). Diyastol ile tesadüfi rastlaşarak sadece stilet geri çekilir. Bunu başarmak için operatör kalbin ritmik hareketlerini dikkatle gözlemelidir. Bu hareket, kateterin kapaktan geçip SV'ye derin girebilmesi için horizontal yönlenmesini sağlar (Şekil 12B). Kateterin distal bölümü halen daha vertikal yönlenmiş ve SV'nin inferiyor duvarını işaret ediyorsa (Şekil 13); kateter delik-apeks eksenine ile aynı hizaya girmesi için dikkatle geri çekilmeli (Şekil 13). Süreç sırasında, ventrikülden dışarı hoplamasını önlemek için balon biraz daha şişirilmelidir (Şekil 14). Bu teknik balon kateterin apendikse fırlaması önlenir.

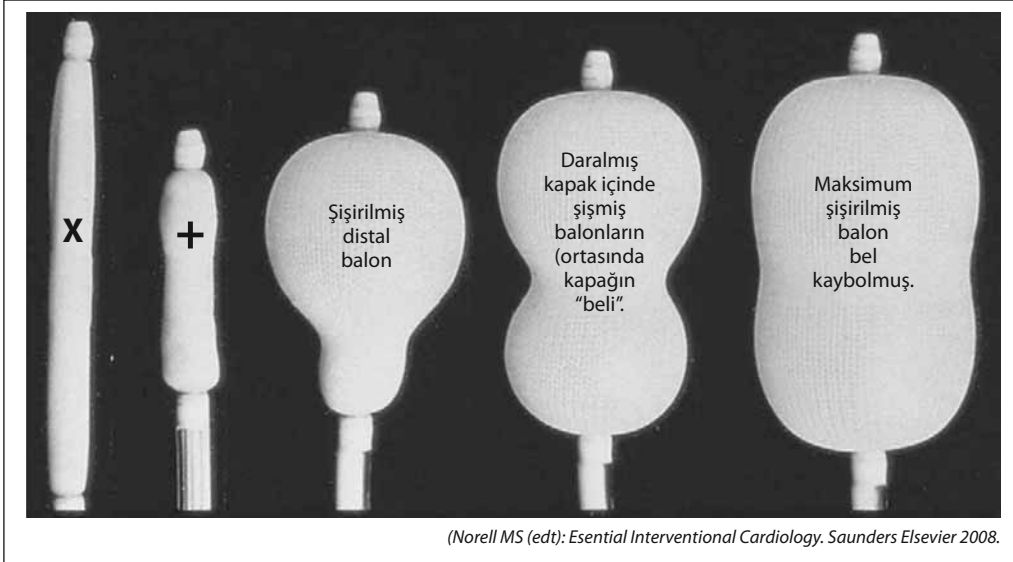
**Direk metod:** Vertikal metod başarısız olduğunda, kapağa yakın gelene ve delik-apeks eksenine dizilene kadar, balon-kateter biraz daha geri çekilir. Bu sırada, balon mitral kapak deliği apeks ekseninde sistolde mitral delikten uzağa, diyastolde ise içine doğru hareket eder; "Ağaçkakan bulgusu", gözlenir. Bu bulgu ortaya çıkınca; balon mitral delikten geçiş pozisyonundadır. Ritmik hareketlere dikkat edilmeli, balon deliğe yaklaşına kadar operatör stileti geriye doğru (4-5 cm) hafifce silkeler ve aynı anda akım kapaktan SV içine geçerken sol eli ile kateteri ilerletir. Bu manevrada zamanlama çok önemlidir, sinüs ritminde uygulanması tavsiye edilmektedir.

Stiletin optimal pozisyonu vertikal ve direk metodlarda önemlidir, yay-tel stiletin balon kateterin ucuna düzleştirmesi için her şekilde sokulması önemlidir. Balonun anteriyor konumda kalmasını (mitral kapağa doğru) sürdürmek için, stilet her zaman bükülmüş tutulmalıdır. Nadiren, özellikle dev SA'da septum biraz daha öne doğru yer değiştirmiştir, balon-kateter daha posteriyor işaret eder; saatin-tersi yönünde daha fazla döndürme gerekebilir. Floroskopiye lateral projeksiyon eklenmesi manipülasyonu kolaylaştırabilir.



(Nguyen TN, Colombo A. *Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology*. Blackwell-Futura, 2008)

**ŞEKİL 13.** *Vertikal metod:* Floroskopik 30° RAO projeksiyonda mitral kapaktan geçişi sırasında Inoue Balon kateterin manipulyasyonlarının görüntüleri (**a-d**). Diyastol sırasında (**a** ve **c**) balon kateter kalsifik mitral kapaktan sol ventrikül içerisine geçmekte (siyah ok başı) diyastol sırasında ise (**b**) ve (**d**) 'pat diye' sol atriya geri fırlamakta, (**e**) aynı kalp siklusu sırasında (**d**), sadece şiletin geri çekilmesi ile kateterin distal daha horizontal duruma yönelir, böylece balonun sol ventriküle girişi kolaylaşır (**f-h**) kateter sol ventrikülün uzun ekseninde aynı hizaya gelmesi için geri çekilir. Beyaz okbaşı şiletin ucunun pozisyonunu işaret etmektedir.

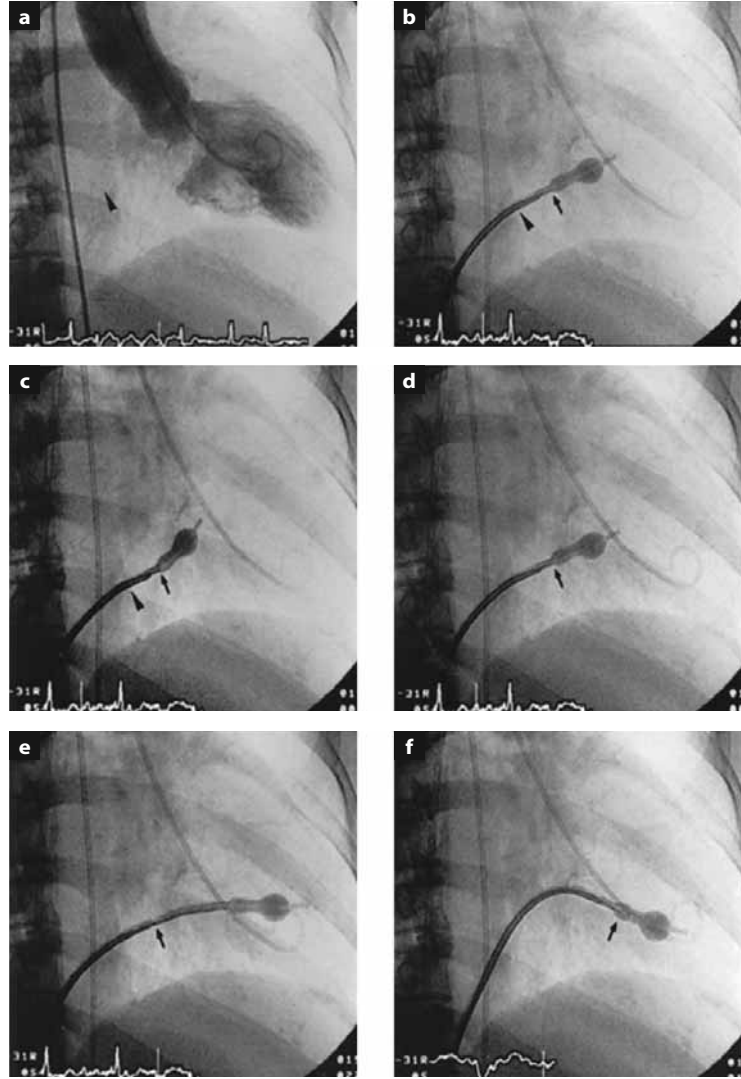


**Şekil 14.** Inoue Balonun aşamalı şişirilmesinin değişik evreleri. Distal balonun selektif şişmesi balona daralmış mitral kapağın içinde optimal konumlanma sağlar. (X) Balon segmentinin ucuna kadar sokulan germe tüpü sonucunda profili incelmış, düzleşmiş ve uzamış balon. (+) Germe tüpü geri çekilmiş balon segmenti; profili gevşemiş, kalınlaşmış (şişirilmeden önceki şekli).

**Kateter kaydırma metodu:** Direk ve vertikal metodların başarısız olduğu hastalarda mitral kapaktan geçmek için kaydırma metodu kullanılabilir. Bu metodun etkinliği, septal ponksiyon fazla kaudal yapıldığında ve/veya SV daha horizontal konumda olduğunda kanıtlanmıştır (Şekil 15a).

- Balon, stileti saatin-tersi yönünde dödürülmüş tutarak balon önce mitral kapağa yönlendirilmeli; stileti balon segmentinden geri çekip tahliye edildildiğinde, kateterin distal segmenti daha fleksibil olur (Şekil 15b).
- Hafifce şişirilmiş balon mitral delikte olunca, kalp kontraksiyonları ile (sistolde) balon segmenti yukarı doğru meyleder (Şekil 15c). Diyastolde, balon segmenti kateterin sapı ile aynı hizaya gelir (Şekil 15d). Kalp siklusunun ritmik hareketini dikkatle izleyerek kateter öne doğru ilerletilir. Diyastolde mitral kapaktan geçilirken stilet sabit tutulmalı (Şekil 15e).
- Sonra da Stilet ilerletilerek kateter delik-apex eksenine ile aynı hizaya getirilir (Şekil 15e).

**Posteriyör kulp metodu:** Dev SA'da veya ponksiyon yeri mitral kapakla ilişkili olarak fazla başa doğru veya fazla önde olduğunda, mitral kapağı yukardaki metodlar ile geçmek güç olabilir. Bu koşullarda, "kulp yaklaşımı" kullanılabilir. Bu metod seyrek kullanılmaktadır.



(Nguyen TN, Colombo A. *Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology*. Blackwell-Futura, 2008)

**ŞEKİL 15. Kateter kaydırma metodu:** (a) Sol ventrikülogram RAO 30° projeksiyondaki görünüşte transseptal ponksiyon yeri gösterilmekte (ok başı). Mitral deliğe oldukça kaudal; sol ventrikül daha horizontal seyretmekte (b). Stilet (ok) distal balon segmentinden hafifçe geri çekilir. (c, d) Kalp siklusu sırasında, balon segmenti sistol ve diyastolde “yukarı doğru fırlar ve aşağı iner”; kateter ucunun mitral delikteki uygun pozisyonunu işaret eder. (e) Diyastolde, balon “aşağı inince” distal kateter ile hizaya girer (d’deki gibi), balonun sol ventriküle yerleşmesi için kateterin sadece öne doğru ilerletilir (stilet sabit tutulmalı) (f), daha sonra, balonu şişirmeye başlamadan önce stilet kateter, RAO projeksiyonda mitral deliği/ventriküler apeks aksı ile aynı hizaya gelinceye kadar dikkatle ilerletilir.

#### D. Balonun şişirilmesi ve Teknik ipuçları:

**Sol ventrikülde serbest balon hareketini sağlamak:** PMBV'nin en korkutucu komplikasyonlarından biri cerrahi gerektiren mitral regürjitasyonudur. Mitral kapak geçilince kötü sonuçlarını önlemek için (korda, papiller adale veya yaprakcık rüptürü, sonraki tam şişirilmesinde balonun kordalar arasında sıkışması gibi) SV'de kısmen şişirilmiş distal balonun serbest hareketi araştırılmalıdır.

- Bunun için kateteri iterken ve aynı anda stiletin aksi yönde hafifçe çekerken (*Akordion manevrası*) yapılmalıdır; distal kısmen şişirilmiş balonun delik-apeks ekseninde serbestce kaydığından emin olunmalı.

**Balon kordaların arasına girmişse:** Mitral kapaktan geçtikten sonra, balon-kateter daha vertikal durumda olabilir ve delik- apeks ekseninden sapabilir; balon-kateterin kordaların arasına girdiğini düşündürür.

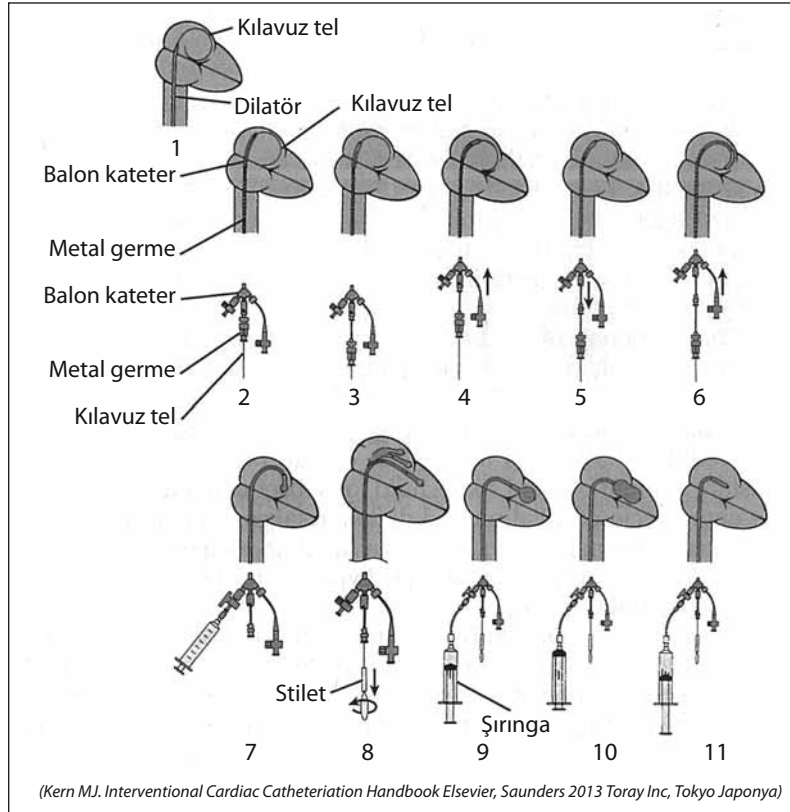
- Bu durumu düzeltmek ve balonun kazara atriya geri çekmesini önlemek için distal balon daha fazla, daha büyük şişirilir ve daha horizontal yönlenmesi için kateter dikkatle geri çekilir.
- Balon-kateter delik-apeks eksenine hizaya geldikten sonra kateter apekse doğru ilerletilir, şişirmeye başlamadan önce "akordion" manevrası yapılır; şişirme süreci sırasında balon dönmesi kateterin korda arasına gerildiğini gösterebilir. Bu durumda, şişirme birdenbire durdurulmalı ve balon yeniden yerleştirilmelidir.

**Subvalvüler yapıların değerlendirilmesi:** PMBV öncesi, mitral kapak yapılarının durumu girişim öncesi transtorasik ekokardiyografi ve floroskopi (kapak kalsifikasyonunun bulunması) ile belirlenmeli ve buna göre balon-kateter seçilmeli. Yaygın subvalvüler hastalık başarısız balon valvotomi ve anlamlı mitral regürjitasyonun önemli öngörenidir. Ekokardiyografi (transtorasik ve transözefajyal) subvalvüler hastalığın ciddiyetini sıklıkla eksik hesaplayabilir.

#### Inoue Balon Valvotomi İşlemi ve Tekniğin Prensipleri:

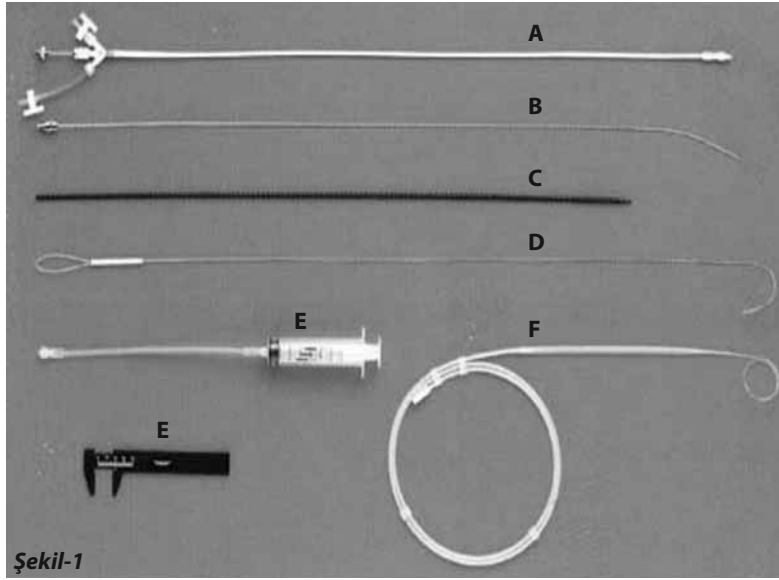
- Antegrad yaklaşımların hepsinde çok önemli "kritik" transseptal kateterizasyon ile başlar (-Birinci Adım-)
- SolA'ya Mulin'in dilatör ve kılıfı (kılıf/dilatör sistemi) başarılı şekilde yerleştirildikten ve pozisyonu elle kontrast injeksiyonu ile kanıtlandıktan sonra; hasta heparin ile antikoagüle edilir.
- Sonra da bazal hemodinamik değerler (Sol atriya ve Sol atriya-Sol ventrikül diyastol-sonu basıncı (yani mitral kapak gradiyenti) kaydedilir, mitral darlığının PMBV için uygunluk derecesi kanıtlanır.
- "Halka şeklinde kıvrılmış" masif metal 0.025 inç özel kılavuz tel SA'ya sokulur ve Mulin kılıf/dilatör sistemi geri çıkarılır.
- Önce femoral ven sonra septum uzun 14 F sert dilatör, solA içindeki kıvrılmış kılavuz telin üzerinden sokularak transseptal giriş dilate edilir ve sonra da tel solA'da bırakılarak dilatör geri çekilir.

- Önceden hazırlanmış (germe kateteri/tüpü balonun ucuna sokulmuş (Şekil 16, Şekil 19) ve test edilmiş balonun profili inceltilmiş İnnoe balon- kateteri (Şekil 19) kılavuz-telin üzerinden ilerletilerek transseptal delik ve mitral kapaktan geçirilerek SA'ya sokulur. İnnoe Balon (Şekil 16) naylon ve lastik mikro ağdan yapılmıştır (Şekil 19). Bundan dolayı elastik uzunluğu değişebilir. Balon 3 farklı evrede şişirilir (Şekil 17). Bu özellik katetere mitral kapaktan geçerken sabit pozisyon sağlar. Balon 4 farklı büyüklüktedir; 24, 26, 28 ve 30 cm. Basitçe, Balon büyüklüğü hastanın boyunun uzunluğuna göre seçilir. **Formülü:** "Boy uzunluğunun 10'a bölünmesi ve 10 eklenmesidir".
- Profili küçülmüş, Germe tüpü Balon-kateteri ucuna kadar sokularak incelen balon (Şekil 19) SA'ya yerleştikten sonra, germe tüpü çıkarılır ve önceden şekillenmiş 'J stilet' inoue balon-kateterin içine sokulur (Şekil 18).

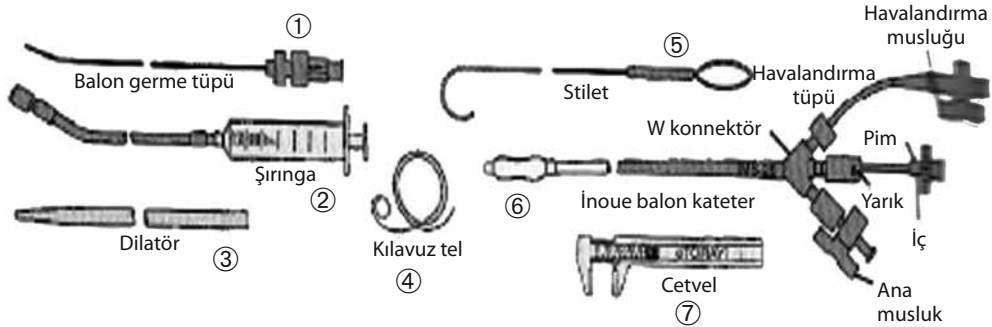


(Kern MJ. Interventional Cardiac Catheterization Handbook Elsevier, Saunders 2013 Toray Inc, Tokyo Japonya)

**ŞEKİL 18.** İnnoe mitral Balon valvotomi girişimi (Balon-kateter, germe-tüpü ve stiletin manipülasyonları): (1) Mullin kılıfı ile ucu kıvrılmış ve yaylanan tel sol atriyumda sokulduktan sonra, interatriyal septum üzerinde ilerletilen sert 14 Fr plastik dilatör kullanılarak dilate edilir. (2) Metal germe-tüpü ucuna kadar sokularak Balon segmenti inceltmiş ve uzamış kateter tel üzerinde interatriyal septumdan sol atriyumda sokulur. (3) Germe-tüpü kısmen geri çekilir ve balonun sol atriyumda kısılması ve bükülmesi sağlanır. (4) Balon interatriyal septumda ilerletilir. (5) Germe-tüpü daha fazla geri çekilir. (6) Balon mitral deliğin ötesine sol ventrikül apeksine doğru ilerletilir. (7) Balonun distal bölümü kontrast-SF karışımı ile kısmen şişirilir. (8) Stiletin saat-tersi yönünde rotasyonu ile, kateterin gövdesi hafifçe ilerletilir ve stiletin geri çekilir; balon mitral deliği ve sol ventriküle yönelir. (9) Kısmen şişirilmiş balon mitral deliğe karşı geri çekilir. (10) Balon tam olarak ve hızla şişirilir ve sönmeye bırakılır. (11) Balon söndükten sonra çoğunlukla sol atriyumda kaçır.



Şekil-1



Şekil-2

Kayıp, Sabatem, Costa MA (edt): Cardiac Catheterization and Percutaneous Interventions  
Taylor and Francis 2004.

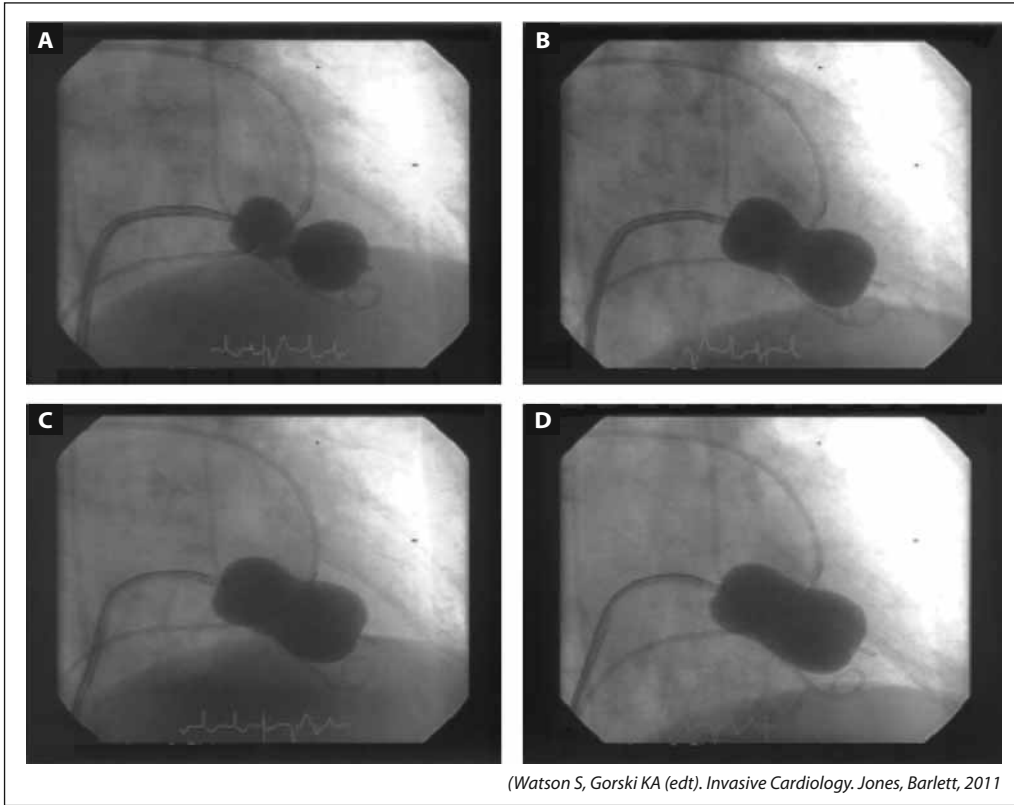
#### ŞEKİL 16. İnoue Balon kateter, ek donanımları ve fonksiyonları. Şekil-1:

A-Inoue Balon kateter: Mitral kapağı dilate eder, B-Germe tüpü: Balonun uzamasını sağlar, C-Kateter: Delinen septal bölgenin dilatasyonu, D-Stilet: Balonu mitral kapağa yöneltir, E-Şırınga: Balonu şişirir. G-Cetvel. Balonun istenen çapta şişirilmesi için şırınganın işaretlenmesinde kullanılır.

Şekil-2: Toray Innoue Balon kutusunda hazır bulunan malzemeler (şematize edilmiş): (1) uzun metal hipotüp; balonu germe tüpü balonu uzatmak ve inceltmek için balon kateterin iç tüpüne geçirilerek kullanılır; (2) ayar edilmiş şırınga balonu şişirmek için kullanılır, şırıngada ayar edilmek için markerler bulunur böylece (basınçtan ziyade volum çekilmesi ile elde edilen), balon çapı önceden belirlenebilir; (3) dilatör femoral venöz ponksiyon yerinde subkutan dokuları hem de septumu dilate etmek için kullanılır; (4) 0.025 inç paslanmaz çelik esnek, yaylı kılavuz tel; (5) yönetilebilen stilet, balon sol atriya girince balon kateterin içine sokularak balonun mitral kapağa yönlendirilerek SV'ye geçmesini sağlar. (6) balonun kendisinin havalandırma tüpü yükselen W konnektörü bulunur, iç tüp balon- germe tüpü ve stileti sokmak ve balonu germek için kullanılır ve ana musluk şırınga ile balonu şişirmek için kullanılır; (7) Cetvel veya kumpas, şırınga üzerinde dereceyi balonu şişirmede işaretlemek için kullanılır.

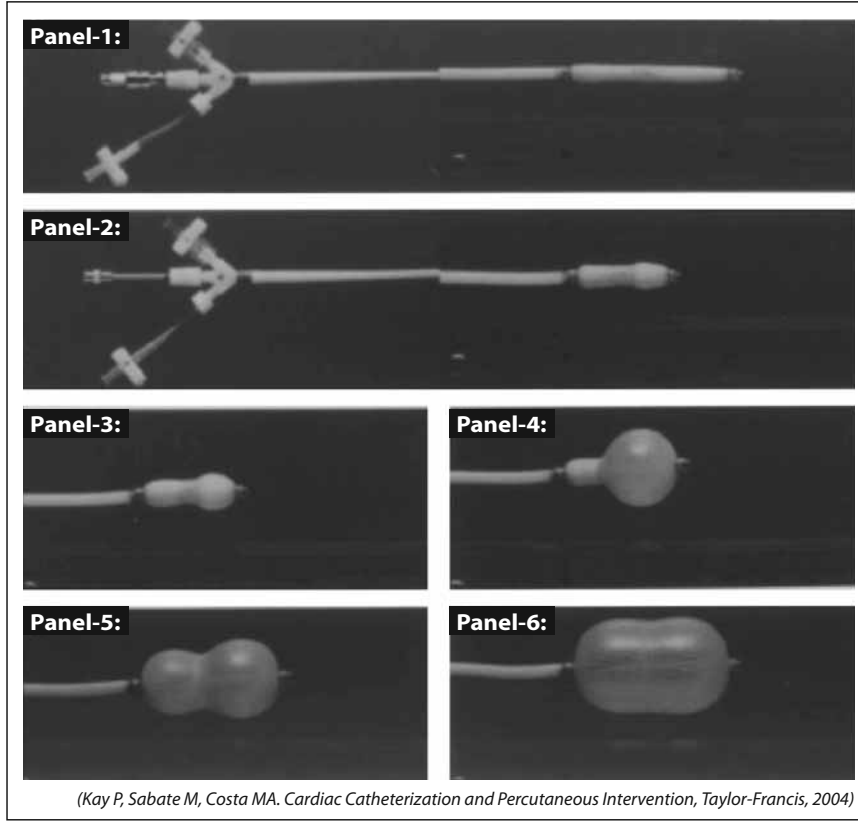
- Balonun Kapaktan geçmesine yardım eden ve yakalanmadan intrakordal geçmeyi önleyen distal balon hafifçe şişirilir (Şekil 13).
- Balon kateter manevra ile; döndürülüp stilet geri çekilirken balonun ucu öne ve aşağıya, mitral deliği yönünde hareket eder.
- Balon kateter mitral deliği geçtikten sonra, distal bölümü tam olarak şişirilir ve kateter yavaşça geri çekilir, böylece balonun distal bölümünün mitral kapaktan geçtiği ve güvende olduğu kanıtlanır.
- Balona daha fazla volum eklendiğinde proksimal ucu da şişer ve kapağı proksimal ve distal balon arasında kilitler.

Çapı önceden tayin edilmiş volum ile inflasyon mitral deliği önceden ayarlanmış büyüklüğe kadar dilate eder. Şekil 17 Balonun aşamalı şişirilmesi görülmekte ve yerini sonra da SA içine geri çekmeden önce balon pasif olarak söndürülür.



**ŞEKİL 17.** Daralmış mitral kapak içinde tedricen şişirilen Inoue balonun floroskopi görüntüleri: **(A)** Balon kateter mitral kapağın içinden geçirilerek sol ventriküle sokulmuştur ve Balonun distal ucunun şişirilmiştir **(B)** Mitral kapak proksimal ve distal balon arasında kilitlenmiş, **(C-D)** Yapışmış mitral kommisürleri açmak için görerek, kalsifik mitral kapağın balon ortasındaki çentiği izlenerek balon tam olarak şişirilir.



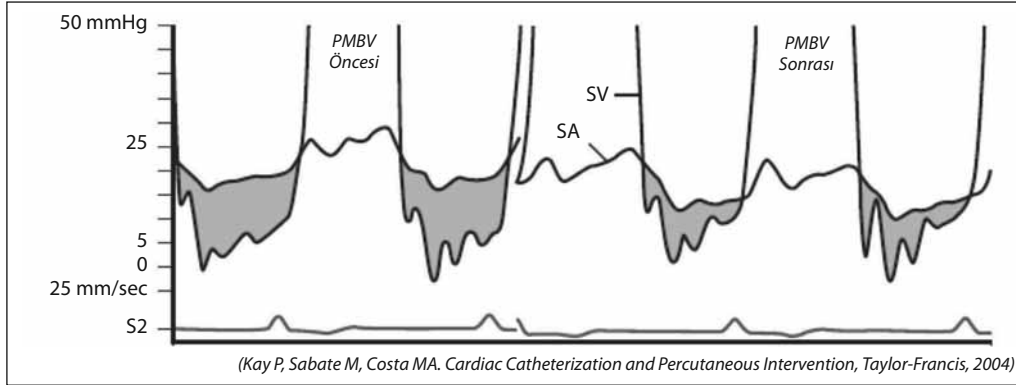


**ŞEKİL 19.** Germe tüpü ve balonun profili: **(Panel-1)**-Sert metal germe tüpünün sokulması ile balon-kateterin balon segmentinin uzamış profili, "incelmış şekili. **(Panel-2)**-Germe tüpü geri çekildiğinde balon segmenti kısa, kalınlaşmış ve gevşemiş konumda. **(Panel-3)**-Kısmen şişirilen balon sol ventriküle sokulur. **(Panel-4)**-Daha fazla şişirilmesi balonun proksimal bölümünde şişmesine sebep olur. **(Panel-5)**-Şişmiş balon etrafındaki daralmış mitral kapak ile "köpek-kemiği" görüntüsü yaratır, **(Panel-6)**-Daha da fazla şişirme balonun orta bölümünün genişlemesine sebep olur.

Mitral kapağın yeterli düzeyde dilate olduğundan emin olduğunda; (Inoue balon-kateter Manifold sistemi ile basınç kaydına bağlanarak basınç alınabilir (Şekil 18). Bu basınç normalden hafifçe yüksek bulunur.

Inoue balon içerisine germe kateteri ve ucu halka şeklinde kılavuz tel sokularak Inoue balon geri çekilir. Bu sırada negatif basınçla balonun tamamen sönmüş olmasına dikkat edilmelidir. Balon tamamen çıkarıldıktan sonra kılavuz tel üzerinden sol atriuma basınç alınabilecek kateter geçirilerek sol atrium basıncı ve sol atrium-Sol ventrikül endiyastolik basınç yani mitral kapak gradientine bakılır.

Mitral kapak alanı hesap edilir. PMBV başarılı sayılabilmesi için Mitral kapak gradientinde yarıdan fazla azalma veya Mitral kapak alanında en az 0.5 cm<sup>2</sup> artma olmalıdır.



**ŞEKİL 18.** Mitral darlığı hastasında Balon Valvotomi'den (PMBV) sonra sol atriyum (SA) (veya Pulmoner kapiller uç basıncı) ve sol ventrikül (LV) arasında diyastolik gradiyentindeki düşüş.

Mitral kapağın balonla dilatasyonundan sonra Pig-tail katater ile 45 o RAO pozisyonunda LV angiografisi yapılarak Mitral kapakta yetersizlik olup olmadığına bakılmalıdır.

Ertesi gün Ekokardiografik tetkik ile bir kez daha mitral kapak değerlendirilir.

#### MİTRAL KAPAĞIN DİĞER BALONLARLA DİLATE EDİLMESİ:

Mitral Balon Valvotominin ilk uygulandığı yıllarda çok çeşitli (Sheider, Mansfield) monofol, bifoil veya trifol balonlar Mitral kapağın açılması için kullanıldı. Daha sonra geliştirilen İnoue balon kullanım rahatlığı ve çabukluğu ile yaygın kullanılmaya başlandı. Halen bütün dünyada İnoue balon PMBV kullanılmaktadır. Bazı durumlarda İnoue balonun bulunmadığı veya inoue balonun yetersiz kaldığı durumlarda eski sistem kullanılabilir. Bu nedenle bu sistemlerin bazıları aşağıda kısaca özetlenmiştir (Şekil 20).

**İşlemin Pratik tekniği:** Antegrad yaklaşımla önce Atriyal Klasik Septostomi yapılır.

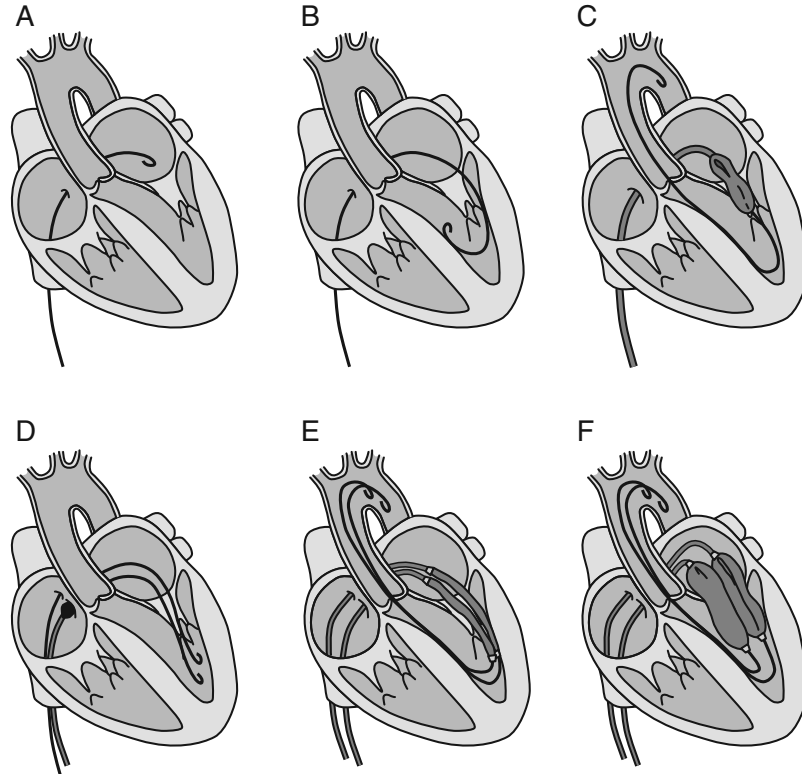
Başarılı septostomiden sonra Mullins kılıf içerisinde Swan-Ganz katateri sokulur. Kataterin balonu şişirilerek (karbondioksit ile) Sol ventriküle geçilir.

Swan-ganz katateri sol ventrikülde iken Mullins kılıfı da beraberinde sol ventriküle itilir.

Daha sonra ucuna bir iki kez geniş halka şekli verilmiş uzun 240 cm 0.35 inçlik iki adet sert kılavuz tel Mullins kılıf içerisinde Sol ventriküle gönderilir. Kılavuz tellerin konumlarından emin olunduktan sonra Mullins kılıfı geri çekilir.

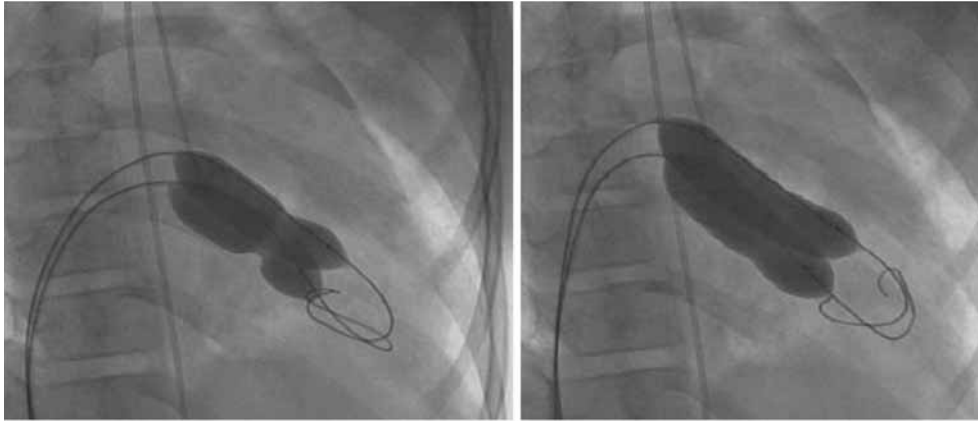
Negatif basınç verilmiş ve hazırlanmış 10 mm çaplı ve 18-20 cm'lik balonlar önce sağ femoral venden, sonra da septumdan geçirilerek sol ventrikül içerisine ilerletilir. Septumdan geçiş zor olduğunda daha ince çaplı balonla septum dilate edilebilir.

Sol ventriküle girildiğinde her iki balonun mitral kapağı ortalayacak şekilde bulunması gerekir. Bu şekilde iki balon iki ayrı operatör tarafından şişirilerek Mitral kapak açılmaya çalışılır.



Şekil-1:

(Watson S, Gorski KA (edt). Invasive Cardiology. Jones, Barlett, 2011)



Şekil-2:

(Kay P, Sabate M, Costa MA. Cardiac Catheterization and Percutaneous Intervention, Taylor-Francis, 2004)

**ŞEKİL 20.** Çift balon tekniği ile mitral valvuloplasti. **Şekil-1:** (A) Transseptal ponksiyon ile sol atriyumda uzatılan tel, (B) Telin sol ventrikülün içine ilerletilmesi, (C) Mitral kapaktan geçirilen tek balonun yerleştirilmesi ve kısmen şişirilmesi, (D) Atrial septumun kateter (mulin dilatör) ile dilate edilmesi, (E) Mitral kapaktan geçen iki balon kateterin yerleştirilmesi, (F) İki balonunda şişirilmesi. **Şekil-2:** Kalbin RAO projeksiyonlarında solda kısmen, sağda tam şişirilmiş iki balon.

**PMBV İşleminin baştan-Sona Pratiği:**

Günümüzde perkutan mitral balon valvotomisinin standart tekniği İnoue balon tekniğidir.

- Venöz giriş için Sağ Ven ve Sol Femoral arter ponksiyonu yapılır. Sol Femoral arterden Pig-tail katater Aortaya sokulur ve aortik sinüs içerisine sokulur ilerletilir burada bırakılır.
- Sağ Femoral ven ponksiyonu yapıldıktan sonra 0.032 inç J kılavuz tel superior vena kavaya kadar ilerletilir. Mullin kılıfı içerisindeki dilatatörle birlikte vena kava inferior yolu ile uzun 0.032 inç, 1.45 cm elastik J uçlu kılavuz tel üzerinde superiyor vena kavaya sokulur (Kılıfın ucu sol subklavian vene doğru yönelmelidir).
- Sonra kılavuz tel çıkarılır ve kılıfın içi serum ile tazyikle yıkanır (flushing).
- Diğer taraftan proksimal ucundaki giriş ara-yol ile basınç manifolduna bağlanan ve içerisinde basınçlı serum geçirilen Brackenbrough iğnesi ucu superiyor vena kavada bulunan kılıfın içine ilerletilir. İğne kılıfa uygun bir biçimde ilerletilmeli ve asla zorlanmamalıdır (iğne ilerlerken kateter duvarının aşınması veya delinmesini önlemek için). İğne kılıfın içine doğru ilerlerlerken, iğnenin ucu floroskopide izlenmeli, kılıfın iğne ile delinmemesine dikkat edilmelidir.
- Brackenbrough iğnesi bu şekilde ilerletildikten sonra iğne superior vena kava da kılıf içerisinde fakat ucunun 2 cm gerisinde tutulur. İğnenin kılıf dışına çıkmadığından emin olunmalıdır.
- Sonra, iğnenin içinden Vena kava superior basıncı kaydedilmelidir. Devamlı floroskopi ve basınç izlemesi altında, iki el kullanılarak kılıf ve iğne beraberce yavaşça geri çekilirken, İşaretin yönü sağ el ile sıkıca kontrol edilir ve VKS'den geri çekilirken iğnenin ok şeklindeki yönü posteromediyale saat 4-5 yönünde olmalıdır. Kateterin ucu sağA'ya indiğinde, hafifce sağa- doğru (hastanın soluna doğru) hareket eder. İğne ve kateter posteromediyal yönlendirmede tutulurken ve yavaşça çekmeye devam edilmeli.
- Anteroposterior floroskopi kılavuzluğunda ve sağA basınç izlemesi ile Mullins kılıfı, dilatatör ve iğne tümü yavaşça geri çekilir vena kava superiordan iniş sırasında sola doğru üç sekme (defleksiyon) kaydedilir;- birincisi kateter sağA'ya girdiğinde, ikincisi asendan aortun kabartısı üzerinde yavaş olanıdır ve üçüncü defleksiyon kateter limbik kenarı aşp ve fossa ovalise girince görülür.
- Kılıfın ucu asendan aortanın kabartısının üzerinden kayınca tekrar sağa- doğru hareket eder, anterior projeksiyonda vertebranın üzerine gelir. Saat 4-5 yönünde tutarak daha fazla geri çekme ile fossa ovalise düşülür. Başarılı transseptal delme için kateterin ucunun fossanın floroskopik yerine oturması esastır. Kılıfın geriye çekilmesi sırasında atrial eritmilerin görülmesi septumda bulunduğumuzun kanıtıdır.
- Antero-posterior pozisyonda yapılan bu işlemlerden sonra skopi sol laterale çevrilir. Bu sırada kılıfın ve iğnenin yönü arkaya vertebraya doğru olmalı ve aortik sinüs ile sol atriumun vertebra hizasındaki silüetinin ortasında olunmalıdır.
- *Lateral projeksiyonda görünüş; septumun üst bölümü vertikaldir (Şekil 7b), alt bölümü ise SA'nın büyüklüğüne bağlı biraz daha az veya fazla horizontaldir (Şekil 7a). Septumun vertikal bölümünün delinmesi önlenmeli çünkü; (i) buradan septuma ulaşmak güçtür, (ii) bu bölgede septumun disseksiyon riski vardır.*

- *En güvenilir olanı, tahmin edilen fossa ovalis bölgesine TSK ile dokunarak iletilen SA pulsasyonlarını hissedilmesidir. Şayet yer hakkında herhangi bir şüphe varsa septal flaş (basınçla kontrast boya püskürtme) veya boyama metodu kullanılabilir. Septal flaş tekniğinde; iğne fossadan ayrılır, hafifce önü göstermeli ve septumun sağ atriyal kenarının şeklini çıkarmak için kontrast devamlı olarak kaviteye basınçla verilir. Septal boyama metodu (etiketleme); 0.5 mL dilüe edilmiş kontrast kasıtlı olarak septuma angaje olduktan sonra dirence karşı injekte edilir*
- Şayet foramen ovale açıksa kateter bu noktada doğrudan spontan olarak SA'ya geçer. Aksi takdirde, kılıfın foramen ovalenin üst bölümünde limbua karşı ucunu bükme için hafifce ilerletilir. Operatör pozisyonundan tatmin olunca Brackenbrough iğnesi yumuşak bir hareketle ilerletilir, iğnenin ucu ortaya çıkmış gibi görünür ve atriyal septumu delmiştir.
- Sol A'ya başarılı giriş SA basınç dalgası ve oksijenlenmiş kanın çekilmesi veya iğneden kontrast madde püskürtülürken SA'nın tipik floroskopik görüntüsünün gösterilmesi ile kanıtlanır. Operatör iğnenin ucunun interatriyal septumdan geçtiğinden emin olmalıdır. İğne ve kateter bir ünite gibi SA içine kısa mesafe ilerletilmeli; ünitenin hareketi ve iğnenin dışarı çıkarak SA yapılarını yaralaması kontrol edilmeli.
- İğne ve kılıf dilatatörle birlikte septumu geçtiğinde, iğne geri çekilir ve kılıf dilatatörle birlikte ilerletilir kılıfın sol atriuma geçtiğinden emin olunca dilatatör de geri çekilir. Sol atriumdaki kılıf içerisinde hava kalmaması için aspire edilir Kılıf basınçlı serum ile kuvvetle iki-üç defa temizlenir. Manifold ile heparinli serumla ve basınç kaydına bağlanarak basınç yazdırılır.
- Transeptal kateterizasyon sırasında ana risk fossa ovalisten ziyade komşu yapıların dikkatsizce delinmesidir (aort kökü, koroner sinüs, veya sağA'nın posteriyor serbest duvarı). Hasta antikoagüle olmadıkça ve delinme Brackenbrough'un ince iğnesi ile sınırlı kalmışsa bu durum genellikle benidir. Ancak SA serbest duvarı delinmişse sol atriyum basıncı yüksek olduğunda veya sağ atrium basıncı yüksekse çok çabuk bir şekilde perikardiyal tamponad meydana gelebilir. Şayet 8F kateter farkına varılmadan perikardiyum veya aort kökünün içine doğru ilerletilmişse fatal komplikasyonlar meydana gelebilir.
- Transseptal kateterizasyonun komplikasyonları genellikle seyrek; iğne ucu ile perforasyon %10, tamponad <%1 (ölüm <%0.5).

### Temel Kaynaklar

1. Holloway S, Silver R. Percutaneous valve commissurotomy, Repair, and Replacement: Watson S, Gorski KA (eds). Invasive Cardiology. Jones-Bartlett Learning. 2011.
2. Hung JS, Lau KW. Inoue Balon mitral valvuloplasty: Nguyen TN, Colombo A (eds). Practical handbook of advanced interventional Cardiology. Blackwell & Futura, 2008.
3. Baim DS, Simon DI. Percutaneous approach including trans-septals puncture/Feldman T. Percutaneous therapies for valvular heart disease: Baim DS. Grossman's Catheterization, Angiography and Intervention. Williams & Wilkins. 2006.
4. Wilkins GT. Percutaneous mitral valvuloplasty: Kay P, Sabate M, Costa MA. Cardiac Catheterization and Percutaneous Interventions. Taylor & Francis, 2004.
5. Kern JM (edt). The Interventional Cardiac Catheterization Handbook. Elsevier Saunders, 2013.
6. Haase J, Schaffers HJ, Sievert H (edt): Cardiovascular Interventions in Clinical Practice, 2010 Wiley-Blackwell.

## 3.2. PERKUTAN ATRİYAL SEPTAL DEFECT KAPATMASI

Prof. Dr. Mustafa Kemal Erol

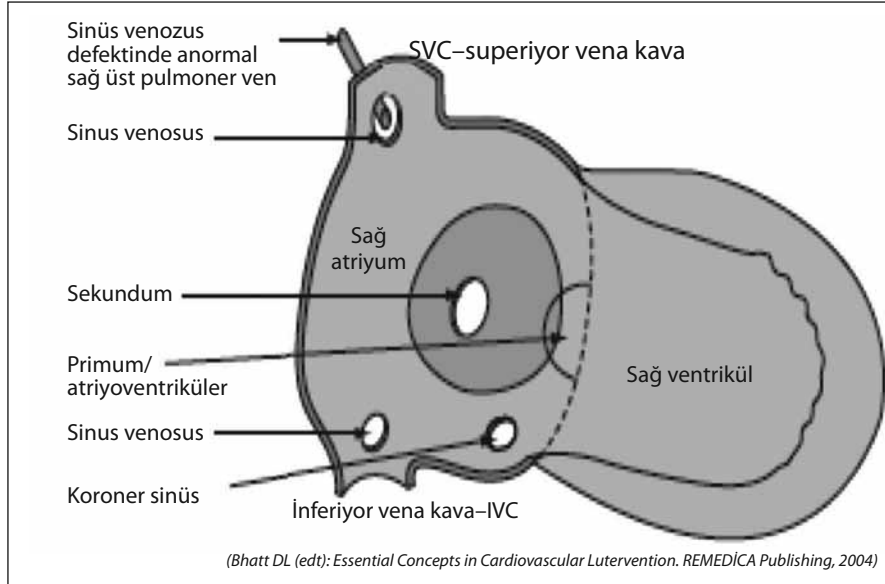
Atriyal septal defekt (ASD) erişkinlerde biküspit aortadan sonra en sık rastlanılan konjenital kalp hastalığıdır. Tüm doğumsal kalp hastalıklarının yaklaşık %7-10'unu oluşturur. Kadınlarda erkeklere göre iki kat daha sık görülür (Şekil 21). En sık tipi fossa ovalis bölgesine lokalize sekundum tipi ASD olup tüm ASD olgularının %70'ini oluşturur. Atriyovenriküler kanal defektleri ile birlikte görülen primum tipi ASD'ler yaklaşık %15-20, superior sinus venozus tipi defektler %5-10'unu, inferior sinus venozus defektler %2'lik kısmını oluşturur, çatısız koroner sinus tipi defektlerde oldukça nadir görülen tipidir.<sup>1</sup> ASD varlığında sol atriyumdan sağ atriyuma şant ile sağ ventrikül ve pulmoner vasküler yatakta volüm yüklenmesi olur. Şantın derecesini defektin büyüklüğü yanında sağ ve sol ventrikülün kompliyansı, sol ve sağ atriyumların basıncı belirler. Girişimsel kardiyojideki ilerlemeler ile uygun vakalarda sekundum tipi ASD'lerde perkütan teknikle kapatma mümkün olmuştur. Diğer tiplerinde perkütan kapatmanın günümüzde yeri yoktur, cerrahi tedavi gereklidir. ASD'de cerrahi yolla kapatma oldukça düşük mortalite ile yapılabilmektedir. Ancak bugün uygun olan sekundum tipi ASD'lerde benzer başarı ve mortalite oranları ve daha düşük morbidite ve daha kısa süre hastanede yatırmaya bağlı cihazla perkütan yolla kapatma birinci seçenek haline gelmiştir.<sup>1,2</sup>

### Tamir edilmemiş ASD'nin klinik sonuçları:

ASD'den geçen sol-dan sağa şantın neticesi; sağV volum yüklenmesi ve artmış pulmoner dolaşımdır. Büyük atriyal şantlar fazla pulmoner kan akımı ve sağ kalp yetersizliğinden dolayı semptomlara neden olur.

Başlıca semptomları: Sık pulmoner infeksiyonlar, bitkinlik, egzersiz intoleransı ve palpasyonlar. Atriyal aritmiler; atriyal flater, atriyal fibrilasyon ve hasta sinüs sendromu uzun süren sağ kalp volum ve basınç yüklenmesinin sonucudur.

Akım ile ilgili PAH büyük soldan-sağa eşlik eder ve pulmoner vasküler obstrüktif hastalık erişkin yıllarda gelişebilir, fakat ASD ile VSD ve PDA' gibi yüksek-basınçlı soldan-sağa şantlara göre daha sonra meydana gelir.



ŞEKİL 21. Çeşitli atriyal septal defektlerin (ASD) şematik gösterilmesi.

### ASD Kapatma İndikasyonları

1. Hemodinamik olarak ciddi sağ ventrikül volüm yüklenmesi varlığında pulmoner vasküler direnç 5 WU altında olmak kaydı ile ASD kapatma endikasyonu vardır. Ekokardiyografik olarak başka bir sebebe bağlı olmayan sağ ventrikülde genişlemenin görülmesi semptom olup olmadığına bakılmaksızın kapatma endikasyonudur.
2. Paradoksik emboli varlığında ASD büyüklüğüne bakılmaksızın kapatma endikasyonu vardır,
3. Dökümante edilmiş ortodeoksia-platipnea olan ASD'li hastalarda kapatma endikasyonu mevcuttur.
4. Pulmoner vasküler direncin 5 WU (Woods birimi) üzerinde olduğu vakalarda soldan sağa geçişin net pulmoner arter basıncı sistemik arter basıncının 2/3'ünden düşük, pulmoner vasküler rezistans sistemik vasküler rezistansın 2/3'ünden düşük ise, veya pulmoner vazodilatör tedavi veya defektin test oklüzyonuna cevap pozitif ise ASD kapatılması yapılabilir.
5. Eisenmenger fizyolojisi gelişmiş santın ters döndüğü olgularda ASD kapatılmamalıdır.<sup>1,3</sup>

Kılavuzların önerdiği indikasyonlar Şekil 22-Tablo 4'de ve geleneksel indikasyon ve kontraindikasyonlar Tablo 5'de sunulmuştur.

Beş milimetreden küçük, sağ ventrikülde volüm yüklenmesi delili olmayan ASD'lerde normalde kapatma endikasyonu yoktur, ancak paradoksik emboli varsa kapatılması gereklidir. Sağ ventrikülün normal boyutlarda olduğu küçük şanlı ASD'ler genellikle asemptomatiktir, bu olgular 2-3 yılda bir periyodik ekokardiyografi ile sağ ventrikül genişlemesi ve pulmoner basınç açısından takip edilmelidir (Tablo 4).

Perkutan yolla ilk başarılı ASD kapatılması King ve Mills tarafından 1974 yılında karşılıklı iki şemsiye şeklinde cihazın yerleştirilmesi ile yapılmıştır. Taşıyıcı sisteminin çok kalın olması uygulamasındaki teknik zorluk ve yüksek residual şant nedeni ile klinikte kullanım alanı bulamamıştır. Daha sonrasında birçok farklı cihaz ASD kapatılmasında kullanılmıştır, ancak ilk jenerasyon ikili şemsiye veya istiridye kabuğu biçimli cihazların kullanımı yüksek residual şant kalması ve emboli riskleri nedeni ile sınırlı kalmıştır.

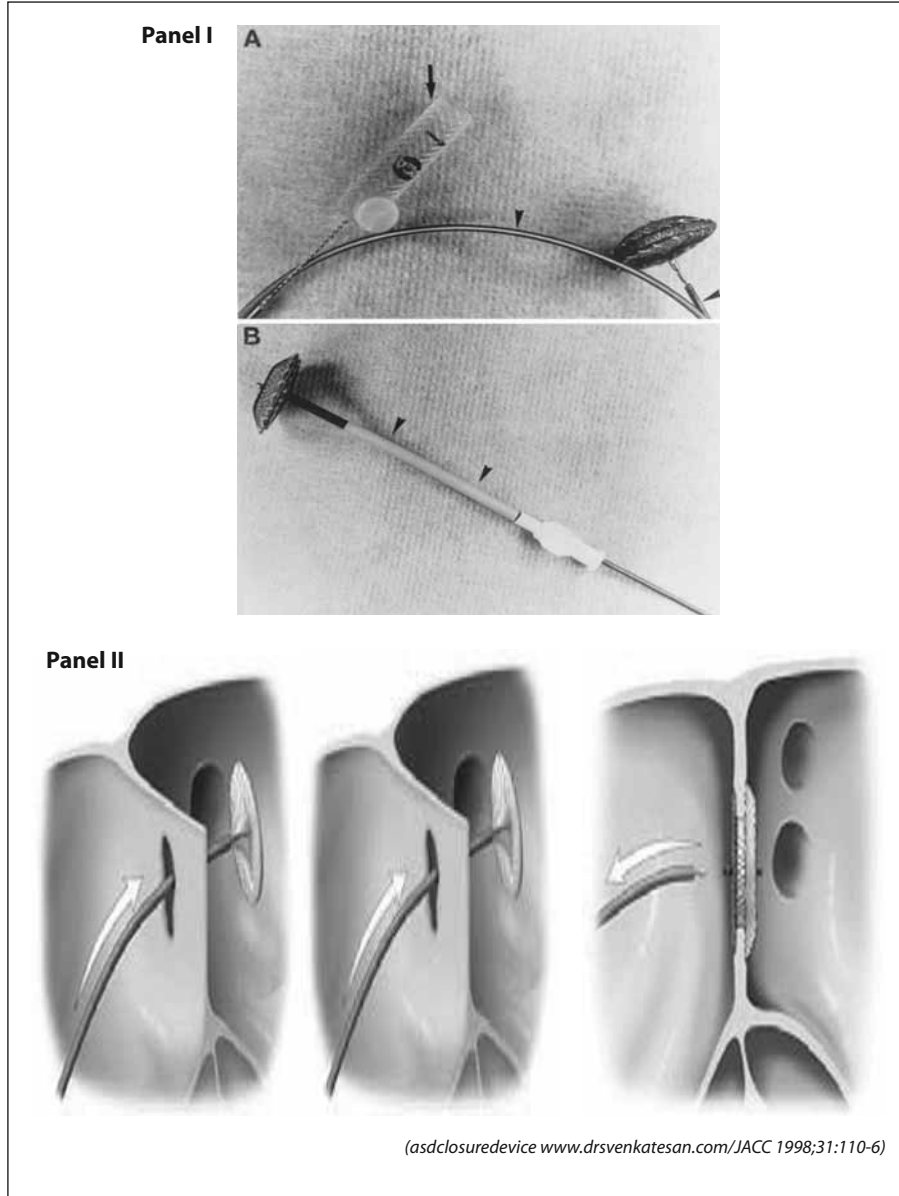
Sekundum tipi atriyal septal defektlerde defekt kenarlarında cihaz eteklerinin tutunacağı yeterli atriyal doku (rim) varlığında perkutan cihaz ile kapatma yapılabilir. Transözofajial ekokardiyografi ile aortik, anterior, posterior, inferior ve superior rimler değerlendirilir, genel olarak 5 mm'den büyük rim mevcudiyeti uygundur, ancak aortik rimin kısalığı kapatma için engel teşekkül etmez. Ekokardiyografide birlikte bulunabilecek diğer intrakardiyak defektlere de dikkat edilmelidir, özellikle pulmoner venlerin orifisleri görüntülenmeli, anormal pulmoner venöz dönüş anomalisi ekarte edilmelidir. Ekokardiyografi raporunda defektin yeri, büyüklüğü, rimlerin durumu, kapatmaya engel teşekkül edecek intrakardiyak ilave defektlerin varlığı veya yokluğu, birden fazla defekt varsa defektler arası mesafe belirtilmelidir. Transtorasik ekokardiyografi (TTE) gerçek ASD çapının ve kapatmaya uygunluğunun belirlenmesinde yetersizdir. Transözofageal ekokardiyografi (TEE) ve intrakardiyak

**Tablo 4.** ASD'de girişim için indikasyonlar (2010-ESC kılavuzu)

| İndikasyonlar                                                                                                                                                                                                                                      | Sınıf | Düzy |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|
| Anlamli şanti olan (sağ ventrikül volüm yüklenmesinin bulguları) ve PVR<5 WU bulunan hastalar; semptomlar ne olursa olsun ASD kapatmasına gönderilmelidir.                                                                                         | I     | B    |
| Sekundum ASD kapatmasında uygulanabilirse cihaz ile kapatma seçilen metodtur.                                                                                                                                                                      | I     | C    |
| Büyüklüğü ne olursa olsun paradoks embolizmden şüphelenilen (diğer sebepler dışlanmalı) tüm ASD'lerde girişim düşünölmelidir.                                                                                                                      | Ila   | C    |
| PVR ≥5WU fakat 2/3 SVR veya PAP <2/3 sistemik basınç (bazal veya tercihen nitrik oksit vazodilatörler ile veya hedeflenmiş pulmoner arteryel hipertansiyon tedavisinden sonra) ve sol-sağ şant kanıtı net (Qp:Qs >1.5) girişim için düşünölebilir. | Ilb   | C    |
| Eisenmenger fizyolojisinde ASD kapatması engellenmelidir                                                                                                                                                                                           | III   | C    |

PVR-Pulmoner vasküler direnç, WU-Wood ünitesi, SVR-Sistemik vasküler direnç, PAP-Pulmoner arter basıncı.





**ŞEKİL 22.** Amplatzer kapatma cihazının parçaları ve şematize edilmiş kapatma mekanizması. (**Panel I**)-Cihaz ve parçaları. **A**-(Solda)- Amplatzer cihazının teslimat-kablosu (ok başı). Vertikal oklar; cihazın salımına yardımcı olan plastik yardımcıyı göstermektedir (vidası açılan). **B**-Adaptör tüp (ok başları), cihazı teslimat-tüpüne sokmak için kullanılır.

(**Panel II**)-ASD'nin Amplatzer septal tıkaçı ile çizilmiş ASD kapanışı: Birincisi- Cihazın sol atriyal disk sol atriyumda açılmış. Sonra- cihaz geri septuma doğru getirilir, böylece disk septuma karşı yatabilir. Cihazın sağ atriyal disk sonra şekillenir, böylece deliğin kapanması ile septum iki diskin arasında oturur. Cihazın normal pozisyonunda olduğu kanıtlandıktan sonra, salınır.

**Tablo 5.** Perkutan ASD kapatılmasının günümüzde de geçerli geleneksel indikasyon ve kontraindikasyonları

| İndikasyonlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kontraindikasyonlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>KLİNİK OLARAK:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Şayet defekt semptomlara sebep oluyorsa.</li> <li>• Serebrovasküler embolik olay ile birlikte ise.</li> <li>• Her türlü norolojik dekompresyon hastalığının ile (bulantı gibi) geri döndürme.</li> </ul> <p><b>ANATOMİK OLARAK:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fossa ovalis defektleri (veya patent foramen ovale).</li> <li>• Gerilmiş defekt çapı &lt;38 mm; kenar dokusu &gt;4 mm</li> </ul> <p><b>KONTRİNDİKASYONLAR:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinüs venozus defekti.</li> <li>• Ostium primum defektler.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pulmoner: Sistemik akım oranı &gt;1.5 ve geri-dönüşsüz pulmoner hipertansiyon.</li> <li>• Sağdan- sola atriyal şant ve hipoksemi</li> <li>• Defektin çevreleyen &gt;4 mm kenar dokusu bulunmaması.</li> <li>• Ostium sekundum defektler ile cerrahi düzeltme gereken diğer önemli konjenital defektler.</li> </ul> |

(BMJ 2003;27:97-100)

ekokardiyografi ile daha iyi çap ve rim değerlendirmesi yapılır. Gerçek defekt çapının tayini kateter laboratuvarında defekt içinde balon şişirilmesi ile balon boyutlandırma yöntemi ile yapılır. Bugün pratikte çoğu vakada TEE değerlendirme ile defekt büyüklüğü ve kapatma uygunluğu saptanabilmekte balon ile boyutlandırmaya gerek olmaksızın kapatma yapılabilmektedir. Balon boyutlandırma yapılmadan TEE kılavuzluğunda yapılan ASD kapatma işleminde cihaz boyutlarının bir miktar daha büyük seçildiği ancak işlem başarısı açısından fark olmadığı gösterilmiştir.<sup>4</sup>

### İşlemin Teknik Prensipleri

Perkutan kapatmaya uygun bulunan vakalarda işlem genellikle genel anestezi altında yapılır, bu uzun süreli TEE uygulaması ve hastanın kapatma işlemi esnasında hareket etmemesi için gereklidir, ancak intrakardiyak ekokardiyografi kılavuzluğunda genel anestezi vermeksizin de kapatma işlemi yapılabilmektedir. Kapatma işlemi esnasında kateter laboratuvarında sterilizasyon şartları sağlanmalıdır çünkü direkt dolaşımla temasta bir yabancı cisim yerleştirilecektir, olası kontaminasyon enfektif endokardite sebep olabilir.

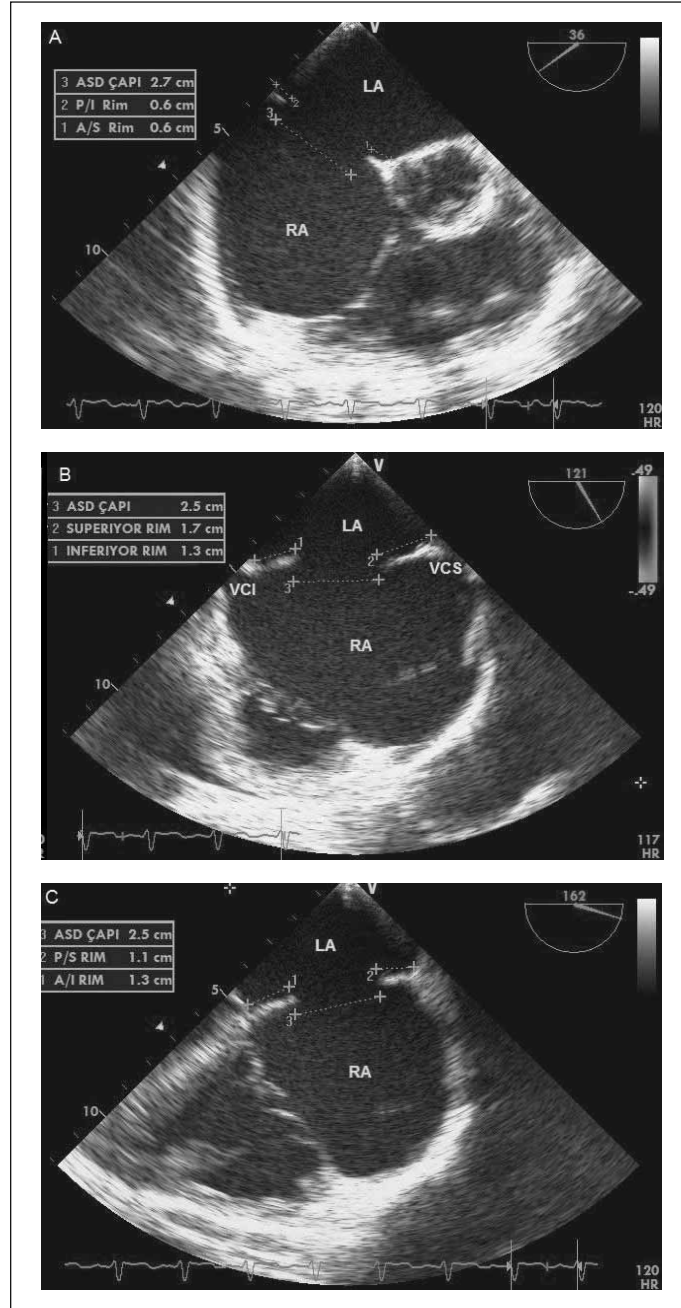
Perkutan ASD kapatma işleminin dört aşaması vardır (Şekil 22). Bunlar;

1. Ekokardiyografik değerlendirme,
2. Defektin anjiyografik değerlendirmesi,
3. Defekt çapının balon ile ölçülmesi boyutlandırılması ve
4. Uygun cihaz boyutuna karar verilmesi, cihazın taşıyıcı kateter ile defekt bölgesine yerleştirilmesidir.

• Ekokardiyografik değerlendirmede defektin büyüklüğü, lokalizasyonu, defekt çevresindeki atriyal dokuların boyutları ve beraber bulunan intrakardiyak defektler, özellikle de pulmoner venlerin dönüşü değerlendirilir. Hasta genel anestezi ile uyutulduktan sonra kardiyak kateterizasyon işlemine başlamadan önce TEE probu yutturulur ve dört boşluk görüntüde anterior-inferior rim, posterior-superior rim, defekt çapı ve total septum uzunluğu ölçülür. Aortik kısa aks pozisyonunda anterior-süperiyor ve posteriyor-inferiyor rim, bikaval pozisyonunda inferiyor ve superiyor rim, 4 boşluk görüntüde ise anterior-inferiyor ve posteriyor- süperiyor rim değerlendirilir. Aynı zamanda bu görüntülerde ASD çapı ve total septum ölçümleri yapılır. Şekil 23'de TEE'de aortik kısa aks, bikaval ve 4 boşluk görüntüde defekt çapları ve rimler görülmektedir. Defekt çapı ölçümlerinde daha doğru ölçüm için renkli Doppler ekokardiyografi görüntüleri kullanılmalıdır. Ekokardiyografide tüm rimlerin 5 mm'den büyük olması ideal olandır, ancak anterior aortik rimin daha küçük olması veya olmaması kapatma işlemi için kontrendikasyon oluşturmaz. Ancak anterior-inferior rimin yeterli (>5 mm, tercihen >7-8 mm) ve sağlam olması önemlidir, bu tutma disklerin atriyoventriküler kapakları etkilememesi için gereklidir. Posterior rimin de yeterli olması son derece önemlidir, posterior rimin yetersizliği veya yokluğunda tutma eteklerinin tutunacağı yeterli doku olmayacağından bu olgular cerrahi kapatmaya verilmektedir. İntrakardiyak ekokardiyografi kılavuzluğunda da genel anestezi ihtiyacı olmaksızın, sedasyon ile ASD kapatılması yapılabilmektedir, bunun için intrakardiyak eko kateterinin gönderilmesi için tercihen diğer kasıktan ikinci bir venöz sheath yerleştirilmesi gereklidir. Perkütan ASD kapatılmasında klinik tecrübe artması ile birlikte TEE yapmaksızın transtorasik ekokardiyografi ile de kapatılması yapılan merkezler vardır. Defekt boyutunun küçük olduğu, rimlerin net ve yeterli değerlendirilebildiği olgularda TTE ile kapatılma yapılabilir ancak TTE ile hiçbir zaman TEE veya intrakardiyak ekokardiyografi kadar net değerlendirme yapılamayacağı unutulmamalıdır.<sup>5</sup> Biz merkezimizde rutin olarak TEE kılavuzluğunu kullanmaktayız.

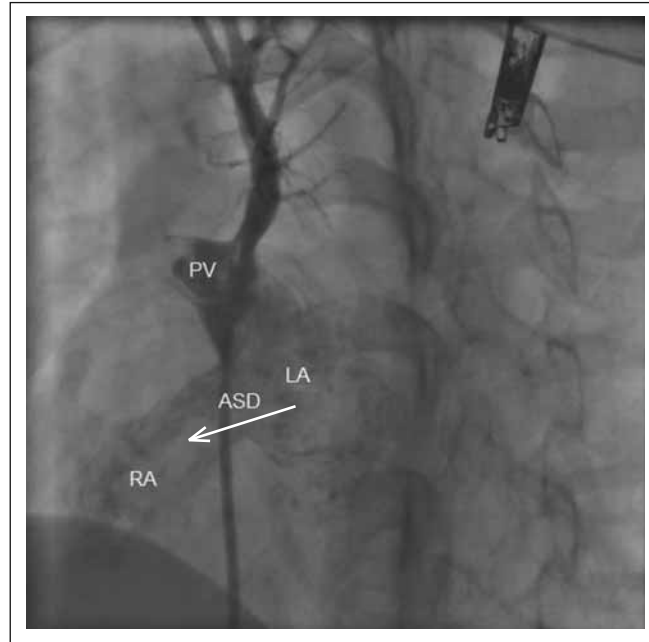
## İŞLEMİN PRATİĞİ VE TEKNİK İPUÇLARI

- TEE değerlendirmesi bitirdikten sonra sağ veya sol femoral venlerden birine tercihen sağ femoral vene balon boyutlandırmada kullanılacak balon ile uyumlu 6F veya 7F introduser kılıf yerleştirilir. Karşı taraf femoral artere küçük çaplı 5F bir introduser kılıf yerleştirilip işlem esnasında arteriyel kan basıncı monitörize edilebilir, ancak bu ASD kapatılmasında tecrübenin artması ile birlikte genelde yapılmamaktadır. Kılıfın yerleştirme sonrası 100 Ü/kg intravenöz heparin yapılır. İşlem sırasında da periyodik aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) ölçülmesi ve ACT'nin 275-300 saniyenin üzerinde tutulması gereklidir.
- Hastaya yabancı cisim yerleştirileceği için antibiyotik profilaksisi yapılır. Gerekli olan olgularda sağ kalp kateterizasyonu yapılır, pulmoner arter basıncı, atriyal basınçlar ve kan gazı örnekleri alınarak Qp/Qs ölçümü yapılır. Ekokardiyografik değerlendirmenin yeterli olduğu, pulmoner hipertansiyon gelişmemiş, soldan sağa şantın net olduğu ASD olgularında sağ kalp kateterizasyonu yapılmaksızın doğrudan ASD kapatılması yapılabilir.<sup>5,6</sup>



**ŞEKİL 23.** Transösafagiyal ekokardiyografi'de aortik kısa aks (A), bikaval (B) ve 4 boşluk görüntüde (C) defekt çapları ve rimler görülmektedir (P/I Rim: posteriyor/inferiyor rim, A/S Rim: anterior/süperiyor rim, P/S: posteriyor/süperiyor rim, A/I rim: anterior/inferiyor rim)

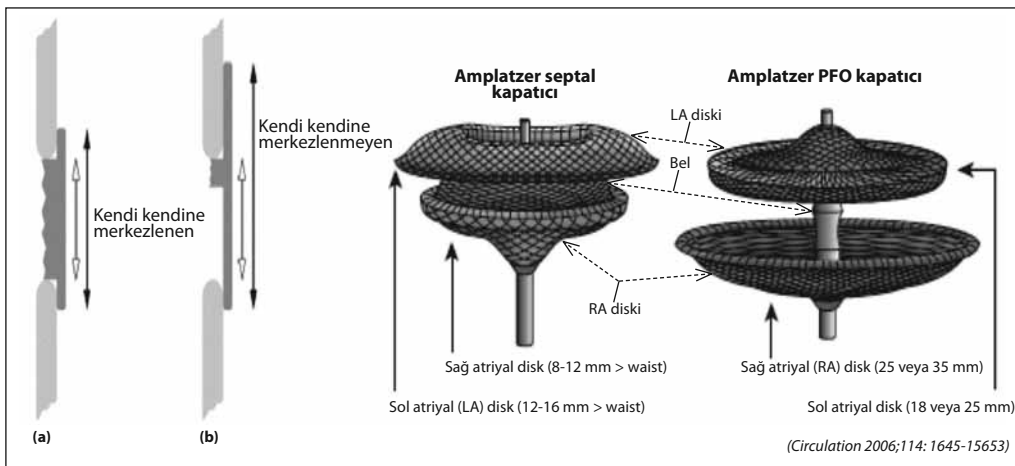
- Femoral vene yerleştirilen introduser kılıftan ucu kapalı yan delikli NIH kateter ile girilip sağ atriya ve ASD den geçilerek sol atriya ilerlenir, kateterin ucu sağ üst pulmoner venin ağzına bırakılır, bu pozisyonda 45-60 derece sol ön oblik, 45 derece kraniyal pozisyonda opak madde enjekte edilerek sol atriyal grafi çekilir. Şekil 24’de sol atriyal grafi görülmektedir. Sol atriyal grafide opak maddenin sağ atriya geçişi ile defektin yeri ve büyüklüğü belirlenir. Septumun iyi görüntülenemediği olgularda caudal açı ile de çekimle değerlendirme yapılabilir. İyi bir ekokardiyografik destek varlığında sol atriyal grafi çoğu zaman yapılmayabilmektedir.
- Septumda defektin yeri belirlendikten sonra çok amaçlı diyagnostik bir kateter, 0.38 kılavuz tel ile ilerletilir ASD geçilir ve kateter sol üst pulmoner vene yerleştirilir. 0.38 kılavuz tel çıkarılır ve yerine 0.35 ucundaki bir kaç cm kısmı yumuşak olan süper sert uzun değiştirme kılavuz teli sol üst pulmoner vene yerleştirilir. Teli ucu sol üst pulmoner venede sabit tutularak kılavuz kateter dışarı alınır.
- Ekokardiyografik defekt çapına göre seçilen havası alınmış balon kateter süper sert tel üzerinden ilerletilerek ekokardiyografi ve floroskopi kılavuzluğunda septal defekte hizalanır (kendi-kendine merkezlenen). 18 mm’den küçük defektler için *Amplatzer 24*, 18 mm’den geniş defektler için ise 34 mm balon kateter alınır (Şekil 25). Sulandırılmış opak madde ile (1/5 oranında) balon yavaşça şişirilir. Floroskopide balon ortasında çen-



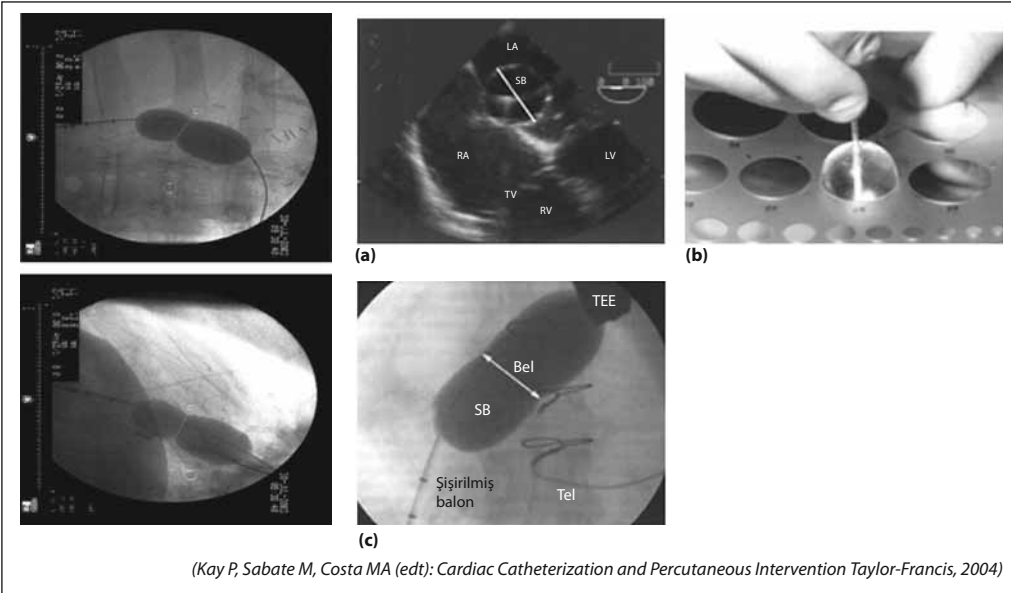
**ŞEKİL 24.** Sol atriyal grafide sağ üst pulmoner vene (PV) verilen opak maddenin atriyal septal defekt (ASD) yoluyla sol atriya (LA) ve ASD ile RA (sağ atriya)’a geçtiği gözlenmektedir (ok).

tiklenme olunca durulur ve eko-kardiyografik olarak sol atriyumdan sağ atriyuma geçiş olup olmadığı değerlendirilir (Şekil 28). Geçiş devam ediyorsa geçiş tamamen kesilinceye kadar balon yavaşça şişirilmeye devam edilir. Amplatzer boyutlandırma balonu oldukça kompliyan ve elastik bir balondur. Boyutlandırma balonuna çok aşırı şişirme yapılmamalıdır, aşırı şişirme defektin olduğundan daha büyük ölçülmesine, rimlerin yırtılmasına ve defektin daha da büyümesine neden olabilir. Şantın tamamen kaybolduğu anda cine film alınır, balon kateterin üzerindeki işaretler iç kısımları arası 10 mm olarak kalibrasyon yapıldıktan sonra anjiyografik olarak çentiklenme bölgesinden defekt çapı ölçülür veya Amplatzer balon boyutlandırma levhası kullanılarak defekt çapı saptanır. Şekil 26'de cine görüntüde balon ile ölçüm görülmektedir. Yine eko-kardiyografik olarak da çentiklenme bölgesinden defekt çapı ölçülür. Şekil 26 ve Şekil 27 eko-kardiyografik görüntüde balon ile ölçüm görülmektedir. Amplatzer boyutlandırma balonu ile defektin gerilmiş çapı ölçülmektedir. Balon şişirilmiş iken ilave bir defekt olup olmadığı da eko-kardiyografik olarak değerlendirilir, eğer varsa lokalizasyonu büyüklüğü ve birinci defekt ile arasındaki mesafe tespit edilir. Eko-kardiyografik ve cine-anjiyografik görüntüler alındıktan sonra balon indirilir ve süper sert tel sol üst pulmoner vende sabit tutularak balon kateter geri alınır, çıkarılır. Eko-kardiyografik defekt çapı ölçümü ile anjiyografik ölçümler uyumlu olmalıdır. Ancak gerilmiş balon boyutlandırma tekniği ile ölçümlerde eko-kardiyografik ölçümlere göre defekt çapı bir miktar daha büyük (%25-30) çıkabilir.

Kapatma cihazı seçilirken gerilmiş balon boyutlandırma ile ölçülen mm'deki cihaz veya bir üstü seçilir. Nonkompliyan "Numed balon" kullanılarak gerdirilmemiş defekt çapı da ölçülebilir. Bu balon tıpkı nonkompliyan koroner anjiyoplasti balonları gibidir, daha yüksek basınçlarda daha yüksek çapa çıkmaz. 10 mm ile 40 mm arasında 5 mm artan boyutlarda mevcuttur. Yine Amplatzer balon gibi üzerinde kalibrasyon işaretleri mevcuttur.

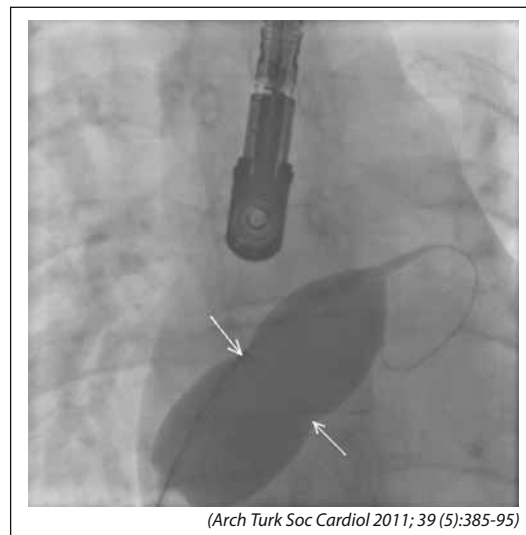


**ŞEKİL 25.** (Solda) Kendi kendine merkezlenmeyen (a) ve kendi kendine merkezlenen kapatma cihazlarının (a) mu-kayese edilmesi. (Solda) Amplatzer Atriyal septal defekt tıkaçı ve patent foramen ovale tıkaçı (occluder).



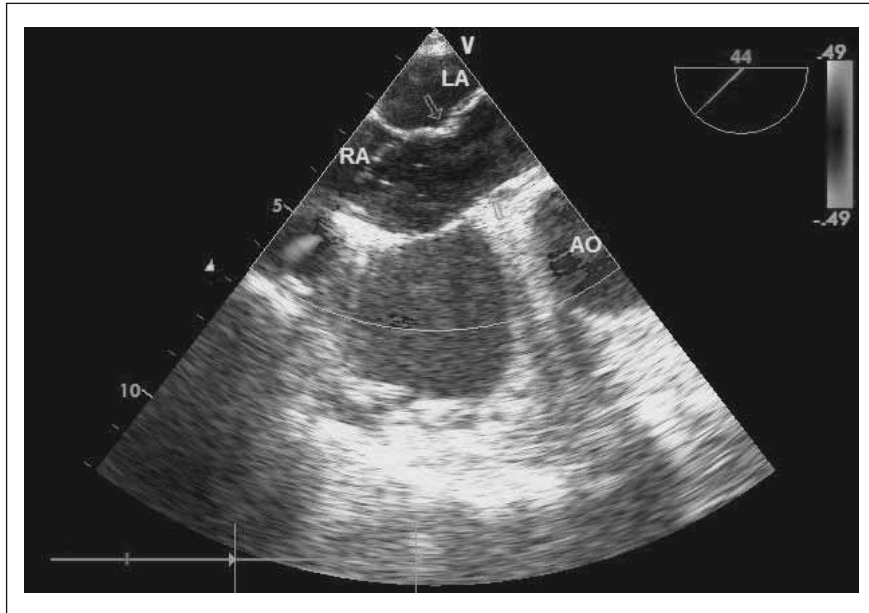
**ŞEKİL 28.** (a, b) Medtech boyutlandırma balonunun defekten geçen büyüklüğünün gösterilmesi: (a), delikten geçen ve boyutlandırma balonunun ölçek tablasında büyüklüğünün doğrulanması (b). Amplatzer boyutlandırma balonunda defektin oluşturduğu girintinin görünümü (c). Amplatzer boyutlandırma balonu ile defektin tanımlanması.

Kısaltmalar: SB-Boyutlandırma balonu; LA-Sol atriyum; RA-Sağ atriyum; TV-Triküspid kapağı; RV-Sağ ventrikül; TEE-Transözefajeyal prob.



**ŞEKİL 26.** Defekt çapının balon ile floroskopi altında çekilen sine görüntüde ölçümü görülmekte (oklar indentasyon bölgesini göstermektedir).

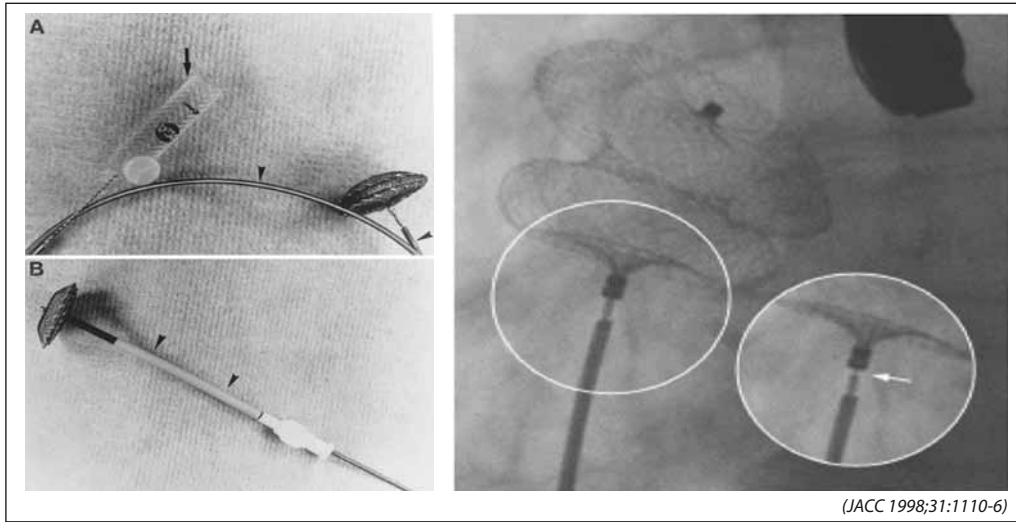
- Ekokardiyografi kılavuzluğunda şantın kaybolduğu çap saptanır. Gerdirilmiş balon boyutlandırma ile ölçülen çapla eşit cihaz seçilir iken, gerdirilmemiş balon boyutlandırma yapıldı ise ölçülenden 1-2 mm daha geniş kapatma cihazı seçilmelidir. Ekokardiyografik değerlendirme ile defekt çevresi rimlerin yeterli olduğu olgularda ekokardiyografik ölçülen defekt çapından 2-4 mm daha büyük bir cihaz ile balon boyutlandırma yapılmaksızın direkt kapama işlemi yapılabilir. Cihaz boyuna karar verir iken ekokardiyografik ölçümde defekt çapı yanında total septum uzunluğunun da ölçülmesi ve yeterli olup olmadığının değerlendirilmesi önemlidir. Cihazın iki diski ortasındaki bel kısmı asıl defekti tıkayan, stentleyen kısımdır, cihaz çapı bu orta kısmın çapını gösterir, cihazın sol atriyal tarafında bel kısmından her iki yana 7 mm tutma etekleri uzayan diski mevcuttur. Sağ atriyal disk tutma etekleri ise 6 mm'dir (Şekil 23 ve Şekil 29). Dolayısı ile total septum seçilen cihaz çapı + (2 x 7) mm'den biraz daha büyük olmalıdır. Örneğin 20 mm'lik bir cihaz seçildiğinde (20 + 14 = 34) 34 mm'den daha büyük total septum uzunluğu olmalıdır. Küçük defektlerde bu önemli sorun olmayabilir ancak büyük defektlerde sorun teşkil edebilir. Yeterli total septum uzunluğunun olmadığı büyük cihaz ihtiyacı olan defektlerde atriyal disklerin yeterince septuma paralel yerleşememesine bağlı septumun her iki yanında mantar gibi bir görüntü oluşur, böyle durumlarda cihaz bırakılmaması toplanıp geri alınarak cerrahi alternatifin değerlendirilmesi daha uygun olur.<sup>5-7</sup>



**ŞEKİL 27.** Defekt çapının balon ile transösafagiyal ekokardiyografi'de ölçümü görülmekte (oklar çentiklenme bölgesini göstermekte)



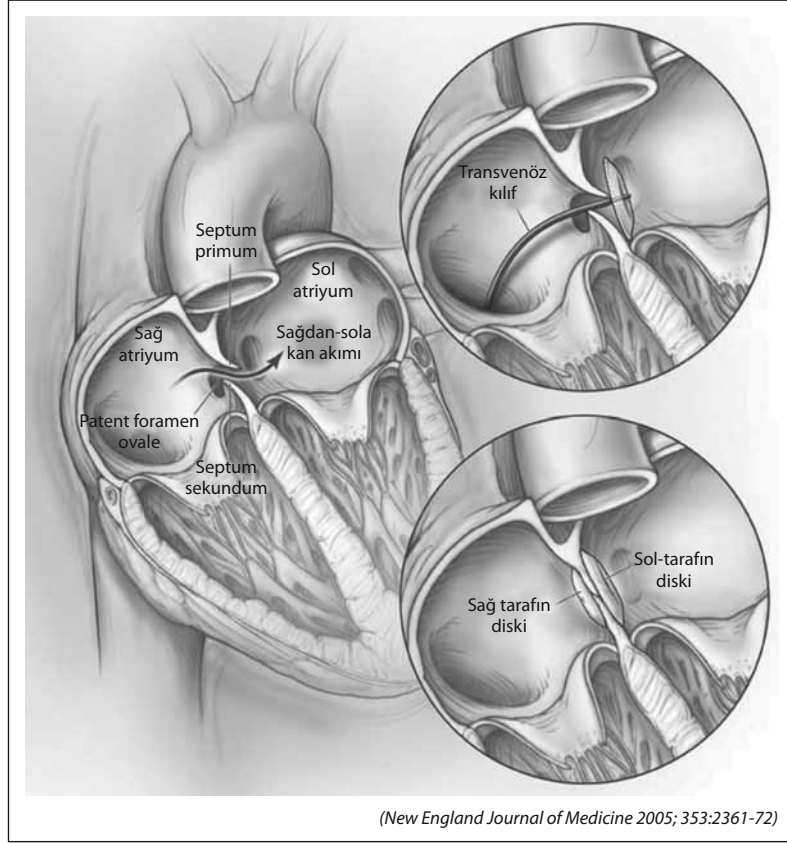
- Ekokardiyografik veya balon boyutlandırma sonrası cihaz büyüklüğüne karar verildikten sonra cihaz taşıyıcı sistem hazırlanır (Şekil 28, Şekil 29, Şekil 30). Taşıyıcı sistem uzun taşıyıcı kılıf, dilatör, taşıyıcı telden oluşur, seçilen cihaz büyüklüğüne uygun taşıyıcı kılıf ve dilatörü heparinli serum fizyolojik ile yıkanır ve dilatör taşıyıcı kılıf içine sokulur, ucu sol üst pulmoner vende bulunan süper sert tel üzerinden kasıktaki intraducer sheath çıkarılır, yerine dilatör takılı uzun taşıyıcı sheath yerleştirilerek süper sert tel sabit kalacak şekilde dikkatlice sol üst pulmoner ven ağzına kadar ilerlenir, bu esnada sisteme hava girmemesine azami dikkat edilmelidir.
- Seçilen ASD kapatma cihazı heparinli serum fizyolojik dolu bir kaba açılır, taşıyıcı tel yükleyici kateter arkasındaki hemostaz valviden sokularak yükleyici kateterin ucundan çıkarılır, kapatma cihazı taşıyıcı tel distal ucundaki vidalama bölümüne saat yönünde çevrilerek sağlamca oturana kadar vidalanır.
- Saat yönünde vidalama sonuna gelindiğinde cihazın serbest bırakılmasını kolaylaştırmak için çok hafif sekizde bir turluk saat yönünün ters yönüne çevrilir, bu esnada bir tık sesi alınacaktır. Cihaz ve yükleyici kateterin ucu heparinli serum fizyolojik içine sokulur ve yükleyici kateter sabit tutulurken taşıyıcı tel arkasından çekilerek sıvı içerisinde cihaz yükleyici kateter içine alınır.
- Kapama cihazının ucunun yükleyici kateterin tam ucunda olması sağlanır. Yükleyici kateter ucu sıvı içinde iken yan musluğundan serum fizyolojik ile yıkanarak içerde hava kalmaması sağlanır.



(JACC 1998;31:1110-6)

**ŞEKİL 29.** Teslimat kablosu ve sağ atriyal pim ile cihazın sabitce bağlanması ve görünen ince teslimat kablosunun gevşemesi ile vidalanır.

Not: Görünür iplik (ok). **(Solda)**- cihaz ve parçaları. **A**-(Solda)- Amplatzer cihazının teslimat-kablosu (ok başı). Vertikal oklar; cihazın salınımına yardımcı olan plastik yardımcıyı göstermektedir (vidası açılan). **B**-Adaptör tüp (ok başları), cihazı teslimat-tüpüne sokmak için kullanılır. **(Sağda)**- Teslimat taslağı ve sağ atriyal pim ile cihazın sabitce bağlanması ve görünen ince teslimat kablosunu cihazın gevşemesi ile vidalanır. Not: Görünür iplik (beyaz ok).

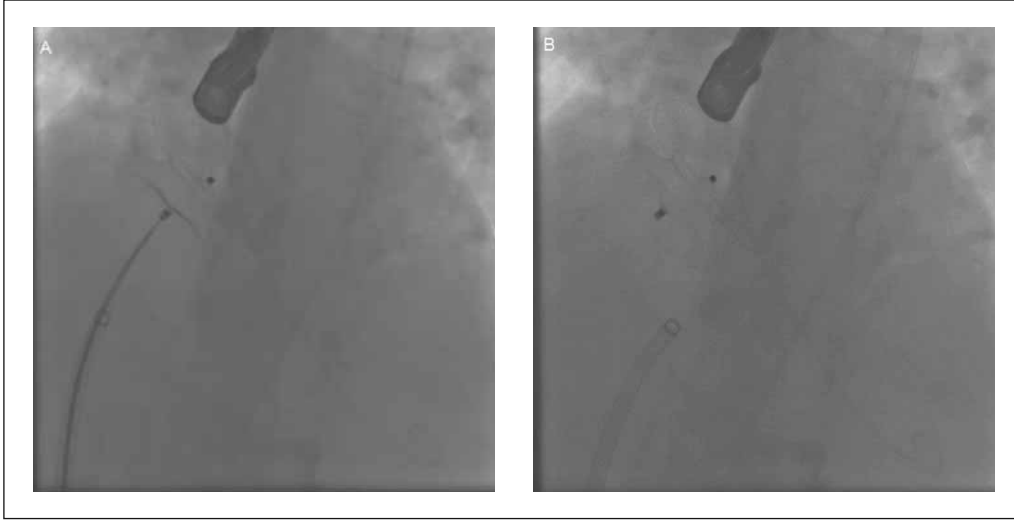


**ŞEKİL 30.** A3 aşamalı ASD kapatma işlemi: 1) delikten sol atriya geçiş; 2) sol atriyal kapağın serbestleşip, septal deliğin sol atriya yüzüne oturması; 3) kateterin sağ atriya çekilip sağ atriyal kapağın serbestleştirilmesi ve deliğin sağ atriyal yüzüne oturtulup her iki kapağın birbirine bağlanması.

- Sol üst pulmoner ven ağzında yerleştirilmiş olan taşıyıcı kateter içindeki dilatör taşıyıcı kateter sabit tutularak birkaç cm geri çekilir, sonra 0.35 süper sert tel geri alınarak dilatör ve tel dikkatlice dışarı çıkarılır. Bu işlem esnasında sisteme hava girmemesine dikkat edilir, taşıyıcı kateterin arkası aşağıda tutulur ve serbest kanaması sağlanmalıdır.
- Yükleyiciye yüklenmiş olan cihazla birlikte alınır yükleyici yan musluğundan sürekli yıkanırken uzun taşıyıcı kateter arkasındaki hemostaz valv varsa valvden yükleyicinin ucu sokulup taşıyıcı kılıf sabit tutularak yükleyici kılıf taşıyıcı kılıf içerisine ilerletilir, taşıyıcı kılıf arkasında hemostaz kapağı yoksa yükleyici kılıf yan musluğundan sürekli yıkanırken, taşıyıcı kılıfın arkası hasta seviyesinin olabildiğince altında tutularak kanatılarak iki kılıfın uc uca getirilmesi ve yükleyici kılıfın taşıyıcı kılıfa sokulması sağlanır. Yükleyici kılıf taşıyıcı kılıfa sokulduktan sonra bir elle kılıflar sabit tutulur iken diğer elle taşıma teli

ileri itilerek cihazın taşıyıcı kılıf içinde girmesi sağlanır, cihaz taşıyıcı kılıfa yüklendikten sonra yükleyici kılıf geri alınıp çıkarılır. Taşıyıcı kılıf sabit tutularak taşıyıcı tel itilerek cihazın yukarı doğru ilerlemesi sağlanır. Bu esnada taşıyıcı tele asla rotasyon hareketi yaptırılmamalıdır ve skopi ile cihaz ilerleyişi ve sistemde hava olup olmadığı kontrol edilmelidir. Herhangi bir dirençle karşılaşıldığında zorlanma yapılmamalı skopi ile kılıf kontrol edilmelidir.

- Cihaz taşıyıcı kılıfın tam ucuna kadar geldiğinde kılıf ve tüm sistem hafifçe geri alınıp kılıfın ucu sol atriyal boşluğa düşülür, bu pozisyonda iken taşıyıcı tel sabit tutulur iken kılıf üzerinden yavaşça geri çekilir, bu esnada skopide cihazın sol diskinin açıldığı görülür. Sol disk serbest bir şekilde açıldıktan sonra tüm sistem yavaşça geri çekilerek atriyal septuma dayanılır, bu esnada ekokardiyografi ile cihazın septuma paralel gelip gelmediği kontrol edilir, septuma paralel yerleşme sağlandıktan ve sol diskin eteklerinin sağa geçmediğinden emin olunduktan sonra yine tel sabit tutularak kılıf biraz daha geri alınır ve cihazın boyun kısmı açılır ve kılıf biraz daha geri alınarak sağ disk açılır. Tel sabit tutularak kılıf vena cava inferior ağzına kadar geri çekilir, kılıfsız tel daha mobil hale gelir ve bu telin cihaza daha dik durabilmesine ve de cihazın tel çekmesine bağlı torsiyonunu kaldırmaya yarar. Her iki disk açıldığında cihazın her iki diski arasında atriyal rimlerin kaldığı sandviç görüntüsü oluşur. Ekokardiyografi ile tüm pozisyonlarda rimlerin iki disk arasında olup olmadığı, cihaz kenarlarından herhangi bir şant kalıp kalmadığı kontrol edilir, Bu esnada henüz cihaz serbestlenmeden bir miktar santral-den şant gözlenmesi normaldir. Cihazın uygun yerleştiğine, rimlerin anterior, superior posterior, inferior rimlerin tamamen cihazın diskleri arasında emin olunduktan sonra “Minnesota manevrası” yapılır. Kılıf sabit iken taşıyıcı tel hafif ileri geri itilip çekilerek hareket ettirilir, cihazın sabit olup olmadığı kontrol edilir. Minnesota manevrası sonrası ekokardiyografik ve floroskopik kontrol tekrar yapılır, cihazın uygun yerleştirildiğinden emin olununca cihaz bırakılabilir. Cihazı serbest bırakmak için taşıyıcı telin üzerine bırakma menteşesi yerleştirilir ve skopi altında izlerken bırakma menteşesi saat yönünün ters yönüne çevrilerek cihaz telden serbestlenir. Şekil 31’de cihazın bırakılmadan hemen önce ve bırakıldıktan sonraki cine görüntüsü görülmektedir. Tel serbest kalınca geri çekilerek taşıyıcı kılıfın içine alınır. Cihaz taşıyıcı telden ayrıldığında tam şeklini alır, sandviç biçiminde septumda kalır, ekokardiyografik olarak tekrar kontroller yapılır ve taşıma teli ve taşıyıcı kılıf çekilerek işleme son verilir. Şekil 32 cihaz bırakıldıktan sonra TEE’de aortik kısa aks, bikaval ve 4 boşluk görüntüde cihazın yerleşimi görülmektedir.
- Kapatma cihazının sol diski sol atriyumda açıldıktan sonra tüm sistemin geri alınarak septuma paralel dayandırılması her zaman mümkün olmayabilir, cihaz septuma dik veya açılı gelebilir ve cihazın sol diski sağ atriyuma sarkabilir. Bu özellikle geniş ASD’lerde rimler de yetersizse (<5 mm) daha sık karşımıza çıkmaktadır. Bu durumda cihazın septuma ve defekte paralel gelmesini sağlayacak bazı teknikler mevcuttur. Bu teknikler:
  1. Sağ üst pulmoner ven tekniği: Taşıyıcı kılıf sağ üst pulmoner ven ağzına konur, sol disk orada açılarak yavaşça sistem geri alındığında sol disk atriyal septuma paralel gelebilir, tel sabit tutulup kılıf geri alınarak bel ve sağ atriyum diski de açılır.
  2. Hausdorf kılıfı kullanmak: Özel dizayn edilmiş uzun taşıyıcı kılıftır, distal ucunda iki posterior curve vardır. Bu eğimli uç cihazın sol diski açıldıktan sonra daha iyi maniplas-

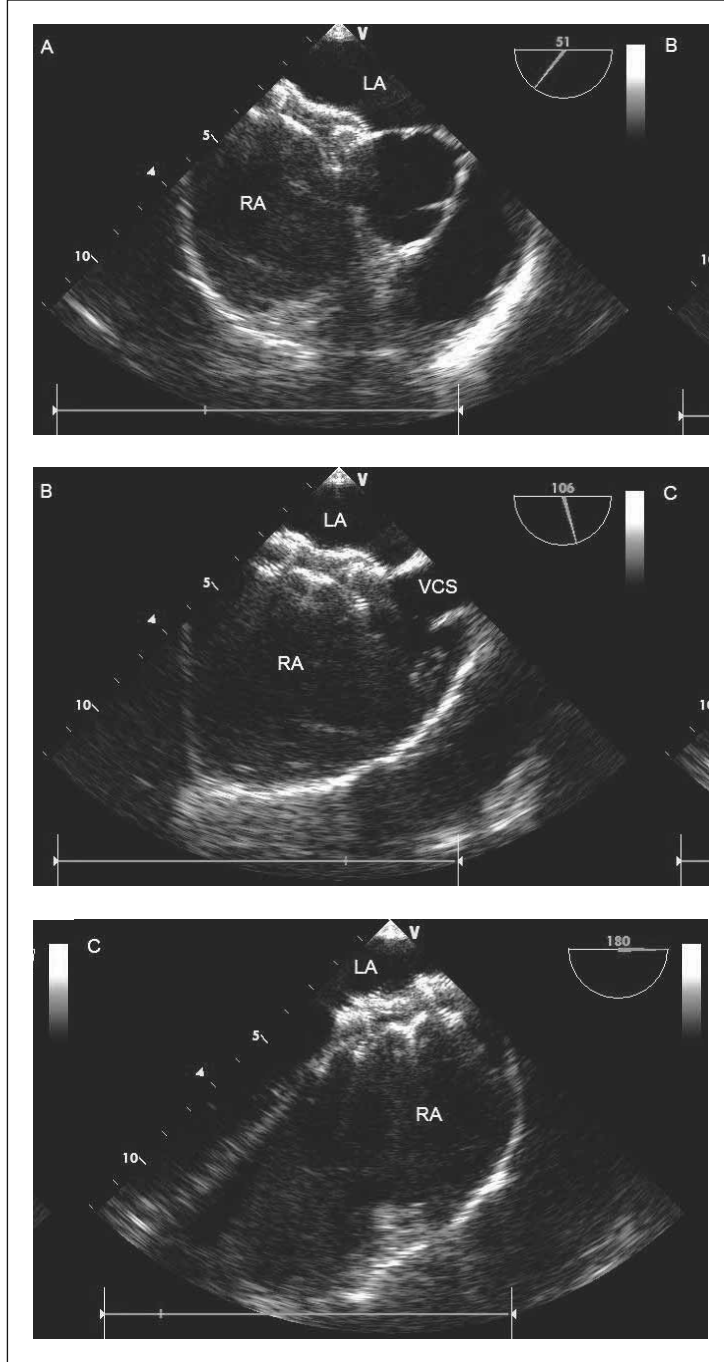


**ŞEKİL 31.** Cihazın bırakılmadan hemen önce (A) ve bırakıldıktan sonraki (B) sine görüntüsü.

yon ile septuma paralel geri alınmasına olanak verir. İlk denemede cihaz septuma paralel gelmedi ise kılıfın saat yönünün tersine rotasyonu kateter ucunu arkaya doğru çevirir ve sol diskin septuma paralel gelmesini sağlayabilir.

3. Sol üst pulmoner ven tekniği: Bu teknikte cihazın sol diski sol üst pulmoner vende açılır, bel bölümü ve sağ diskin açılımı Amerikan futbol topu görünümü verecek şekilde hafifçe çekerek açılmaya devam edilirken sağ atriyal disk açıldığında pulmoner vendeki sol disk pulmoner venden kurtularak septuma paralel oturur.
4. Yardımcı dilatör tekniği (**Wahab tekniği**): Sol disk açıldıktan sonra uzun kılıfın dilatörü defekten geçirilip sol atriyum eteklerinin sağa prolebe olmasını engellemede kullanılır, sağ diskte sağ atriyal yüzde açıldıktan sonra yardımcı dilatör yavaşça geri çekilir.
5. Yardımcı dilatör tekniğine benzer şekilde sol disk eteğinin sağa prolapsusunu önlemek için balon kateter kullanılır.
6. Sağ Judkins koroner kılavuz kateter tekniği: 16 mm'den küçük cihazlarda kullanılabilen bir yöntemdir, normal uzun kılıf ile septuma paralel düşülemediyse 8 F sağ koroner Judkins kateter taşıyıcı kılıf olarak kullanılır, ucundaki eğim cihaz manipülasyonuna olanak verir.<sup>8</sup>

Yeni geliştirilen *Occlutech Figulla II* kapatma cihazında cihaz taşıyıcı tele vidalama ile değil cihazın sağ atriyal diski ortasında adaptör bilyenin taşıyıcı telin ucundaki mekanizma ile kavranarak tutturulmaktadır. Bu bağlantı şekli cihaza taşıyıcı tel üzerinde 50 derecelik açı ile hareket olanağı vermektedir, bu da sol diskin septuma paralel oturtulmasını kolaylaştırıcı bir faktördür.



**ŞEKİL 32.** Cihaz bırakıldıktan sonra yapılan transözefajiyal ekokardiyografi’de aortik kısa aks (A), bikaval (B) ve 4 boşluk görüntüde (C) cihaz görülmektedir.

İşlem sonrası heparinin nötralizasyonu yapılmamalıdır, ASD cihaz kapatılmasından sonra en az 6 ay süre ile antiplatelet tedavi (aspirin 100 mg) gereklidir. Hastalara cihaz tam endotelize olana kadar altı ay süre ile infektif endokardit profilaksisi yapılmalıdır. İşlem sonrası bir gece hastalar gözlemde tutulur, 24. saatte ekokardiyografik kontrol yapılır, cihaz yerinde perikardiyal effüzyon yok ise hasta taburcu edilebilir.

ASD kapatma işlemi sonrası hasta takibinde; klinik değerlendirme, göğüs ağrısı ve aritmiler yönünden çarpıntının sorgulanması, embolik olayların sorgulanması, elektrokardiyografik değerlendirme, ekokardiyografik kontrol cihazın yerinin, pozisyonun, residual şantın, cihaz üzerinde trombüsün veya perikard effüzyonunun olup olmadığının kontrolü yapılır. Ekokardiyografik rutin değerlendirme işlem sonrası 24. saatte, 1. ayda 6. ayda 1. yılda ve sonrasında periyodik olarak yapılmalıdır.

ASD kapatma işlemi sonrası ilk altı ayda sağ ventrikül boyutlarının küçüldüğü, sol ventrikül çapının arttığı, pulmoner basınçta azalma olduğu, efor kapasitesinin arttığı, NYHA sınıfın azaldığı, atriyal aritmilerin azaldığı saptanmıştır. Kapatma işlemi sonrası gelişen bu olumlu remodelingin hastanın yaşından bağımsız tüm yaş gruplarında ortaya çıktığı sadece yaşlılarda işlem sonrası atriyal fibrilasyon gelişme olasılığının gençlere göre daha fazla olduğu gösterilmiştir. Dolayısı ile hemodinamik olarak önemli şanti olan ve kapatma işlemine uygun olan (yeterli rim varlığı, cerrahi endikasyon için ilave defekt yokluğu) ASD'ler tüm yaş gruplarında kapatılmalıdır.<sup>9</sup>

### **Komplikasyonlar:**

Girişimsel işleme bağlı vasküler giriş yeri komplikasyonları yanında ASD kapatma işlemine bağlı spesifik komplikasyonlar da oluşabilir. Komplikasyonların çoğu işlem esnasında ve işlem sonrası erken dönemde görülür.

#### ***Vasküler giriş yeri komplikasyonu:***

Hematom gelişmesi, iliak ven diseksiyonu, derin venöz tromboz gelişimi, femoral arter dallarından birinden geçerek venin kanüle edilmesine bağlı arteriyovenöz fistül gelişimi, retroperitoneal hematom gelişimi olabilir.

#### ***İşleme bağlı komplikasyonlar:***

Hava embolisi, cihaz embolizasyonu, aritmiler, perikart tamponatı ve ani ölüm, cihaz erozyonu, cihaz üzerinde trombüs oluşumudur.

#### ***Vasküler giriş yeri komplikasyonları:***

Femoral venin uygun ponksiyonu, arteri delmeden venöz ponksiyon, mümkün olan en küçük kılıfların kullanılması, işlem sonrası iyi tamponizasyon ile minuma indirilebilir.

Hava embolisi çok nadir bir komplikasyondur, işlem sırasında anlatıldığı üzere taşıyıcı kılıf yerleştirilmesi, yükleyici kılıf- taşıyıcı kılıf bağlantısı esnasında çok dikkatli olunması kılıfların sürekli heparinli serum fizyolojikle yıkanması ile önlenabilir.

Cihaz embolizasyonu cihazın uygun yerleştirilmemesine bağlı işlem esnasında veya işlem sonrası erken dönemde olur ancak geç dönemde aşırı yoğun egzersiz sonrası cihaz embolisi olguları da rapor edilmiştir. Bu geç dönem embolilerde cihazın yeterince endotelize olduğunun

görülmesi sadece endotelizasyonun emboliyi önleme için yeterli olmadığını ilk yerleştirmedeki cihazın yeterli tutunma desteğinin olmasının emboliye karşı en önemli koruyucu faktör olduğunu göstermektedir. Cihaz embolisi riskini minimuma indirmek için cihazı bırakmadan tüm rimlerin cihaz diskleri arasında olduğundan emin olunmalıdır. Büyük cihaz gerektiren geniş defektler, rimlerin yetersiz olması özellikle de inferior rim yetersizliği septumun çok ince mobil ve floppy oluşu embolizasyon riskini artırıcı faktörlerdir. Emboli genelde sağ sisteme ve pulmoner artere olur. Cihaz embolisi durumunda öncelikle cihaz boyutuna göre en az 2 frenc daha geniş bir taşıyıcı kılıf ile girilip snare ile cihazın yakalanıp geri alınmasına çalışılır, mümkün olmayan vakalarda cerrahi ile cihazın çıkarılması ve ASD'nin kapatılması düşünülmelidir.

Cihaz trombozu ender görülen bir komplikasyondur, endotelizasyon tamamlanmadığı dönemde cihaz üzerinde ekokardiyografik kontrollerde saptanır, atriyal fibrilasyonu ve persistan septal anevrizması olan hastalarda daha sık görülür. Önlenmesinde antiplatelet tedaviye warfarin eklenmesi etkin bulunmamıştır, bilakis warfarin kullanımı cihaz ortasındaki polyester materyalin trombozu ve iyileşmesini inhibe ederek rezidual şant riskini artırmıştır. Aspirine ilaveten klopidoğrelın kullanılması cihaz trombozu riskini azaltmaktadır. Cihaz trombozu gelişen kişilerde protrombotik bir hastalığın olup olmadığı araştırılmalıdır. Cihaz üzeri trombüs saptanan olgularda cerrahi tedavi bir seçenek olmakla birlikte 4-6 haftalık yoğun antikoagulan tedavi ile trombüslerin %85 inde erime saptandığı da bildirilmiştir.

Aritmiler; perkütan ASD kapatma işlemi sonrası %13 olguda atriyal aritmiler görülür, işlem esnasında veya hemen sonrasında atriyal ekstrasistoller, supraventriküler aritmiler olabilir ve beta bloker ile tedavi edilebilirler. Değişik derecede atriyoventriküler bloklar görülebilir, özellikle geniş ASD'lerde büyük cihaz kullanımı sonrası daha sıktır. İkinci ve 3. derece atriyoventriküler blok %4'den az görülür. Atriyoventriküler bloklar genelde geçicidir ve hemodinamik bozulma ve kalıcı pil ihtiyacı düşüktür. Aşırı büyük cihaz seçiminden kaçınarak risk minimize edilebilir.

Cihaz erozyonu: Oldukça katastrofik bir komplikasyondur. Nefes darlığı, göğüs ağrısı, perikardiyal effüzyon, hemodinamik kollaps ve ani ölümle kendini gösterebilir. Cihaz kenarlarının hareketli komşu kardiyak dokular veya aorta duvarındaki basısına bağlı gelişir. Atriyumlar ve aorta en sık perforasyon gelişim yeridir. Hemoperikardiyum ve perikart tamponadı, aort duvarındaki cihaz erozyonu sonucu sol atriyum-aorta fistülü gelişebilir. Gereğinden büyük cihaz seçilmesi ve aortik rim yetersizliği ana predispoze faktörlerdendir. O nedenle gerilmiş balon çapı+2 mm'den daha büyük cihaz seçiminden kaçınılmalıdır. Cihaz takılmasının ilk günlerinde olabildiği gibi (%20) çok geç dönemde de ortaya çıkabilir. O nedenle cihaz takılan hastaların semptomlar yönünden ve ekokardiyografik olarak periyodik takibi gereklidir. Erozyon veya perforasyon veya fistül saptandığında tedavisi acil cerrahidir.<sup>10</sup>

### Kaynaklar

1. Warnes CA, Williams RG, Bashore TM, et al. ACC/AHA 2008 guidelines for the management of adults with congenital heart disease. *Circulation* 2008;118:e714-e833.
2. Moake L, Romaciotti C. Atrial septal defect treatment options. *AACN Clinical Issues* 2005;16(2):252-66.

3. Baumgartner H, Bonhoeffer P, De Groot NMS, et al. ESC guidelines for the management of grown-up congenital heart disease. *Eur heart J* 2010;31:2915-57.
4. Vijarnson C, Durongpisitkul K, Chanthong P, et al. Transcatheter closure of atrial septal defects in children, middle-aged adults, and adults: failure rates, early complications; and balon sizing effects. *Cardiol Res Pract.* 2012;2012:584236.
5. Transcatheter atrial septal defect (ASD) occlusion. In. Mullins CE. *Cardiac catheterization in congenital heart disease: pediatric and adult.* Massachusetts: Blackwell Futura; 2006, pp.728-79.
6. ASD device closure. In. Bergersen L, Foerster S, Marshall AC, Meadows J. eds. *Congenital heart dise. The catheterization manual.* Springer; 2009, pp.115-8.
7. Çelikel A. Atriyal septal defektlerin transkateter yöntemlerle kapatılması. In. Çeliker A ed. *Konjenital kalp hastalıklarında girişimsel tanı ve tedavi* Ankara: Ekrem Tıbbi Yayıncılık; 2008,pp.210-23.
8. Fu Y-C, Cao Q-L, Hijazi ZM. Device closure of large atrial septal defects: technical considerations. *J Cardiovasc Med* 2007;8:30-3.
9. Vijarnsorn C, Durongpisitkul K, Chanthong P, et al. Beneficial effects of transcatheter closure of atrial septal defects not only in young adults..*J Interv Cardiol.* 2012 ;25(4):382-90.
10. Collins NJ, Horlick EM. Atrial septal defect device closure. In. Hijazi ZM, Feldman T, Cheatham JP, Sievert H. *Complications during percutaneous interventions for congenital and structural heart disease.* Informa Healthcare 2009;pp.207-18.





### 3.3. HİPERTROFİK OBSTRÜKTİF KARDİYOMYOPATİDE SEPTAL ARTER ABLASYONU

Doç. Dr. Tuğrul Okay

Hipertrofik obstrüktif kardiyomyopati (HOKM) asimetrik septum hipertrofisine bağlı olarak sol ventrikül çıkış yolunda dinamik obstrüksiyonla karakterize bir hastalıktır. Bu hastalıkta sıklıkla sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarında bozulma, ve değişik derecelerde mitral yetersizliği görülür. Olgular asemptomatik olabilir ya da angina, nefes darlığı veya senkop atakları tanımlayabilirler veya ilk belirtileri ani ölüm olabilmektedir.

HOKM, gerek morfolojik özellikleri, gerekse doğal seyri bakımından oldukça heterojen bir hastalıktır (1).

İdiopatik hipertrofik kardiyomyopatinin çok daha sık olarak rastlanan bir diğer formu da obstrüksiyonsuz (nonobstrüktif tip) olan şeklidir. Obstrüksiyonsuz olan formu konsantrik bir kalınlaşma ile seyredebilse de, sadece septuma veya sadece apikal bölgeye kısıtlı da olabilmektedir (Şekil 33).

HOKM’da çıkış yolu obstrüksiyonunu azaltmak amacı ile, negatif inotropik ilaçlar, ilaca cevapsız olgularda cerrahi olarak miyektomi yapılmasının yanı sıra son yıllarda obstrüksiyona neden olan septal segmenti besleyen koroner arterin alkol ile tıkanarak septumda nekroz oluşturulması uygulamaları yapılmaktadır. 20 yıl kadar önce bir süre popüler olan DDD pace maker takılmasının septumun eksitasyon zamanını değiştirmesi, atriyal kontraksiyon zamanlamasını da optimize etmesi ile semptomları kontrol altına alabileceği ifade edilmekte idi. Bu yöntemin çok da etkili olmadığı anlaşıldıktan sonra pek sık uygulanan bir yöntem olmaktan çıktığını söylemek gerekir (2).

ACC/AHA kılavuzlarında da HOKM’da kalıcı kalp pili takılma endikasyonu medikal tedaviye yanıtız semptomlu olgularda sınıf IIb (etkinliği/kullanılabilirliği yönünde eldeki kanıtların yeterli olmaması durumu), medikal tedavi ile asemptomatik olgularda ise sınıf III (eldeki kanıtların ve/veya ortak kanaatin bu girişimin etkin olmadığı ve hatta bazı olgularda zararlı olabileceği durumu) olarak kabul edilmektedir (3).

Negatif inotropik ilaçlara rağmen semptomların süre geldiği olgularda, alkol ile septal arterin tıkanarak septumun inceltilmesine yönelik girişime ait ilk olgular 1995 yılında yayınlanmıştır (4). Bunu takiben Almanya’dan büyük serilere ait umut verici sonuçlar bildi-

rilmiştir (5-8). Ülkemizde de 1997 yılından beri ciddi semptomlu olgularda septal arterin alkol ile tıkanarak daralmaya neden olan adele kitlesinin azaltılmasına yönelik bu girişim yapılmaktadır (9, 11).

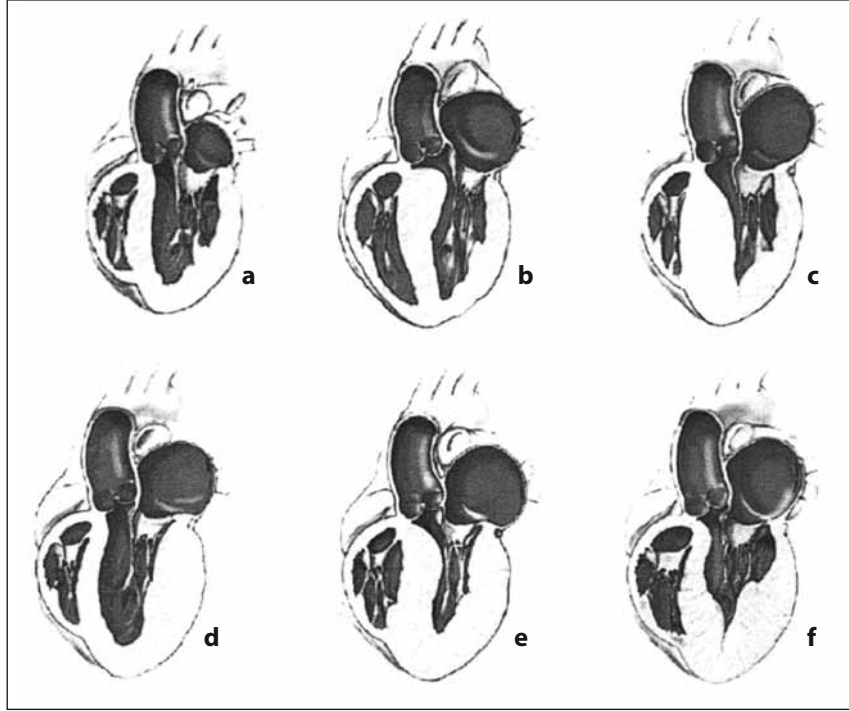
## İŞLEM VE TEKNİK PRENSİPLERİ

Önceden veya girişim ile aynı seansta yapılan koroner anjiyografi ile değişik açılardan septal arterlerin görüntülenmesi yapılır. Bazal septumu besleyen proksimal septal arterler ince çok sayıda olabildiği gibi, daha kalın fakat bir veya iki adette olabilmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta sanıldığı gibi çok kalın görülen proksimal septal arterlerin genellikle kalınlaşmış bazal septumu beslemedikleridir. Çok ince görülen septal arterlerin, aslında kalınlaşmış septum içinde sıkışmaya uğradıklarından dolayı ince görüntüsü verdikleri, adalenin alkol ile nekroze olması ile sıkışmadan kurtulan damarın gerçek çapının görülmesi ile ortaya çıkmaktadır.

- İşlem esnasında gelişebilecek tam blok olasılığına karşı, sağ ventrikül apeksine geçici pace maker teli konur. Bu pace maker telinin uzun süre kalabileceği hesaplanarak subklavya veya juguler ven yolu ile konmasında fayda vardır.
- İkinci bir yan delikli ucu açık kateter ile diğer femoral arterden girilerek sol ventrikül-aort basınç kaydı alınır ve bu sürekli olarak izlenir. İyi bir kılavuz kateter desteği sağlandıktan sonra, önceden çifte kıvrım verilerek septal arter içine sevk edilen 0.014" kılavuz tel üzerinden yollanan 1,5 mm, 2,0 mm veya 2,5 mm'lik koaksiyal balon kateter septal arter içinde kalacak şekilde 5-9 atm basınçla şişirildikten sonra kılavuz tel dışarı alınır.

Balon kateter içinden 0,5-2 ml kadar ekokontrast madde (galaktoz veya benzeri madde, bulunamaz ise radyokontrast) septal arter içine enjekte edilirken sürekli iki boyutlu ekokardiyografi ile kayıt alınır ve bu arterin bazal septumun obstruksiyon yapan bölgesini besleyip beslemediği kontrol edilir (Şekil 34).

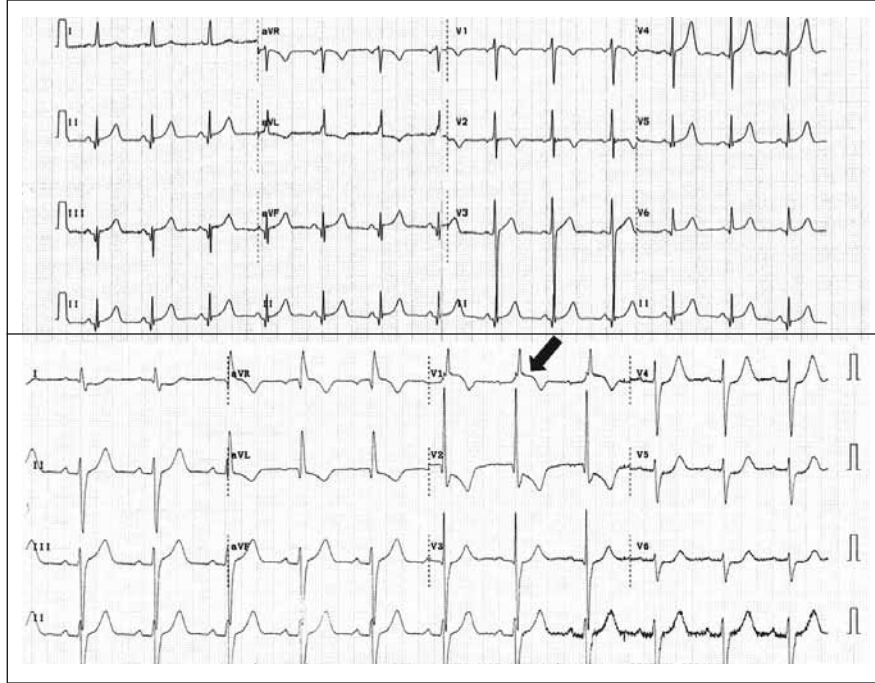
Eğer opak tutulması istenen bölgede olmuyor ise, bu septal arterden çıkılarak başka septal aranmaya başlanır. Doğru damarın bulunduğu saptanınca İV Midazolam 3-7 mgr ile sedasyon sağlandıktan sonra 2-6 cc %96'lık alkol septal arter içine enjekte edilir. Midazolam anestezisi etkili olana kadar alkol vermeye başlanmamalıdır. Tam uyku hali olmasa da konuşmanın ağırlaşması da yeterli olmaktadır. Alkol enjeksiyonu esnasında tercihen 12 derivasyonlu EKG izlenir ve uygunsuz derivasyonlarda (V1-V2 hariç diğerleri) ST elevasyonları olup olmadığı kontrol edilir, aksi takdirde hemen alkol enjeksiyonu durdurulur. Sol ventrikül çıkış yolunda basınç farkında azalma olmadığı takdirde benzer işlem diğer septal arter için de uygulanır. Balon şişirilmiş durumda 5-10 dakika tutulduktan sonra, indirilerek anjiyografik olarak damarın tıkanıldığı kontrol edilir. Alkol sonrası balon kateter serum fizyolojik ile yıkanır, bu şekilde yollarda alkol kalıntısı kalmamış olur. Sağ ventriküle yerleştirilen geçici pacemaker teli tam blok atakları olmadığı takdirde en erken bir iki gün sonra çekilir. İşlemden hemen sonra tam blok gelişmemiş olması geçici pace maker telinin çekilmesi için bir neden olmamalıdır; geç tam blok olabileceği unutulmamalıdır. Serviste tercihen telemetre ile izlenmelidir.



**ŞEKİL 33.** Değişik hipertrofik kardiyomyopati formları. (a) normal, (b) bazal septumun daha belirgin olarak kalınlaştığı form, (c) septumun bütünüyle kalınlaştığı form, (d) bazal septumdan ziyade lateral duvarın kalınlaştığı form, (e) konsantrik olarak kalınlaşmanın olduğu form, (f) apikal bölgenin kalınlaşmasının olduğu form. Bunlardan en çok bu formu alkol ablasyonundan fayda görür.

## Sonuçlar

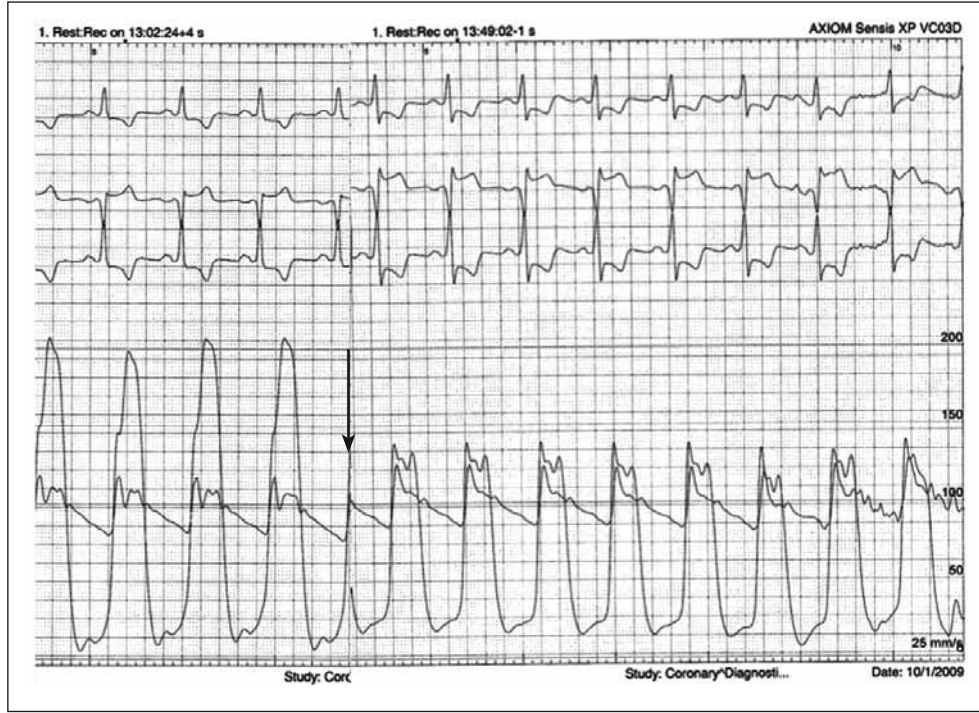
İşlem esnasında sol ventrikül – aort basınç farkında azalma olan olguların tamamında birinci aydan itibaren daha belirgin olmak üzere septum kalınlığında ve semptomlarında azalma olmaktadır. İşlem esnasında basınç farkı büyük ölçüde kaybolan ve dinlemekle sistolik üfürümde belirgin olarak azalma elde edilen olguların büyük çoğunluğunda ikinci günden itibaren sistolik üfürüm şiddetlenmektedir. Birinci haftadan itibaren azalan bu şiddetlenmenin kesin nedeni belli değil ise de, infarktli bölgenin ödemi, veya sağlam bölgenin hiperkontraktilitesine bağlı olma olasılığı vardır. Hastalar, semptomlarında özellikle ilk haftadan itibaren başlayan ve ikinci ayda en üst noktaya ulaşan bir azalma hissetmektedirler. Kendi serimizin %80'inde iki sınıf gerileme olduğu gözlemlendi. Teknik nedenlerle (bazal septumu besleyen damarın bulunamaması veya girilememesi) başarı sağlanamaması düşük oranda olmaktadır.



**ŞEKİL 35.** Alkol enjeksiyonu öncesi çekilen EKG (üst), ile alkol enjeksiyonu sonrası çekilen EKG (alt). Özellikle V1 de ST elevasyonu ile beraber R dalga yüksekliği görülmektedir.

**EKG değişiklikleri:** Alkol enjeksiyonundan hemen sonra olguların çoğunda V1’de rSR’ paterni ile birlikte V1’de bazen de V2’de ST elevasyonları olmaktadır (Şekil 35). Daha seyrek olarak da sol dal bloku paterni izlenebilmektedir. Sağ dal bloku olguların çoğunda kaybolmaktadır. Olguların hepsinde ST elevasyonları 4-6 saat içinde izoelektrik hatta inmektedir. İnfarktüsün yaygınlığının saptanması açısından işlem sonrası CPK- MB zirve değeri takip edilir. Ortalama 200-300 U/L değerler elde edilmekte ise de yine de bu değer, verilen alkol miktarı ile ilişkilidir. İlk olgularımızda hasarın genişliğini saptamak için yaptığımız Tc-99m SPECT ölçümlerinde sol ventrikül miyokardının ortalama %6 kadarının nekroze olduğu gözleniyordu.

**Ekokardiyografik takipler:** Septum kalınlığı işlem sonrası ortalama 0,4-0,7 cm kadar incelmektedir. İncelme miktarı kullanılan alkol miktarı ile yakından ilgili olup bazı olgularda 1,2 cm’ye kadar olabilmektedir. Bu incelme genellikle üçüncü aya kadar tamamlanmakta, tabiken incelme durmaktadır. Başarılı olguların tümünde mitral kapağın sistolik öne hareketi kaybolmaktadır. Basınç farkındaki azalma ortalama %70 kadar olmakta ise de, seyrek olmayarak hiç basınç farkının kalmadığını da gözlemlemekteyiz (Şekil 36). İşlem öncesi mitral yetersizliği olan olguların büyük kısmında mitral yetersizliği derecesi azalmaktadır. Bilin-



**ŞEKİL 36.** Alkol enjeksiyonu öncesi ve sonrası sol ventrikül aort basınçlarının üst üste yazdırılması. Görüldüğü gibi alkol öncesi zirve basınç fark 80 mmHg dolaylarında iken alkolden hemen sonra (ok) hemen basınç farkı kaybolmaktadır.

diği gibi HOKM'da mitral yetersizliği değişik nedenlere bağlı olarak meydana gelmektedir. Mitral kapaktaki organik problemlere (ring kalsifikasyonu vb.) bağlı olmayan yetersizlikler, her iki yapraklığın koaptasyon uzunluğu ile ters orantılı, posterior leaflet mobilitesi ile düz orantılı ve anterior ve posterior leaflet uzunluğu ile ilişkili olduğu bilinmektedir (12). Mitral yetersizliği SAM'ın kaybolması ile ilişkili olarak genellikle bir derece azalma göstermektedir. Bu uzun dönem takiplerde sol atriyum çapında az da olsa bir ufalma sağlamaktadır.

### Komplikasyonlar:

**Ritm ve iletim bozuklukları:** Balon kateter septal arter içinde şişirildikten sonra ekontrast madde veya alkol enjeksiyonu esnasında ventrikül fibrilasyonu gelişebilmektedir. Tam blok gelişim olasılığı verilen alkol miktarı ile yakından ilgilidir. Genellikle son zamanlarda alkol miktarını daha düşürmemize bağlı olarak tam blok sıklığı da azalma göstermiştir. Dört ile altı cc alkol kullanılırken bu oran %15 düzeyinde iken, kullanılan alkol miktarı azaldıkça bu oran %8 lere kadar düşmektedir. Takipte genellikle bir ileti bozukluğu kalmaz iken, bazen sağ dal bloku (~%10), bazen ise sol dal bloku (~ %5) kalıcı olabilmektedir.

### İşlem esnasında dikkat edilmesi gereken noktalar

Septal arteri anjiyografik olarak çok ince görerek ufak çaplı balon seçimi beraberinde enjekte edilen alkolün, balonun damarın iyi tıkayamaması nedeni ile LAD içine kaçabilme tehlikesini getirir ki, bu da bu girişimlerde karşılaşılabilecek en büyük komplikasyondur. Alkolün LAD bölgesine taşması ile literatürde ölüm ile sonlanan olgulardan bahsedilmektedir. Balon şişik iken, kateter içinden opak madde verilerek LAD'ye boya kaçıp kaçmadığının kontrol edilmesinde fayda vardır. Kullanılacak balonun 10 mm uzunluğunda olması gerek balonun bir kısmının LAD içinde kalmasına engel olur, gerekse açılı septal dönüşünü kolaylaştırır. Balonun LAD içinde kalan kısmı özellikle LAD'si plaklı olgularda şiddetli spazm ile akımın durmasına neden olabilmektedir. Tüm olgularda balon şişik iken sık sık koroner enjeksiyonları ile LAD akımının rahat olup olmadığı kontrol edilmelidir. Balon kateter ile septal arterin tıkanmasından sonra, alkol verilmeden önce mutlaka ekokontrast madde ile tıkanacak septal arterin uygun yeri besleyip beslemediği, farklı bölgelerin de alkol ile etkilenip etkilenmeyeceğini belirlemek için test edilmelidir. Bunun aksini söyleyen ve basınç farkındaki azalmanın da yeterli olduğunu ileri sürenler var ise de, tecrübelerimize dayanarak bu yaklaşımın daha emniyetli olduğunu söyleyebiliriz. Yine gözlemlerimize dayanarak uygun yeri ararken aynı septal arter içinde uzun süre balon kateteri şişik durumda tutmak kollateralizasyonu zorlayıcı etki yapmaktadır; bu nedenle balon kateterin alkol verene kadar geçen sürede olabildiği kadar kısa sürelerle şişik durumda tutulmasını önermekteyiz.

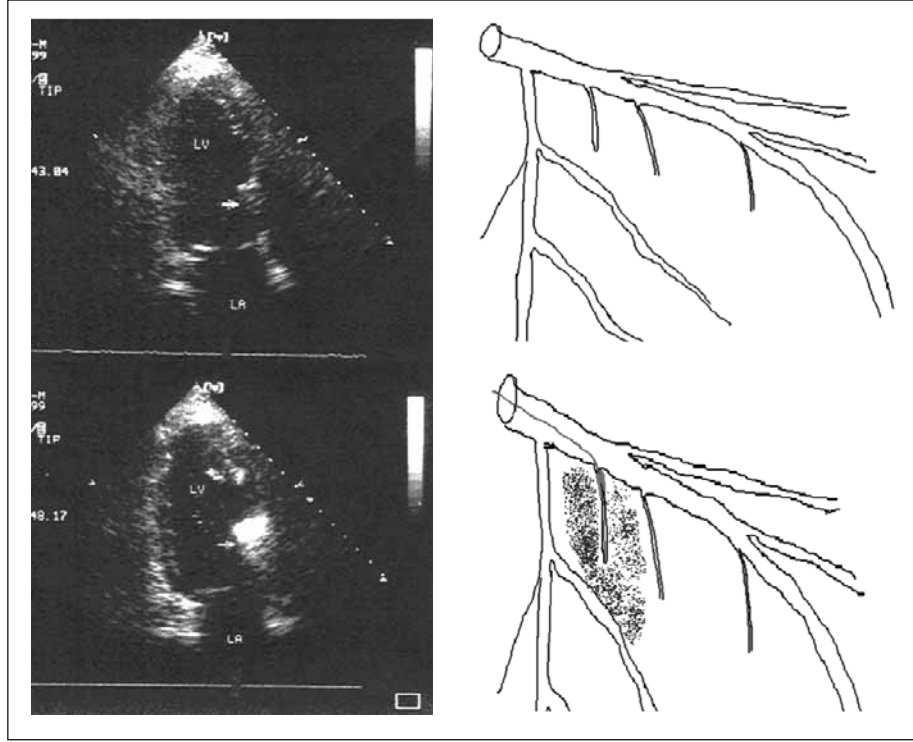
İşlem esnasında imkan var ise 12 derivasyonlu EKG takibinin uzak infarktlara erken tanı koyabilmek açısından önemi vardır. Özellikle inferior derivasyonlarda gözlenecek olan bir ST elevasyonu halinde derhal alkol enjeksiyonunu durdurmak gerekir.

**Olgu seçiminin önemi:** Ekokardiyografinin yaygın olarak kullanılmaya başlanması ile çok sayıda olguda HOKM tanısı konabilmektedir. Özellikle ciddi semptomlu olguların asemptomatik aile bireylerinde sıklıkla hipertrofik kardiyomiopati saptanmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda sol ventrikül çıkış yolunda basınç farkı olmasına rağmen, tamamen asemptomatik olan olguların yaşam sürelerinin normal popülasyondan farklı olmadığı gösterilmiştir (13-15). Bu nedenle girişim için olgu seçerken ciddi semptomları olan olguların saptanması büyük önem taşımaktadır.

Alkol septal ablasyonundan sonra hangi hastalarda daha başarılı sonuçlar alındığının araştırıldığı çalışmada (16), tek değişkenli analizde, işlem öncesi basınç farkının yüksek olması, tek septal artere enjeksiyon yapılması, CK değerinin 1300U/L değerinin üzerinde olması, septumun kontrast alan alanının genişliği ve kateter laboratuvarından çıkarken çıkış yolunda 25 mmHg veya daha fazla basınç farkı kalması anlamlı bulunmuştur. Bu nedenle mümkün olduğu kadar işlem sonrası basınç farkının minimum düzeye indirilmesi için uğraşılması gerekmektedir.

### Hipertrofik kardiyomyopati ile ilgili bilinmesi gereken 10 madde<sup>3</sup>:

1. HKM sık rastlanan (1:500) heterojen, otosomal dominant geçişli bir hastalıktır ve çoğunlukla sarkomerleri tutar. HKM fenotipi son derece değişkendir.



**ŞEKİL 34.** İşlem esnasında yapılan ekokardiografide apikal dört boşluk pozisyonunda, solda üstteki fotoğrafta işaretlenen bazal septumun kontrast madde enjeksiyonu sonrası doğru septal arterde olduğu-muzun işareti olarak boyanması (altta). Sağ tarafta işlemin anjiyografik şematize edilmiş hali yer almak-tadır.

- İlk değerlendirme olarak Transtorasik ekokardiogram yapılması önerilir (Kanıt düzeyi: B). Eğer istirahatte ölçülen anlık sol ventrikül çıkış yolu basınç farkı 50 mmHg veya daha düşük ise o takdirde egzersize bağlı sol ventrikül çıkış yolundaki dinamik obstruksiyonu araştırmak için egzersiz ekokardiogramı yapılması önerilir (Kanıt düzeyi: B).
- AICD takılmasından fayda görebilecek hastaların saptanması açısından, ventriküler aritmilerin yakalanması için 24 saatlik ritm holteri takılması önerilir. Holter takılması her bir veya iki yılda bir tekrarlanır.
- Asemptomatik olgulara beta bloker veya kalsiyum kanal blokeri verilmesinin faydalı olduğu kanıtlanmamıştır (Kanıt düzeyi: C).
- Semptomatik (Angina veya nefes darlığı) olan olgularda ilk seçenek beta blokerlerdir (Kanıt düzeyi: B). Beta bloker kullanımına cevap vermeyen olgularda disopyramide'in tedaviye eklenmesi veya verapamil kullanımı faydalı olabilir.
- Dihidropiridin kalsiyum kanal blokerleri gibi vazodilatörler ve ACE inhibitörleri sol ventrikül çıkış yolunda basınç farkı olanlarda potansiyel olarak zararlıdır.



7. Optimal farmakolojik tedaviye rağmen ciddi nefes darlığı veya göğüs ağrısı olan ve sol ventrikül çıkış yolunda 50 mmHg veya daha fazla basınç farkı olan hastalarda septal hipertrofi ve mitral yaprağın sistolik öne hareketi var ise myektomi düşünülmelidir (Kanıt düzeyi: B). Cerrahi kontrendike ise, alkol septal ablasyonu düşünülebilir (Kanıt düzeyi: B), bununla beraber aşırı septum kalınlığı (>30 mm) olanlarda etkisi kesin değildir (Kanıt düzeyi: C).
8. Kardiyak arrest veya ventriküler fibrilasyon öyküsü, hemodinamik önemi olan ventriküler taşikardisi olan hastalarda AICD takılması tavsiye edilir. (Kanıt düzeyi: B). AICD tedavisi ayrıca, sol ventrikül kalınlığı >30 mm olanlara, bir veya fazla açıklanamayan senkop öyküsü veya birinci derecede yakınında ani ölüm öyküsü olanlara da önerilir (Kanıt düzeyi: B). NSVT'li yüksek riskli hastalara ve egzersiz testinde anormal kan basıncı cevabı olanlar da AICD takılmasından faydalanırlar.
9. HKM hastaları düşük yoğunluklu yarışma sporlarına katılabilirler (Kanıt düzeyi: C). Hastanın yaşı, sol ventrikül çıkış yolu gradiyenti ne olursa olsun veya girişim yapılmış olsa dahi yoğun yarışma sporlarına katılmamalıdır (Kanıt düzeyi: C).
10. Birinci derece yakınlarına, genetik test (Kanıt düzeyi: B) ve Transtorasik ekokardiyogram (12 yaşında başlamak üzere) (Kanıt düzeyi: B) uygundur.

#### Kaynaklar

1. Spirito P., Bellone P., Harris K., Bernabö P., Bruzzi P., Maron B: Magnitude of left ventricular hypertrophy and risk of sudden death in hypertrophic cardiomyopathy. N Engl J Med 2000;342:1778-1785
2. Okay T, Moğolkoç M, Dinçer H, ve ark: Ciddi semptomlu hipertrofik obstruktif kardiyomiyopatide bazal septumda infarktüs oluşturulması kalıcı pacemaker'e göre, orta dönem takiplerde yaşam kalitesini belirgin olarak yükseltiyor. Türk Kardiyol Der Arşiv (abstr) 1999 Ulusal Kardioloji Kongresi
3. Bernard J, Gersh, Barry J, Maron, Robert O, Bonow, et al.: 2011 ACCF/AHA Guideline for the Diagnosis and Treatment of Hypertrophic Cardiomyopathy: A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Developed in Collaboration With the American Association for Thoracic Surgery, American Society of Echocardiography, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons J. Am. Coll. Cardiol., December 13/20, 2011; 58: e212 - e260.
4. Sigwart U: Non-surgical myocardial reduction for hypertrophic obstructive cardiomyopathy. Lancet 1995; 346: 211-4
5. Seggeweiss H, Faber L, Gleichmann U, et al: Acute results of catheter treatment in hypertrophic obstructive cardiomyopathy (abstr). J Am Coll Cardiol 1998;31 Suppl A:182
6. Gietzen FH, Kuhn HJ, Letiner CJ, et al: Acute and long-term results after transcoronary ablation of septum hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy [abstr]. J Am Coll Cardiol 1998;31 Suppl A: 182-83A
7. Seggeweiss H, Faber L, Gleichmann U, et al: Acute results of percutaneous transluminal septal myocardial ablation (PTSMA) in 114 symptomatic patients with hypertrophic obstructive cardiomyopathy [abstr]. Eur Heart J 1998;19 Suppl:238
8. Gietzen FH, Kuhn HJ, Leuner CJ, et al: Transcoronary ablation of septum hypertrophy in hypertrophic obstructive cardiomyopathy: acute and long-term results in the elderly [abstr]. Eur Heart J 1998; 19 Suppl:242
9. Okay T, Moğolkoç M, Dinçer H, İnanır S, Erdoğan I, Maşrapacı Y: Hipertrofik obstruktif kardiyomiyopatide yeni bir tedavi yöntemi: Bazal septumda infarktüs oluşturulması. Türk Kardiyol Der Arşiv 1998; 26: 124-8

10. Okay T., Dinçer H., Moğolkoç M., ve ark.: Hipertrofik obstruktif kardiyomyopatide septal arter oklüzyonu: erken ve orta dönem sonuçları. *Türk Kardioloj Der Arşivi*. 2000;28:94-100
11. Muzaffer Değertekin, Tugrul Okay, Fatih Bayrak, Bülent Mutlu : Septal Ablation for Hypertrophic Cardiomyopathy: to whom, when, and how?
12. Schwammenthal E, Nakatani S, He S: Mechanism of Mitral Regurgitation in Hypertrophic Cardiomyopathy Mismatch of Posterior to Anterior Leaflet Length and Mobility. *Circulation* 1998;98:856
13. Takagi E, Yamakado T, Nakano T: Prognosis of completely asymptomatic adult patients with hypertrophic cardiomyopathy *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 206-11
14. Cannan CR, Reeder GS, Bailey KR, Melton LJ, Gersh BJ: Natural history of hypertrophic cardiomyopathy. A population-based study, 1976 through 1990. *Circulation* 1995; 92:2488-95
15. Maron BJ, Casey SA, Poliac LC, et al: Clinical course of hypertrophic cardiomyopathy, in a Regional United States Cohort. *JAMA* 1999;281:650-5
16. Chang SM, Lakkis NM, Franklin J et al: Predictors of Outcome After Alcohol Septal Ablation Therapy in Patients With Hypertrophic Obstructive Cardiomyopathy. *Circulation*. 2004;109:824-827



### 3.4. KATETER YOLU İLE AORT KAPAK YERLEŞTİRİLMESİ Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)

Prof. Dr. Vedat Aytekin – Doç. Dr. Refik Erdim

#### Giriş

Aort darlığı gelişmiş ölkelerde en sık gözlenen edinsel kalp kapak hastalığıdır. Sıklığı yaşla beraber artış gösterir ve 65 yaşın üzerindeki erişkinlerin %2-7'sini etkiler. Aort darlığının oluşumundaki en önemli sebep kalp kapağındaki yaprakçıkların kalsifikasyonudur. Kalsifik aort darlığı lipid birikimi, inflamasyon, fibrozis ve kalsifikasyon ile karakterize bir hastalıktır. Biküspid aort darlığından farklı olarak genellikle ileri yaştaki (>75 yaş) kişileri etkiler. Kalsifik aort darlığı yavaş ilerleyen bir hastalıktır. Hastalığın başlangıcındaki uzun bir süre boyunca hastalar semptomsuzdur. Başlangıçta sol ventriköl çıkışındaki ilerleyici daralma ve basınç yükü artışı ile başa çıkmak için sol ventrikölde hipertrofi ortaya çıkar. Fakat zamanla sol ventriköl içerisindeki sistolik basıncın artmasına bağılı olarak oksijen tüketiminde artış oluşur. Sonrasında ise miyokard iskemisi ve sol ventriköl fonksiyonlarında azalma ortaya çıkar. Sonuç olarak sol ventriköl pompa fonksiyonu ve ard yük arasında dengesizlik; ventriköl boşluklarında dilatasyon, ejeksiyon fraksiyonunda (EF) azalma ve diyastol sonu basınçlarda artışa neden olur. Bu aşamadan sonra hastalar belirgin olarak semptomatik hale gelirler ve tedavi edilmezler ise prognozları kötüleşir. Angina ortaya çıktıktan sonra 5 yıl, senkop ortaya çıktıktan sonra 3 yıl ve kalp yetersizliği semptomları ortaya çıktıktan sonra 2 yıl içerisinde kaybedilirler.

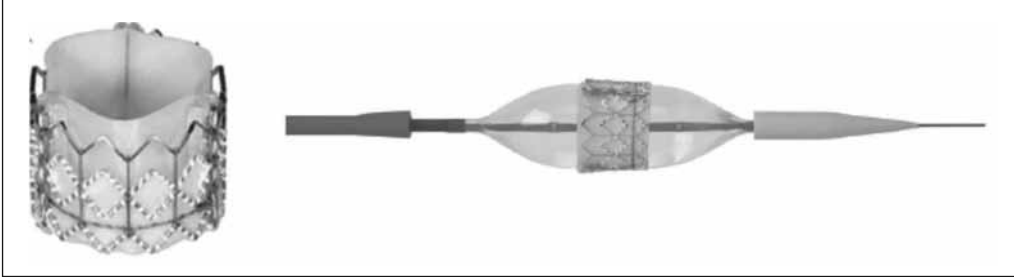
Aort kapak replasmanı (Aortic valve replacement-AVR) operasyonu semptomatik aort darlığı hastalarında hayatta kalımı uzatan ve semptomları azaltan tek etkili tedavi yoludur. AVR operasyonlarının mortalite riski 70 yaşın altındaki hastalarda %2-5 arasında iken daha yaşlı ve koroner arter hastalığı, renal yetersizlik, pulmoner yetersizlik ve diyabet gibi eşlik eden hastalıkları olanlarda komplikasyon ve mortalite riski belirgin olarak artış göstermektedir. Her ne kadar hasta yaşı operasyon için kontrendikasyon teşkil etmese de, ileri yaştaki (>75 yaş) hastaların %30-40'ı artmış cerrahi riskleri sebebiyle opere olamamaktadır. Transkateter aort kapak yerleştirilmesi (Transcatheter aortic valve implantation-TAVI) işlemi özellikle cerrahi riskin yüksek olduğu ve bu sebeple opere olamayan ileri yaştaki aort darlığı hastaları için geliştirilmiş bir tedavi seçeneğidir. İlk çalışmaları 1990'lı yıllarda başlayan

**TABLO 6.** Kapak Çeşitleri

|                | <b>Edward Sapien/XT</b>    | <b>CoreValve</b>        |
|----------------|----------------------------|-------------------------|
| Firma          | Edwards Lifesciences       | Medtronic               |
| Genişleme      | Balon ile genişleme        | Kendi kendine genişleme |
| Kapak iskeleti | Paslanmaz çelik/Kobaltkrom | Nitinol                 |
| Kapak Yapısı   | Sığır perikard dokusu      | Domuz perikard dokusu   |
| Boyut          | 23, 26 mm/23, 26, 29 mm    | 26, 29 mm               |
| Taşıma sistemi | 22 French/18 French        | 18 French               |

TAVI işlemi ilk kez 2002 yılında ciddi aort darlığı olan bir hastaya uygulanmıştır. Bu tarihten sonra bu işlem tüm dünyada yaygınlık kazanmış ve günümüze kadar 40.000 den fazla hasta bu tedaviden faydalanmıştır. Bu yöntemde en sık olarak femoral arter yoluyla (Trans-femoral) girişim yapılır ve taşıyıcı bir sistem vasıtası ile yeni biyoprotez kapak daralmış olan hastalıklı aort kapağın içine yerleştirilir. Eğer femoral, iliak arterlerde veya aortada girişim yapılmasına engel oluşturabilecek herhangi bir hastalık varsa alternatif olarak transapikal veya transsubklavian girişim yapılabilir. Şu an için klinik kullanımda olan iki farklı kapak çeşidi bulunmaktadır (Tablo 6). Bunlar kendi kendine genişleyebilen (self-expanding) Core-Valve (Medtronic inc, MN) (Şekil 37) ve balon ile genişleyen (balloon-expanding) Edwards Sapien (Edwards Lifesciences inc., CA) (Şekil 38) kapak sistemleridir. CoreValve kapak sis-

**ŞEKİL 37.** CoreValve Kapak Sistemi



**ŞEKİL 38.** Edwards Sapien Kapak Sistemi

temi nitinol bir iskelet üzerine oturtulmuş üç yaprakçıklı domuz perikard dokusundan oluşmaktadır. Bu kapak sistemi 18 French (6 mm) kalınlığındaki bir taşıyıcı sistem yardımıyla transfemoral veya transsubklavian yoldan aort kapağına yerleştirilir. Edwards-Sapien kapak sistemi ise tübüler ve paslanmaz çelik bir stent sistemi üzerine oturtulmuş üç yaprakçıklı sığır perikard dokusundan oluşmaktadır. Yakın zaman önce geliştirilen Edwards Sapien XT kapakta ise stent yapısında paslanmaz çelik yerine kobalt-krom kullanılmıştır. Bu şekilde kapak profili azaltılarak 22 French yerine 18 French taşıyıcı sistem kullanılmaya başlanmıştır. Edwards Sapien kapak transfemoral veya transapikal yol ile yerleştirilebilir.

### Hasta Seçimi

TAVI işlemi için hasta seçimi yapılmadan önce Transtorasik (TTE) veya transözafajiyal ekokardiyografi (TEE) ile aort kapak darlığının ciddiyeti değerlendirilmelidir. Ciddi aort darlığı ekokardiyografi ile ölçülen kapak alanının  $1 \text{ cm}^2$ 'nin altında olması veya aort kapak indexinin  $0.6 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 'nin altında olması olarak tanımlanmaktadır. Ek olarak ejeksiyon fraksiyonunun %50'nin üzerinde olduğu hastalarda ortalama aort kapak basınç farkının 40 mmHg'nin üzerinde olması ciddi aort darlığını işaret eder. Ejeksiyon fraksiyonu ve aort basınç farkının düşük bulunduğu ( $<30 \text{ mm/Hg}$ ) durumlarda ise Dobutamin stres ekokardiyografi ile kalbin atım hacminde ve basınç gradyanında artış olması aort darlığının ileri seviyede olduğunu gösterir. İleri yaştaki ( $>75$  yaş) ciddi aort darlığı olan hastalar beraberinde cerrahi operasyon için yüksek risk taşıyorlar ise TAVI işlemi için uygun olabilirler. Cerrahi riski net olarak belirlemek için değişik skorlama sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler hastanın yaşı, renal ve pulmoner hastalıklar ve ejeksiyon fraksiyonu gibi bilgileri kullanarak operasyon mortalitesi hakkında bilgi verirler. Bu skorlama sistemlerinden en sık kullanılanları Logistic Euroscore ve STS (Society for Thoracic Surgeons) skorlama sistemleridir. Bu sistemler ile yapılan değerlendirmede Logistic Euroscore %20'nin ve STS skoru %10'un üzerinde olan hastalar cerrahi için yüksek riskli kabul edilerek TAVI işlemi için aday alabilirler (Tablo 7). Fakat tüm skorlama sistemlerinde olduğu gibi bu sistemlerinde riski tam olarak yansıtmadığı durumlar vardır. Bu sebeple son kararın girişimsel kardiyolog, kalp damar cerrahı ve anesteziyolog tarafından hastanın istekleride göz önüne alınarak yapılan değerlendirmeden sonra verilmesi çok önemlidir.

**TABLO 7.** TAVİ işlemi için uygun hasta seçimi

|                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Semptomatik ciddi aort darlığı (Kapak alanı < 1 cm <sup>2</sup> , Kapak indeksi < 0.6 cm <sup>2</sup> ) |
| Multidisipliner kalp ekibi varlığı (Kardiyolog, Kalp cerrahı ve anestezi uzmanı)                        |
| Yüksek cerrahi risk (STS skoru > %10, Logistic Euroscore > %20)                                         |
| Anatomik uygunluk                                                                                       |

STS: Society for Thoracic Surgeons

TAVİ işlemi öncesindeki değerlendirmenin mutlaka multidisipliner bir ekip tarafından yapılması gerekmektedir. Bu ekip girişimsel kardiyolog, kalp damar cerrahı, klinik kardiyolog (Ekokardiyografi), radyolog ve anestezi doktorundan oluşmalıdır. TAVİ işlemi planlanan her hastaya öncesinde TTE veya TEE, sağ-sol kalp kateterizasyonu ve torakoabdominal bilgisayarlı tomografik anjiyografi (BT anjiyo) yapılmalıdır. Ekokardiyografi ile aort kapakının yanı sıra diğer kapak patolojileri ve ejeksiyon fraksiyonu değerlendirilmelidir. Koroner anjiyografi ile eşlik eden koroner arter hastalığı varlığı araştırılmalıdır. Torakaoabdominal BT anjiyografi ile femoral ve iliak arter çapları ölçülmeli ayrıca aorta yapısı değerlendirilerek girişim yeri planlanmalıdır.

### Kontrendikasyonlar

Tüm girişimsel işlemlerde olduğu gibi TAVİ işleminde uygun olmadığı klinik veya anatomik durumlar mevcuttur. İşlem öncesinde yapılan klinik değerlendirme ve görüntüleme yöntemleri ile bu durumlar önceden belirlenerek tedavi buna göre planlanmalıdır. Edwards ve CoreValve kapaklar arasında anatomik uygunluk yönünden küçük farklar olsa da genel olarak kontrendikasyonlar benzerdir ve bunlar Tablo 8'de özetlenmiştir.

### İşlem

TAVİ işlemi için hasta genellikle bir gün önceden hastaneye yatırılarak hazırlıklara başlanır. Biyokimya testleri yapıldıktan sonra hastadan TAVİ işlemi için yazılı onay alınır. İşlem öncesine hastaya antitrombotik tedavi olarak klopidoğrel 300 mg ve ASA 150-300 mg ile yükleme yapılır. İşlem sonrasında ise klopidoğrel 75 mg/gün 3 ila 6 ay devam edilirken ASA tedavisine 100 mg/gün olarak sürekli devam edilir. TAVİ işlemi sıklıkla cerrahi sterilizasyon koşullarına göre hazırlanmış anjiyografi laboratuvarında yapılır. Eğer işlem sırasında TEE kullanılacak ise veya transapikal girişim yapılacak ise işlemin genel anestezi ile yapılması uygun olacaktır, diğer durumlarda işlem genel anesteziye gerek kalmadan sedasyon ile yapılabilir. TAVİ işlemi sırasında laboratuvarında girişimsel kardiyolog, kalp damar cerrahı, ekokardiyografi uzmanı ve anestezi doktoru mutlaka bulunmalıdır (Şekil 39).

**TABLO 8.** TAVİ işleminin kontraendikasyonları

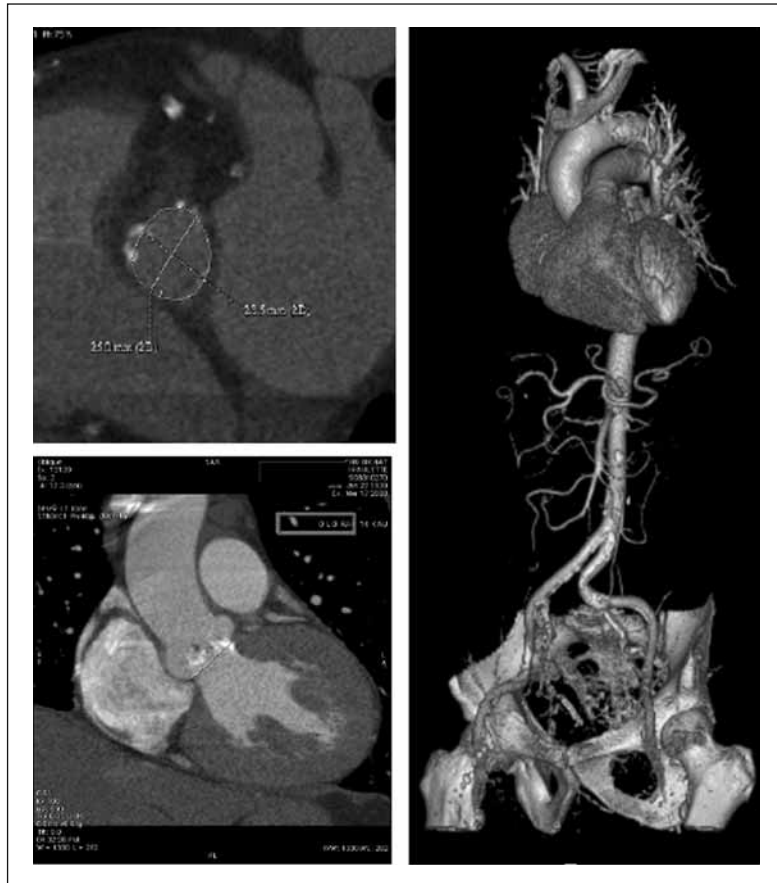
|                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Son 30 gün içerisinde geçirilmiş miyokard enfarktüsü                                                                          |
| Biküspid yada non-kalsifiye aort kapak                                                                                        |
| Hipertrofik kardiyomiyopati                                                                                                   |
| Ciddi sol ventrikül disfonksiyon (EF<%20)                                                                                     |
| Ciddi pulmoner hipertansiyon ve sağ ventrikül disfonksiyonu                                                                   |
| İntrakardiyak kitle, trombüs veya vejetasyon varlığı                                                                          |
| Nativ aort kapak anülüs çapının <18 mm ve/veya >25 mm olması (Edwards Sapien)                                                 |
| Nativ aort kapak anülüs çapının <20 mm ve/veya >27 mm olması (CoreValve)                                                      |
| Son 6 ay içerisinde geçirilmiş serebrovasküler olay                                                                           |
| Beklenen yaşam süresinin <12 ay olması                                                                                        |
| Ciddi demans                                                                                                                  |
| Abdominal veya torasik aortada ciddi dilatasyon (>4.5 cm), kıvrımlı yapı, asendan aortada ülser plak varlığı                  |
| İliak arter veya femoral arter çaplarının < 6 mm olması veya ciddi kalsifikasyon ve kıvrımlı yapı (Transfemoral girişim için) |
| Ciddi mitral yetersizliği (>3)                                                                                                |

**ŞEKİL 39.** TAVİ işlemi

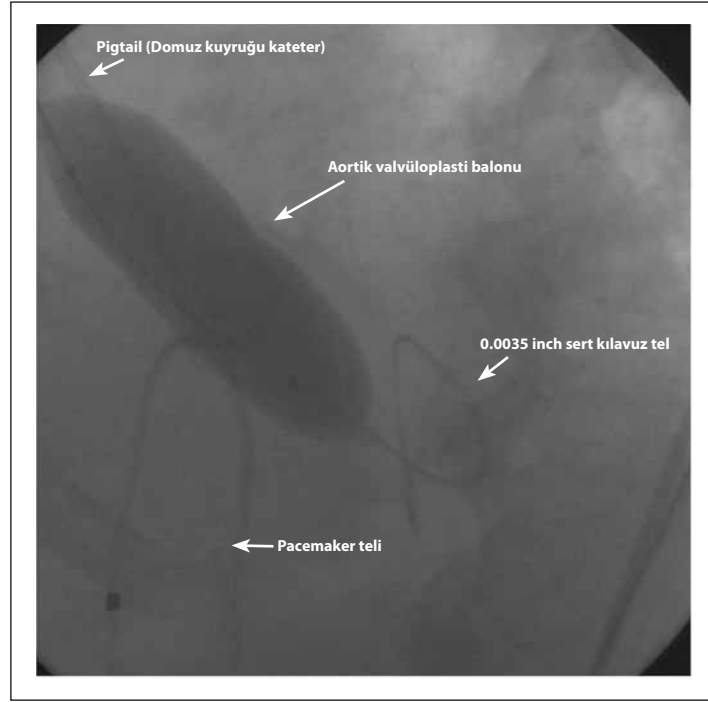


### Transfemoral girişim

Abdominal aortografi ve Torakoabdominal BT anjiyografi ile yapılan değerlendirmede femoral arter ve iliak arter çapları 6 mm'nin üzerinde ise ayrıca damarlarda ciddi kalsifikasyon ve açılma yoksa femoral arter yoluyla girişim yapılabilir (Şekil 40). Öncelikle girişim yapılacak tarafın karşı tarafındaki femoral arter kanüle edilir ve kılıf (sheath) içerisinden domuz kuyruğu (pigtail) kateteri aort kökünde non-koroner yaprakçığa gönderilir. Femoral ven kanüle edilerek sağ ventrikül apeksine geçici pacemaker kateteri ilerletilir. Sonrasında işlemin yapılacağı taraftaki femoral arter cerrahi cut-down veya perkütan yöntemle kanüle edilir. 0.0035 inch sert kılavuz tel balon ve kapak geçişine destek sağlamak için sol ventrikül kavitesine yerleştirilir. Kapak implantasyonu öncesinde implantasyon işlemi kolaylaştırmak ve hastalıklı aort kapağı genişletmek için balon aortik valvuloplasti işlemi uygulanır (Şekil 41). Bu işlem sırasında kalbin hareketi sebebiyle balonun kaymaması için kısa süreli hızlı ventriküler pacing (200-220/dk) yapılarak kalp en az hareketli duruma getirilir. Balon



ŞEKİL 40. Torakoabdominal BT anjiyografi görüntüleri



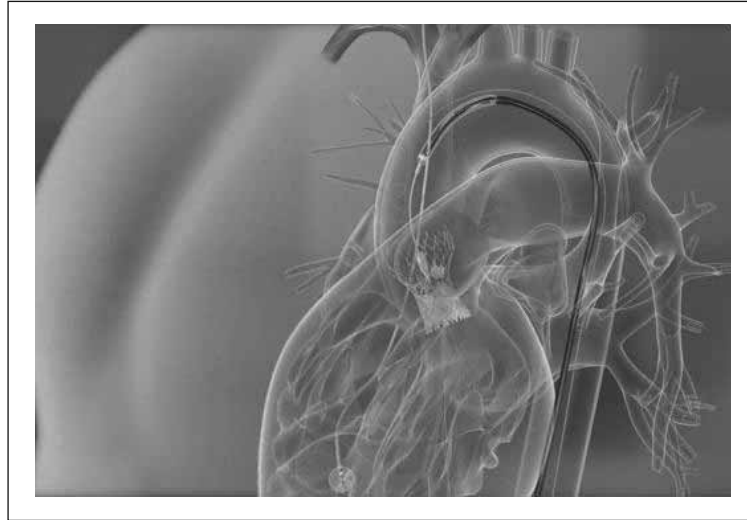
**ŞEKİL 41.** Balon aortik valvuloplasti görüntüsü

ile kapak genişletildikten sonra femoral artere 18 french (6 mm) çapında kılıf yerleştirilerek taşıyıcı sistem bu kılıfın içerisine yüklenir. Her iki kapağın yapısı birbirinden farklı olduğu için implantasyon yöntemleri arasında bazı farklar mevcuttur (Şekil 42, Şekil 43). CoreValve kapak sistemi kendiliğinden genişleyen nitinol iskelet üzerine politetraüretanflorür (PTFE) dikişler ile sabitlenmiş üç yaprakçıklı domuz perikard dokusundan oluşmuştur. Bu kapak sisteminde üç bölüm bulunmaktadır. Üst bölüm aortaya oturan düşük radyal kuvvet bölgesini oluştururken orta bölüm fonksiyonel kapak bölgesini oluşturur. Alt bölüm ise yüksek radyal kuvvet bölgesidir ve bu bölüm protezin aort kapağına yapışmasını sağlayarak paravalvüler kaçağı engeller. Taşıyıcı sistem yardımıyla getirilen kapak yavaşça serbestleştirilir ve nitinol yapı vücut sıcaklığında genişleyerek yerine yerleşir (Şekil 44). Edwards Sapien ve Sapien XT kapaklar ise paslanmaz çelik veya kobalt-krom (Sapien XT) stent üzerine oturtulmuş üç yaprakçıklı sığır perikard dokusundan oluşmaktadır. Yeni geliştirilen Sapien XT kapak 18 french kalınlığındaki taşıyıcı sistem yardımı ile aort köküne getirilir ve balon yardımı ile şişirilerek yerleştirilir (Şekil 45). Balon aortik valvuloplastideki benzer şekilde balon şişirilirken hızlı ventriküler pacing yapılarak kapağın kayması engellenir. Her iki kapak sisteminde de işlem sonrası ekokardiyografi ile yeni kapağın yerleşimi, fonksiyonları ve kapak çevresinden (paravalvüler) kaçak olup olmadığı kontrol edilir. Son olarak taşıyıcı sistem ve

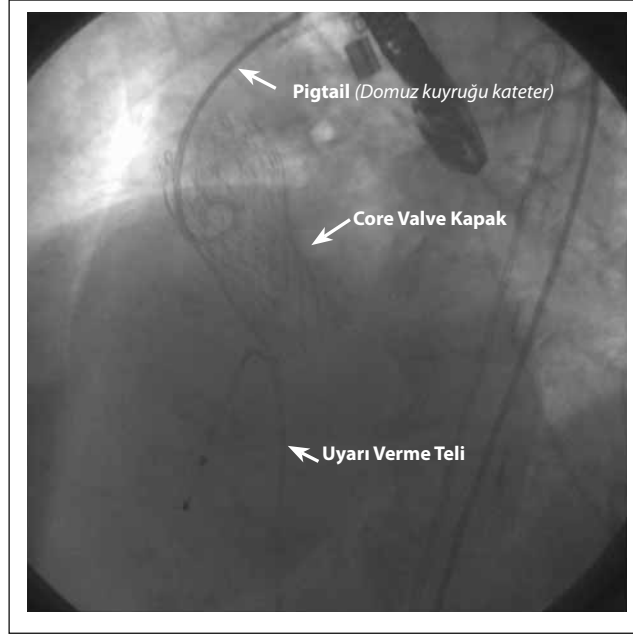


**ŞEKİL 42.** Transfemoral teknikle Edwards-Sapien kapak yerleştirilmesi

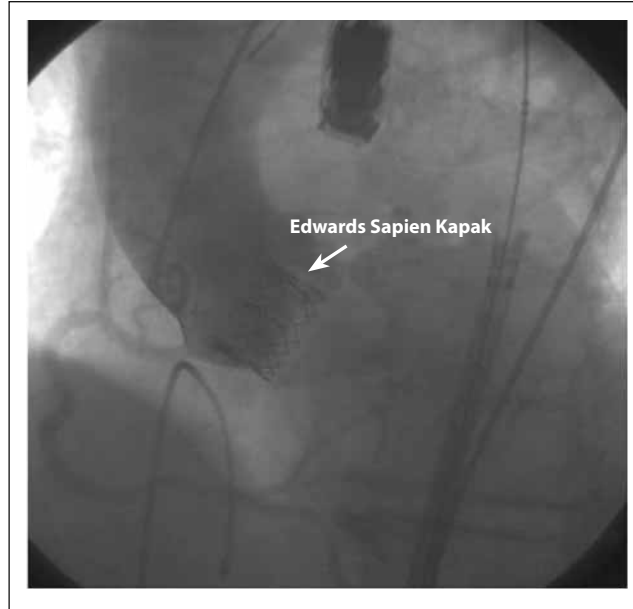
kılavuz tel geri çekilir ve femoral arter bölgesi diseksiyon, rüptür veya oklüzyon açısından kontrol edilir ve cerrahi yöntemle veya perkütan yöntemlerle kapatılarak işlem sonlandırılır. Hastanın durumuna göre değişmekle beraber ilk gün yoğun bakım ünitesinde izlenen hasta sonrasında servise alınarak 4-5 gün içerisinde taburcu edilir.



**ŞEKİL 43.** CoreValve kapak yerleştirilmesi



ŞEKİL 44. CoreValve kapağın floroskopik görüntüsü



ŞEKİL 45. Edwards-Sapien kapağın floroskopik görüntüsü

### Transapikal girişim

Periferik damar yapısı girişime uygun olmayan hastalarda direkt olarak sol ventrikül apeksi-nin kanule edildiği transapikal TAVI işlemi uygulanabilir. Bu operasyonda sol anterolateral mini-torakotomi yapılarak sol ventrikül apeksine ulaşılır, apekse küçük bir kesi yapılarak kılıf yerleştirilir ve biyoprotez kapak antegrad yol ile direkt olarak yerleştirilir (Şekil 46). Şu an için yalnızca Edwards Sapien kapak sistemi transapikal implantasyon için uygundur. Kapak aynı transfemoral işlemdeki gibi balon ile genişletilir. Operasyon sonrasında sol ventrikül apeksi dikiş ile kapatılarak işlem sonlandırılır.

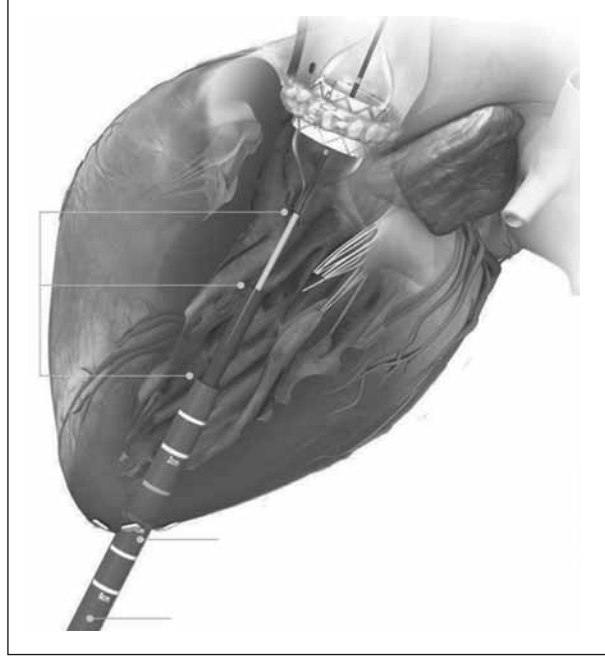
Bu yöntemler dışında seyrek olarak subklavian ve aksiller arterler veya direkt olarak asendan aortadan girilerek TAVI işlemi yapılabilir.

### Komplikasyonlar

Tüm girişimsel işlemlerde olduğu gibi TAVI işleminde de komplikasyonlar gözlenebilir (Tablo 9). Bu komplikasyonlar girişim yerine, seçilen kapak modeline veya hastaya bağlı faktörlere göre değişiklik gösterir (Tablo 4). En sık gözlenenler giriş yeri komplikasyonlarıdır. Geniş çaplı femoral kılıfların (18-22 French) kullanımına bağlı olarak femoral arter veya iliak arterlerde diseksiyon, rüptür veya kanama oluşabilir. Yapılan bazı çalışmalarda transfemoral yoldan TAVI işlemi uygulanan hastaların yaklaşık %10'unda ciddi vasküler komplikasyonlar gözlenmiştir. Transapikal yöntemde komplikasyon oranı daha düşük olsa da oluşan komplikasyonlar çok daha ölümcül seyreder. İşlem sırasında kullanılan radyopak kontrast maddelere bağlı olarak gözlenen renal problemler TAVI işleminin diğer önemli komplikasyonudur. Prosedür sırasında hipotansiyon ve hipovolemiden kaçınılarak ayrıca kullanılan kontrast madde miktarı kısıtlanarak bu komplikasyonun görülme sıklığı azaltılabilir. Serebrovasküler olaylar en can sıkıcı komplikasyonlardan biridir. Genellikle daralmış aort kapaktan veya aortadan kopan kalsifik parçaların serebral sisteme emboli-

**TABLO 9.** TAVI Komplikasyonları (Erken ve geç dönem)

|                                 |                                    |
|---------------------------------|------------------------------------|
| Mortalite                       | %5-12 (30 gün)<br>%15-31 (1 yıl)   |
| Serebrovasküler Olay            | %2-5                               |
| Miyokard Enfarktüsü             | %0-2                               |
| Major Vasküler Komplikasyonlar  | %1.9-16.2                          |
| Kalıcı kalp pili gereksinimi    | Edwards %5-6<br>CoreValve %10-30   |
| Paravalvüler Kaçak (Orta-Ciddi) | Edwards %6-13.9<br>CoreValve %9-21 |



**ŞEKİL 46.** Transapikal teknik ile Edwards-Sapient kapak yerleştirilmesi

ze olması ile ortaya çıkar. Değişik çalışmalarda sıklığı %2-5 arasında verilmektedir. Yeni geliştirilmeye başlayan bazı koruyucu filtre sistemlerinin gelecekte uygulamaya girmesi ile birlikte bu komplikasyon oranlarının azalacağı düşünülmektedir. Paravalvüler aort kapak kaçağı özellikle küçük kapağın seçildiği veya biyoprotez kapağın tam olarak doğru yere oturtulmadığı durumlarda sık olarak gözlenen bir komplikasyondur. Hafif ve orta dereceli paravalvüler kaçaklar takiplerde problem yaratmasada ciddi kaçak olduğu durumda yeni bir kapak yerleştirilmesi gerekli olabilir. İleri dereceli atriyoventriküler blok ve kalıcı pace-maker gereksinimi Edwards Sapient kapak sonrası %5-6 oranında gözlenirken CoreValve ile bu oran %10-30 olarak bildirilmektedir. Bu farkın sebebi CoreValve kapak iskeletinin daha büyük olmasından ötürü ileti yollarına daha fazla baskı uygulaması ile ilişkilidir. Hastalarda tam blok işleminden 3-4 gün sonra dahi gözlenebilir. Bu sebeple özellikle CoreValve implantasyonu yapılan hastaların ilk dört gün ritm açısından yakın takip edilmesi ve gerekirse kalıcı pacemaker takılması önerilmektedir.

TAVI işlemi sonrasında daha az sıklıkta gözlenen diğer komplikasyonlar ise koroner arter obstrüksiyonu ve miyokard enfarktüsü, perikard tamponadı, aort diseksiyonu ve kapak migrasyonudur.

## Özet

1. Kalsifik aort darlığı ileri yaştaki (>75 yaş) kişilerde sık rastlanılan bir hastalıktır. Her ne kadar cerrahi kapak ameliyatı altın standart olsada ileri yaştaki hastaların yaklaşık %30-40'ı eşlik eden diğer hastalıkları sebebiyle cerrahi açıdan yüksek riskli bulunarak opere olamazlar.
2. Transkateter aortik valv implantasyonu (TAVI) işlemi periferik arterler (Femoral, subklavian) yolu ile veya direkt olarak sol ventrikül apeksinden kateter yardımı ile biyoprotez kapakın implantasyonu esasına dayanır.
3. TAVI işlemi ileri yaştaki yüksek cerrahi riski sebebiyle opere olamayan hastalarda alternatif bir tedavi seçeneği olarak geliştirilmiştir.
4. Cerrahi riski net olarak belirlemek için değişik risk skorum sistemleri geliştirilmiştir. Bu sistemler hastanın yaşı, renal ve pulmoner hastalıklar ve ejeksiyon fraksiyonu gibi bilgileri kullanarak operasyon mortalitesi hakkında bilgi verirler. Bu skorum sistemlerinden en sık kullanılanları Logistic Euroscore ve STS (Society for Thoracic Surgeons) skorum sistemleridir. Bu sistemler ile yapılan değerlendirmede Logistic Euroscore %20'nin ve STS skoru %10'un üzerinde olan hastalar cerrahi için yüksek riskli kabul edilirler.
5. TAVI işlemine alınacak hastalar işlem öncesinde mutlaka multidisipliner bir ekip (Girişimsel kardiyolog, kardiyovasküler cerrah, non-invazif kardiyolog, radyolog ve anesteziyolog) tarafından değerlendirilmeli ve endikasyon ve kontraendikasyonlar belirlenmelidir.
6. Şu an için klinik kullanımda olan iki kapak çeşidi vardır. Bunlar kendi kendine genişleyebilen nitrol iskelet üzerine oturtulmuş domuz perikard dokusundan oluşan CoreValve kapak sistemi ve balon ile genişletilebilen paslanmaz çelik veya kobalt krom iskelet üzerine oturtulmuş sığır perikard dokusundan oluşan Edwards Sapien/XT kapak sistemleridir.
7. TAVI işlemi cerrahi koşullara göre hazırlanmış kateter laboratuvarlarında girişimsel kardiyolog, kalp cerrahı, non-invazif kardiyolog ve anestezi uzmanından oluşan bir ekip tarafından genel anestezi veya sedasyon ile yapılır.
8. İşlem sırasında oluşan komplikasyonlar girişim yerine ve kullanılan kapak çeşidine göre değişiklik gösterebilir. En sık gözlenenler giriş yeri komplikasyonları, renal problemler, ileti bozuklukları (Özellikle CoreValve ile) ve serebrovasküler olaylardır.

## Kaynaklar

1. Transcatheter aortic valve interventions: From balloon aortic valvuloplasty to Trans-catheter aortic valve implantation. Cribier A, Topol EJ (edt.). Textbook of interventional cardiology Elsevier Saunders 2012.P. 661-684
2. Lamee RA, Godino C, Colombo A. Transcatheter aortic valve implantation. Circ Cardiovasc Interv 2011;4:387-395
3. Winiewska AO, Grygier M, Lesial M, Trojnarowska O, Grajek S. Transcatheter aortic valve implantation: The new option for high risk patients with aortic stenosis. Cardiology Journal, 2011;18:461-468
4. Webb J, Cribier A. Percutaneous transarterial aortic valve implantation: What do we know? European Heart Journal, 2011;32:140-147
5. Holmes DR, Mack MJ, Kaul S, ve ark. 2012 ACCF/AATS/SCAI/STS Expert consensus document on transcatheter aortic valve replacement. J Am Coll Cardiol, 2012;59(13):1200-54
6. Vahanian A, Hilmert D, Brochet E. Transcatheter valve implantation for patients with aortic stenosis Heart, 2010;96:1849-1856
7. <http://www.edwards.com/Pages>
8. Şişli Florence Nightingale hastanesi anjiyografi laboratuvarı arşivi

## 3.5. PERKUTAN AORT BALON VALVULOPLASTİ

Prof. Dr. Rasim Enar

Aort darlığında perkutan aortik balon valvuloplasti (PABV) sonucunda aort kapaktan geçen basınç gradiyetinin düşürülmesi ile kapak alanı ve kalp debisi artar. Etkisinin kısa sürmesine rağmen, klinik semptomları rahatlatmak için günümüzde seçilmiş indikasyonlarda kullanılmaktadır; yaygın kullanılmamasının en önemli sebepleri; valvuloplasti sonrası 24 ayda gelişen yüksek restenoz riskidir. Buna karşılık, kardiyojenik şok, sol ventrikül yetersizliği bulunan ve cerrahi riski yükselmiş hastalarda ABV kullanımının dikkate alınması tavsiye edilmektedir.<sup>1-5</sup>

### İNDİKASYONLAR

ABV'nin "Kılavuzların ötesinde" Genel İndikasyonları: Perkutan ABV 6 klinik durumda faydalı bulunmuştur; bunlar:

1. Transkateter Aortik Aort Kapak İmplantasyonu (TAVİ [transcatheter aortic valve implantation]) sırasında öndilatasyon.
2. Aort stenozu bulunan kardiyojenik şoklu hastalarda; kardiyojenik şok ABV ile kısa sürede stabilize edilebilir.
3. Aort Kapak replasmanından önce konjestif kalp yetersizliğindeki hastalarda. Aort kapak replasmanı planlanan ağır sol ventrikül disfonksiyonu veya kardiyojenik şoktaki hastalarda, cerrahiden önce sol ventrikül performansını düzeltmek ve stabilize etmek amacı ile yapılabilir. Bu hastalarda kullanılan Medikal tedavi (diüretik ve vazopressörler ile) ile klinik tablo ve sistemik hipoperfüzyona bağlı ile prerenal azotemi (kardiyorenal sendrom) aort kapak replasmanından sonra dramatik düzelebilir.
4. Major nonkardiyak cerrahiye hazırlık. Major nonkardiyak cerrahi öncesi inceleme (ekokardiyografi ile) sırasında aort stenozu saptananlarda; malinitesi bulunan ve nonkardiyak cerrahiye gidenlerde bu özellikle gözönünde tutulmalı, uygulanması (özellikle >65 yaş hastalar) faydalıdır.
5. Genel durumu kötü, hastanede tedavi gören ciddi aort darlığı hastalarını Huzur Evi (kısmi ambulatuar bakım için) transferine hazırlamak. Ağır aort stenozlu ve kapak rep-



lasman cerrahisine aday olmayan hastane-bakımına muhtaç hastalarda (özellikle intra-venöz vazopressör tedavi ve yoğun bakım ünitesi tedavisine bağımlı), kısa süreli klinik düzelme sağlamak için ABV'ye gidebilir; hastalarda. Bu hastalarda valvuloplasti uzun dönem prognozu düzeltmez; hastanın normal odaya transfer edilmesini veya hastaneden çıkmasını sağlayabilir; NYHA sınıfına göre fonksiyonel kapasitesi kısmen bir sınıf gerileyebilir; sınıf -IV'den -III'e düşerek; en azından kısa süre rölatif ambulator daha iyi yaşam kalitesi sağlanabilir.

6. Düşük gradiyentli, düşük debili aort stenozunda tanısal testin doğru yorumlanması önemlidir. Valvuler darlığın ciddiyetini öğrenmek için, özellikle aort kapak alanı 0.8-1.0 cm<sup>2</sup> olan; kalp debisi ve transvalvuler basınç gradiyenti düşük hastalarda eşlik eden ciddi sol ventrikül disfonksiyonu unutulmamalıdır (düşük atım hacmi ve pulmoner venöz konjesyon ile) tedaviyi güçleştirir. Valvuloplasti ile kapağın dilate edilip açılması sonucunda semptomlar ve sol ventrikül fonksiyonları düzeliyorsa, uzun dönem sağ kalım beklentisi ile hasta aort kapak replasmanına gidebilir.

#### Kılavuzlarda Aortik Balon Valvuloplasti indikasyonları:

- 2006 AHA/ACC kapak hastalıkları kılavuzunun mutlak (sınıf I Birden fazla randomize çalışmada faydası kanıtlanmış; kanıt/görüşlere göre tedavi faydalı) ve rölatif (sınıf IIa kanıt/görüşlere tedavinin faydası ağırlıkta olabilir) indikasyonları (Tablo 10)'da sunulmuştur. Bu kılavuzdaki Sınıf I indikasyonlar günümüzde, ESC 2012 kılavuzunda TAVİ indikasyonu olarak alınmıştır.
- ESC 2012 valvuler kalp hastalıkları kılavuzunda, ve sınıf IIa (ABV faydalı olabilir, düşünülmelidir) ve sınıf IIb (düşünülebilir) düzeyindeki indikasyonları aşağıda sunulmuştur.

**TABLO 10.** 2006 AHA/ACC kılavuzunda ABV İndikasyonları

| Genç erişkinlerde (<21 yaş) kalp debisi normal aort darlığında indikasyonlar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Erişkinde Aort darlığında ABV:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angina, senkop ile ekokardiyografik zirve gradiyent &gt;50 mmHg (sınıf I).</li> <li>• Kateterizasyon ile zirve gradiyent &gt;60 mmHg (sınıf I).</li> <li>• Gradiyent &gt;50 mmHg ile dinlenim veya egzersizde yeni EKG değişiklikleri (sınıf I).</li> <li>• Gradiyent &gt;50 mmHg; hasta yarışmaya dayanan sporlar yapmayı ve gebelik arzu ediyorsa (sınıf IIa).</li> <li>• Kateterizasyonda gradiyent &lt;50 mmHg, semptom ve EKG değişikliği olmayanlar (sınıf III).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemodinamik olarak anstabil olan hastalarda Aort kapak replasmanı ameliyatına köprü (sınıf IIa).</li> <li>• Ciddi komorbid durumlarda paliyatif (hafifletici) (sınıf IIb).</li> <li>• Acil non-kardiyak cerrahi öncesinde (sınıf IIb).</li> <li>• Aort kapak replasmanına alternatif (sınıf III).</li> </ul> |

(Circulation 2006;114: 450-527)

Sınıf I: İşlem faydalı/etkili; sınıf IIa: Kanıt ve görüşlere göre girişim ağırlıklı olarak Olumlu; girişim daha az iyi; Sınıf III: Girişim zararlı.

**ESC-2012'de Aort stenozunda ABV indikasyonu:**

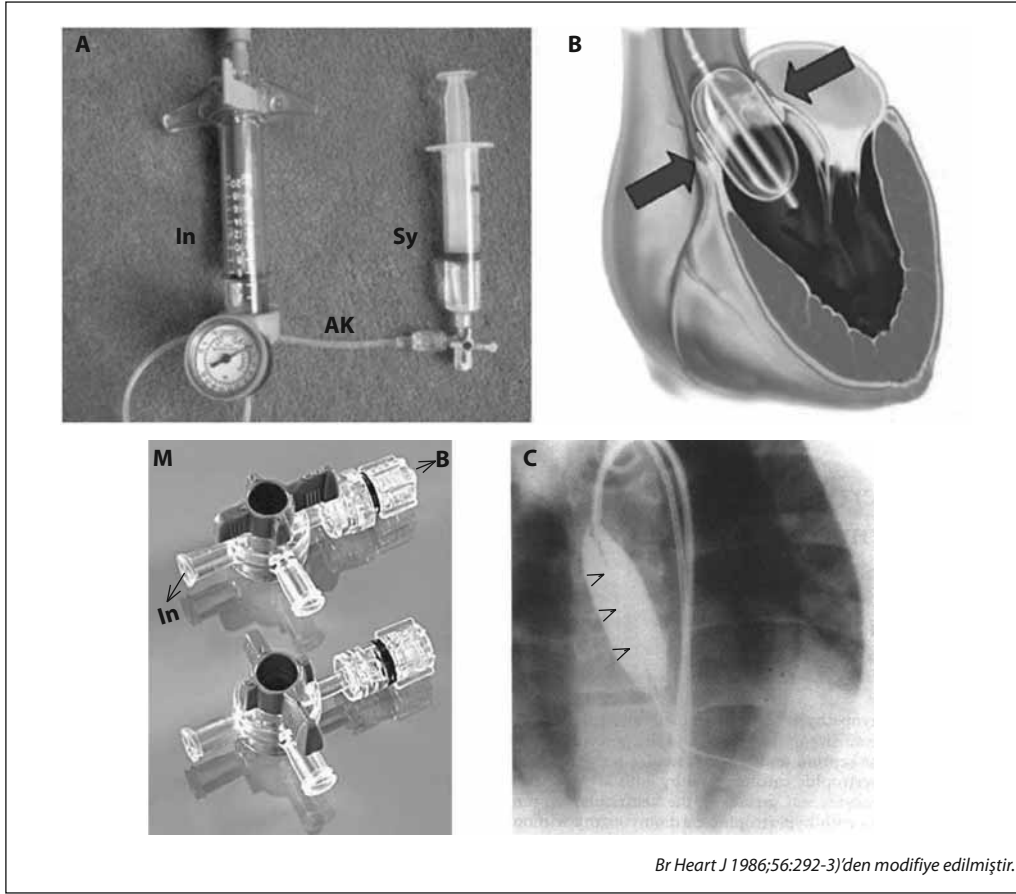
1. Hemodinamik olarak anstabil ve cerrahi için yüksek riskli hastalarda cerrahi veya TAVİ'ye köprü olarak uygulanması veya acil major non-kardiyak cerrahi gereken semptomatik aort stenozlu hastalarda düşünülebilir (sınıf IIb, C).
2. Balon valvuloplasti seçilmiş hastalarda bulunan ağır komorbidler ve TAVİ imkanı seçeneğinin olmadığı veya bulunduğu ve bireysel ölçülerde ABV'nin paliyatif uygulanması düşünülebilir.

**I. RETROGRAD AORTİK BALON VALVULOPLASTİ:**

Antegrad yolun fazladan ikinci arteriyel ve venöz girişler ve de septostomi gerektirmesinden dolayı, retrograd yol daha kolay ve pratik bir yöntem görünmekte ve daha sık tercih edilmektedir.

**GİRİŞİMİN PRENSİPLERİ:****A. Primer prensipler:**

- Diğer tüm kapak girişimlerindeki gibi önce sol ve sağ kalp kateterizasyonu yapılır. Koroner anatomi de değerlendirilerek, tanı amaçlı gerekli basınç ölçümlerinin alınması ile işlem güvenle başlayabilir.
- Başta yerleştirilmiş tanı amaçlı arteriyel giriş kılıfı balon kateterin sokulacağı daha büyük 12.5F kılıf ile değiştirmek için 0.035 veya 0.038 inç ekstra-sert kılavuz tel kullanılır. Çoğunlukla bu sırada İV. 5 000 IU fraksiyone-olmayan Heparin (kılıfın yan kolu veya intravenöz yoldan) verilir.
- Büyük giriş kılıfın yerleştirilmesinden sonra Aort kapak retrograd (büyük-giriş kılıfı femoral arterde) ve antegrad yol (büyük-giriş kılıfı femoral vende, arterde normal kılıf) yol ile geçilir: (1) Retrograd yöntemle (femoral arterden-aort kapak yönünde balon kateter retrograd ilerletilir. (2) Antegrad yöntem, atriyal septostomi ile transseptal yaklaşıma dayanmaktadır; femoral ven giriş kılıfından sokularak-sağ atriyum, atriyal septum-sol ventrikül yönünde balon-kateter ilerletilerek SV'ye ulaşan balon-kateter ile aort kapak geçilir. Retrograd yol ile aort kapak, darlığa rağmen çoğunlukla kolaylıkla geçilebildiğinden ve de antegrad yöntemin septal ponksiyon gibi ek işlemler gerektirmesi, antegrad yöntemin tercihini ABV uygulanmasında ikinci plana düşürmüştür.
- ABV işlemi sırasında Kapağın zamanında geçilmesi önemlidir, geçiş güç olduğunda, klinik durumu zaten kritik olan bu hastaların çoğu uzun işlem süresini (sırtüstü yatar pozisyonda) tolere edemez.
- Daralmış kapağı geçmek için birçok kateter dizayn edilmiştir; valvuloplasti için özel dizayn edilen bu balonlara (örneğin, Mansfield aortik valvuloplasti balonu gibi) Üçlü- balon (Trefoil) adı ithaf olunmuştur. Bu balon enine kesitte bakıldığında üçgen oluşturan birbirine paralel nonte edilmiş 3 balon ihtiva eder (Şekil 47). Bu dizayn balonun şişmesi sırasında bile hipotansiyon riskini azaltmak için aort kapak deliğinden sistemik kan akımının öne-doğru devam etmesini sağlar (Şekil 47 ve Şekil 48).

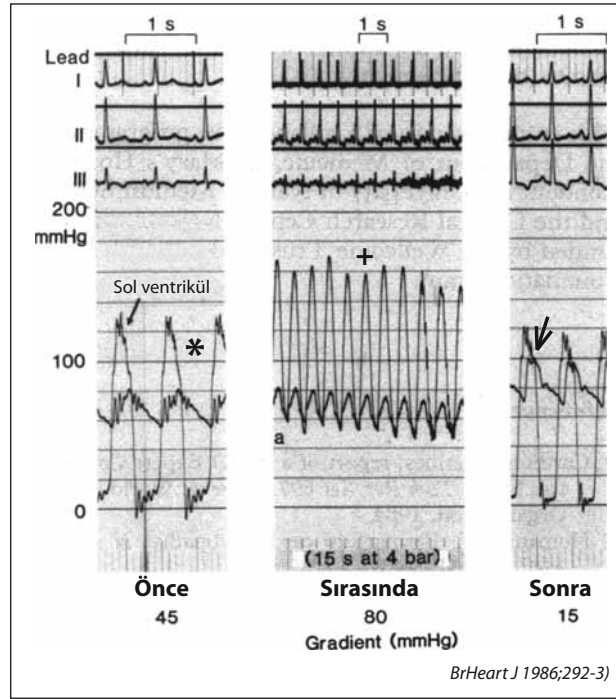


**ŞEKİL 47. Kalsifik aort darlığında balon valvuloplastinin yardımcı araçları ve mekanizması:** ABV'de balonu şişirmek için küçük- şırınga ile büyük- şırınga (Sy)/indeflatör sistemi (A). "Trefoil" balonun daralmış aort kapak içinde şişirilmesi ve kapağın çevre dokuların (kalın siyah oklar) kompresyonu (B). Trefoil balon çapı (3 X 10 mm), uzunluğu (40 mm) 4Bar (400 kPa) ile dilüe edilmiş kontrastla doldurulmuş balonun, Postero-anteriyor projeksiyonda ölçülmüş toplam çapı 18 mm. Aort kapak içinde şişirilerek "rozet" gibi açılan Trefoil balon, aort kapakta öne-doğru akımı (ok başları balonlar arası boşluklar) engellemez (C).

Üç yollu musluğun bir ucu balon katetere (B); diğer ucu indeflatöre (In) ve yan kolundanda küçük şırıngaya (Sy) bağlanır. 2-yönlü muslukla manifold sistemindeki gibi manipule edilir (M).

### B. Temel Prensipler:

- Sistol sırasında ventriküler ejeksiyonun kuvvetine bağlı balonun ilk konumunda; kapağın içinde geçişin yarı yolunda (balonun yarısı deliğin gerisinde- diğer yarısı ilerisinde, balonun ortası darlığın tam içinde) kalması güç olabilir. Bazı operatörler balonu yerleştirmek için gerekli kritik birkaç saniye için sağ ventriküle hızlı uyarı verme (pacing) kullanır.

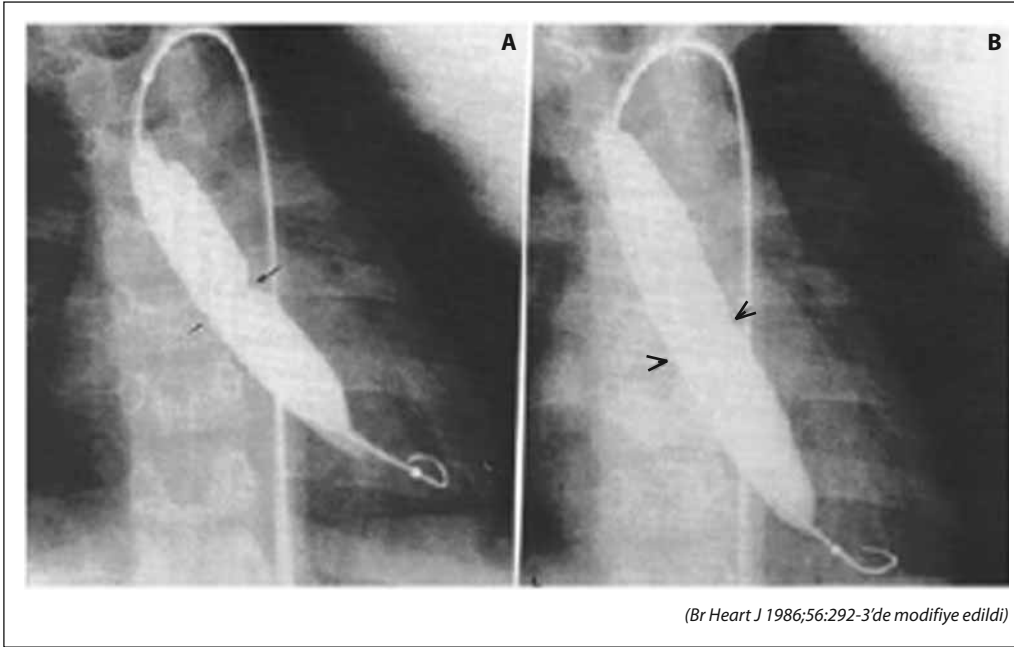


BrHeart J 1986;292-3)

**ŞEKİL 48.** Trefoil ABV öncesi, sırasında ve sonrası eşzamanlı ölçülen sol ventrikül ve Aorta basınçları: Transvalvüler gradiyent soldaki panelde: 45 mmHg'den (\*) sağdaki panelde: 15 mmHg'ye düşmüş (ok↓). Orta-panelde: Balonun 15 saniye 4bar (400 Pa) ile şişirme sırasında aort basıncı 75 mmHg kalırken, gradiyent 80 mmHg'ya (sol ventrikül 155 mmHg +) yükselmiş.

Hızlı sağ ventriküler uyarı verme, kalp debisini ve kan basıncını düşürdüğünden, balonun yerleştirilmesi sırasında aort kapağına karşı (sol ventrikülden- asendan aortaya) pulsatile akım azalır (Şekil 48). Bu teknik valvuloplasti sırasında balonu aort kapakta tutmanın zorlanıldığı durumda düşünülmelidir.

- Dilüe edilmiş kontrast madde balonu şişirmek için büyük şırınga veya indeflatör (In) ile verilir (Şekil 47). Yüksek-basınç musluğu şırıngaya bağlanır. Musluğun (M) yan-koluna her şişirme sonunda balondaki "basıncı itmede" kullanılmak için 10 cc'lik küçük bir şırınga (Sy) daha bağlanır; bu sistem balona iki aşamada maksimal şişirme basıncının nasıl verildiğinin mekanizmasıdır (Şekil 47, Şekil 49). Nadiren zamanında başarılı şişirme için iki operatör gerekebilir. Alternatif olarak, endeflatör gibi saatli basınç ölçerli (manometreli) şişirme cihazı Büyük- şırınga yerine kullanılabilir (Şekil 47).

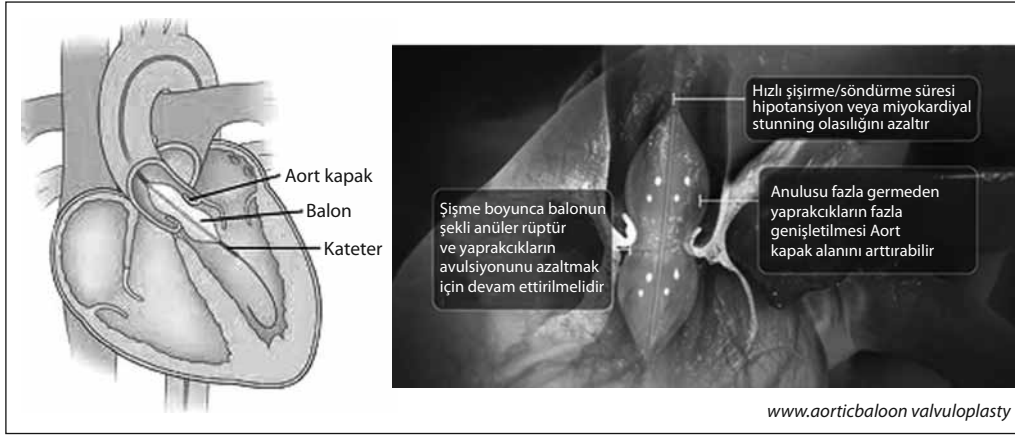


**ŞEKİL 49. (A)** Daralmış aort kapak içinde şişirilen tek aortik balon (oklar; dar kapağın çentigi göstermekte); solda kısmen şişirilmiş balon, **(B)** sağda ise tam şişirilmiş balon ve tamamlanmış işlem (ok başları; kaybolmuş çentik).

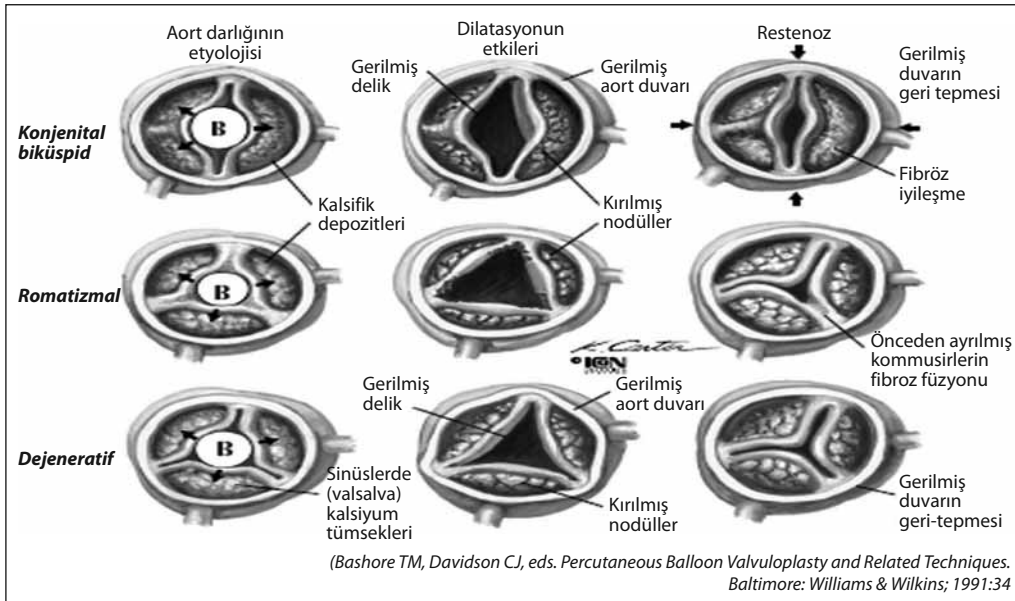
- Şişirme tamamlanınca, şişirmenin sebep olduğu hipotansiyon ve ventriküler ektopiyi en aza indirmek için, balon tam olarak söndürülmeden hızla aort kapağın içinden geri çekilir. Başarılı sonuç sağlanıncaya kadar şişirme tekrarlanmalıdır. Yüksek basınç ile tekrar şişirme balonun rüptürüne sebep olabilir, balonun rüptürü seyrek değildir. Rüptür olursa, balon ve giriş kılıfı tek bir parçaymış (ünite) gibi bir defada çıkarılabilir.

Aortik valvuloplastinin en büyük dezavantajı; sağladığı faydanın (açılmış aort kapak) dayanıklılığının eksik olması ve başarısının sürekliliğinin kısa sürmesidir. Hastaların çoğu işlemden sonra 6-18 ay içinde işlem- öncesi kapak alanı ve klinik semptomlarına geri dönmektedir.

Yeterli kapak açılımını sağlamak için kullanılan mekanizma; aort yaprakcıklarının üzerindeki kalsifik nodüllerin kırılması ve balon ile oluşturulan fissürlerde fibroz dokunun birikmesine yol açar. Tamir edici Fibrozis iyileşme sonucunda tekrar fonksiyonel dar aort darlığı (restenoz) meydana getiren yoğun nedbe dokusu oluşturur (Şekil 50, Şekil 51). Dolayısı ile günümüzde, aort stenozunda perkutan aortik balon valvuloplasti, aort kapak replasmanı ile kıyaslandığında net olarak üstün veya eşit değildir. Faydası girişimden fayda bulacak hasta grubuna bağlı kalmıştır.



**Şekil 50. ABV'nin şematize edilmiş mekanizması.** Balon kateterin retrograd yolla aort kapağının içine yerleştirilmesi (solda) ve Balonun şişirilmesi (sağda).



**Şekil 51. Aort darlığının etyolojisine göre aortik balon kateter (B) ile yapılan valvuloplastide oluşturulan morfolojik değişikliklerin anatomik karakteristikleri.**

### C. Teknik Prensipler:

Kateterizasyondan önce her hastada yeterli ekokardiyografik değerlendirilme yapılmalıdır. Kateterizasyondan önce aort yetersizliği rutin aortografiden ziyade ekokardiyografik inceleme ile değerlendirilmeli. Tek-seanslık tanı ve tedavi amaçlı kalp kateterizasyonu girişimi özellikle aortografinin yapılmaması ve fazladan kontrast verilmemesi ile yaşlı ve genel durumu kötü hastalarda kritik hastalarda morbidite riskini azaltabilir.

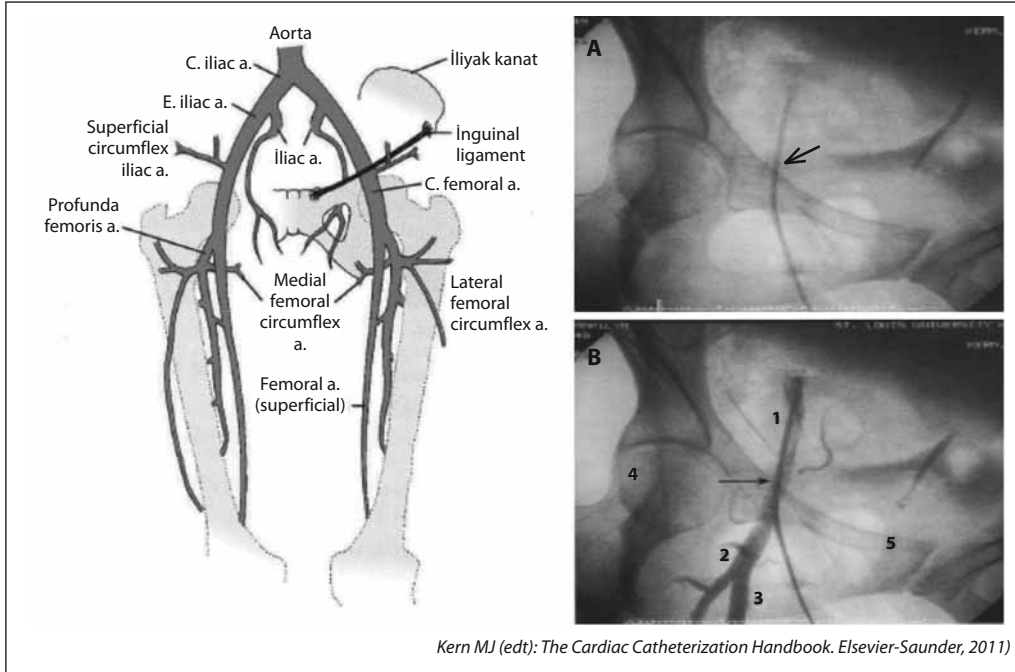
- Balon dilatasyondan önce tanı amaçlı koroner anjiyografi ve ventrikülografi acilen yapılmalıdır.

### İŞLEM:

**1) Arteriyel Giriş:** Femoral ponksiyonu lokalizasyonun belirlenmesi ve büyük (12.5F) giriş kılıfının yerleştirilmesi önemlidir; tanısal kateterizasyonuna göre nisbeten daha yüksekte (kraniyal) olmalı, valvuloplasti için gerekli uzun kılıftan dolayı iğne yan dala sokulmalıdır.

- Arteriyel giriş için ponksiyon noktası Femoral cilt kıvrımı üzerinde belirlenir, ponksiyon için hemostat veya ince duvarlı iğne (Seldinger ön-duvar iğnesi) kullanılır.
- Ponksiyon öncesi doğru ponksiyon yerleşimini belirlemek amacı ile mid-femoral başın lokalize edilmesi için floroskopi kullanılmalı: Ponksiyon ana femoral artere girme şansı en yüksek olan mid-femoral baş düzeyinden yapılmalıdır (Şekil 52). Ponksiyon düzeyinden emin olmak için kontrast ile doldurulmuş 3 mL'lik küçük şırınga ile mikro ponksiyon iğnesi (test ponksiyonu için) kullanılır; femoral artere girildiğinde, ponksiyon yeri ile femoral bifürkasyon ilişkisini doğrulamak için 1-2 mL kontrast injekte edilir. Giriş yeri istenenden çok yüksek veya aşağıda ise, iğne çıkarılmalı ve işlem tekrarlanmalıdır.
- Giriş için ponksiyonun Femoral bifürkasyonun yukarisından yapılmasına ultrason da yardımcı olabilir. Alt abdominal anjiyografi faydalı olabilir.
- Femoral arter ponksiyonu başarıldıktan sonra, kılıf yerleştirilmeden önce floroskopi-de kılavuz telin yeri ve gidişi kontrol edilmeli. İliyo-femoral arteriyel sistem özellikle yaşlılarda oldukça tortuöz olabilir; kılıfı yerleştirmeden önce telin gidişi floroskopide kontrol edilmelidir. Kılavuz tel kontralateral tarafta ponksiyon ederek kılıf sorunsuz artere geçirilebilir; iki giriş ponksiyonundan daha düz gidişat gösteren yol (telin seyrine göre kararlaştırılan) kılıfın yerleştirilmesi ve sonunda balonun geçirilmesi için tercih edilmeli.
- Kılıf anjiyografisi büyük kılıfı sokmadan her zaman yapılmalıdır (Şekil 52). 6 veya 8Fr kılıfının ilk ponksiyonu ve anjiyografisi ana femoral arterde bulunduğu doğrulandıktan sonra sokulabilir. Profunda veya superfisiyal femoral artere 10-14Fr kılıfın yerleştirilmesi komplikasyonlara sebep olabilir.

**2) Heparin:** ACT düzeyini 220 ve 275 saniye arasında sağlayacak kadar Fraksiyone- olmayan Heparinin (FOH) verilmesi tavsiye edilir. Yaşlı hastalarda kılıfın erken çıkarılması önemlidir. Aşırı antikoagülasyon engellenmelidir.

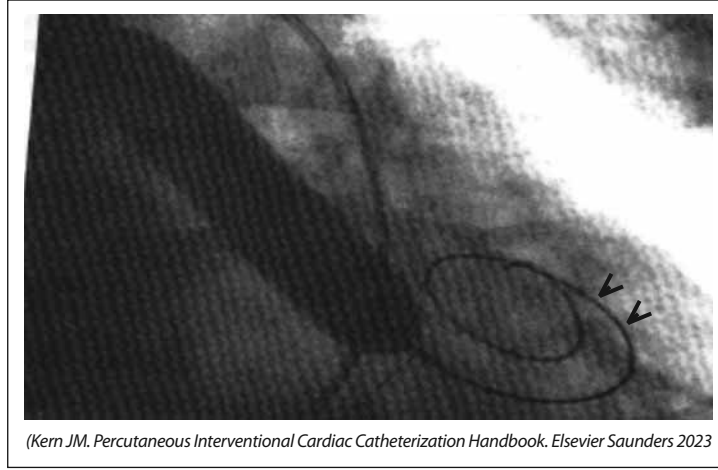


**ŞEKİL 52. (Solda) Femoral arter anatomisi. (Sağda) Floroskopide Femoral arter sınırları: Antero-posterior pozisyon- da femoral arterdeki kılıftan yapılan (ok) anjiyogram (A, B). Anjiyografik sınırlara göre arterin doğru pozisyonu gör- ülmemekte (B): (1)- Ana femoral arter; (2)- Profundanin bifürkasyonu; (3)- Superfisiyel femoral arter; (4)- Femoral başın orta-noktası (mid femoral baş); (5)- İliyak pubis simfizi (Inguinal ligament çizgisi). Femoral arterin üst sınırı inferior epigastrik arterin alt kenarıdır.**

**3) Retrograd Teknik:** Transvalvuler gradiyent ve kalp debisi belirlendikten sonra ciddi aort darlığı varlığı kanıtlanır.

- Arteriyel giriş kılıfı (4-5Fr) balon kateterin sokulacağı 10Fr veya 12Fr büyük kılıf ile değiştirilir. Bu değiştirme sırasında iliyak damarların büyük arteriyel sert dilatör ile perfore olma şansını en aza indirmek için; değiştirme fazla-sert 0.035 veya 0.035 inç kılavuz tel üzerinden yapılmalıdır. Kılıf distal ucu sol ventrikül içinde kıvrımlı kalan 360 cm uzunluğunda fazla-sert tel üzerinde yapılır. Kıvrımın “koç boynuzu” gibi eğ- rililiği kılavuz telin SV apeksine yerleştirilen ucundadır (Şekil 53).
- Bu kıvrım, kılavuz telin başparmak ile Hemostatın eğri kenarı arasında kavranarak, ve telin boyunca hızlıca çekilmesi ile yapılır (hediye paketi kurdelasındaki gibi).
- Tanısal giriş kılıfı büyük kılıf ile değiştirildikten sonra lumeni SF ile yıkanır (‘flus- hing’) ve arteriyel basınca bağlanır; balon valvuloplasti kateteri telin üzerinde aort kemerine doğru ilerletilerek tekniğine uygun olarak aort kapaktan geçirilir.

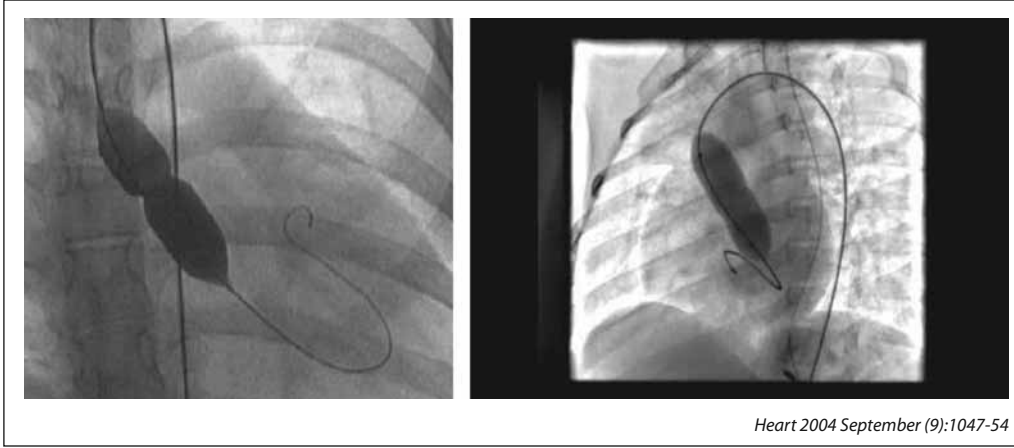




(Kern JM. Percutaneous Interventional Cardiac Catheterization Handbook. Elsevier Saunders 2023)

**ŞEKİL 53.** 5.5 cm uzunluğunda, 20 mm çapında Mansfield trefoil aortik balon valvuloplasti kateteri, Ekstra-destek sağlayan değiştirme kılavuz teli sol ventrikülde “koç boynuzu” şeklinde (okbaşı) kulp yapmış, kıvrım oluşturmak için hemostatin (damarı tutmak için kullanılan ucu eğik künt klemp) ucu üzerinde başparmak ile sıkıştırılarak çekilir (Paketlenmesi sırasında kurdela ile kıvrılıp sarılır).

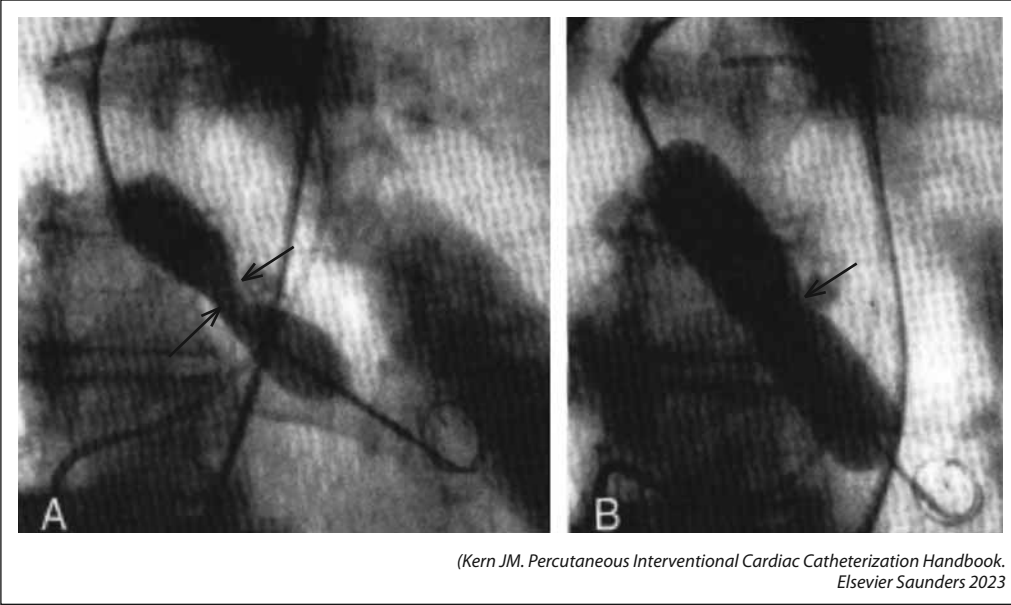
- Balon çapı (yaklaşık olarak); anulus çapının balon çapına oranı (Anulus: Balon çapı) = 0.9 ve 1.2 olması ile hesaplanarak seçilir. Anulus en kolay ekokardiyografi ile ölçülür. Optimal (Anulus: Balon) oranı belirlenememiştir.
  - Kabaca, Kadınların çoğu 20 mm, erkeklerin çoğu ise 22 mm balon ile tedavi edilebilir. Ancak daha küçük anulus çapı daha küçük balon çapının seçilmesini işaret eder. Arteriyel kılıfın büyüklüğü ise, sağlanabilen ticari balon büyüklüğüne göre seçilmelidir.
- 4) Balonun şişirilmesi: Aort kapağın içinde balonu şişirme tekniği çok önemlidir.
- Balonu şişirmeden önce pozisyonunun stabilize edilmesi önemlidir; aort kapağın içinde daha stabil balon pozisyonu sağlamak için (düşük atım hacmi ve kalp debisi ile), sistemik arteriyel basıncı 50-60 mmHg'ye indirerek SV'den öne-doğru akımı azaltan 180-220/dk hızda geçici uyarı verme (pacing) kullanılabilir. Bu hızda uyarı verme ile öne doğru akım azalacağından balona şişme sırasında stabil pozisyon sağlanır.
  - Balon kapağı yarı geçiş pozisyonunda konumlandırılır (Şekil 50 ve Şekil 54). Ventrikül fonksiyonu kötü olanlarda, balonun kapak içindeki pozisyonunun sürdürülmesi çok basittir (öne-akımın hacmi ve hızı azaldığından). Dinamik veya kuvvetli kasılan sol ventrikül, balonun şişirilmesi sırasında hızlı uyarı verme kullanılmamışsa balonu fırlatabilir. Balonun şişmesi sırasında hipotansiyon gelişebilir, bu olgularda kapak içinde balonun konumunu sürdürebilmek için öne-doğru basınç (bastırmak, zorlamak) gerekir.



Heart 2004 September (9):1047-54

**ŞEKİL 54.** Ciddi aort darlığında, Retrograd yol ile RAO projeksiyonda aort kapak içerisine yerleştirilen ABV kateterinin balonu şişirilirken balon üzerinde daralmış dejeneratif aort yaprakcıklarının oluşturduğu çentik (solda) ve LAO projeksiyonda balon tam olarak şişitikten ve kapak açıldıktan sonra çentiğin kayboluşu (sağda).

- Başlangıçta, SF kontrast karışımı doldurulmuş 60 mL'lik büyük şırınga kullanılarak yüksek-basınç musluğu ile balon şişirilir (Şekil 47). Dilüe olmuş kontrast (7-9 bölüm SF, 1 bölüm kontrast karışımı) solusyonun viskozitesi saf kontrasta göre daha düşüktür. Buna rağmen, floroskopik görünürlüğünü de sürdürür. Ek olarak, yüksek ozmolariteli geleneksel kontrast düşük ozmolariteliye göre daha az viskozdur. 10 mL kontrast karışımı ile doldurulmuş şırınga balonu şişirmek için kullanılan yüksek-basınç musluğunun yan-koluna yerleştirilir.
- Balonu mümkün olabildiği kadar şişirmek için 60 mL kontrast kullanıldıktan sonra, operatör musluğu çevirerek çok yüksek basınç altında daha fazla kontrast/SF karışımı injekte etmek için daha küçük şırınga kullanılabilir. Şişirme sırasında bu “artış” balonun maksimal genişlemesi için çok önemlidir. İkinci şişirme maksimal balon şişmesi sağlar (Şekil 55) Bu işlem yapıldığında, Kenarları boyunca tombullaşmış tam olarak genişlemiş balon değerlendirilebilir. Balon perfore olmuşsa optimal dilatasyondan emin olmak üçüncü şişirme yapılabilir. Balonun şişmesi sırasında hipotansiyon ve ventriküler taşikardi tipiktir.
- Balon söndürülür söndürülmez ağ ventriküle uyarı verme durdurulabilir. Kılavuz tel sol ventrikülde korunurken, aortik balon aort köküne geri çekilebilir. Hızlı uyarı vermenin süresini en aza indirmek önemlidir.
- Girişim Ekibi, sağ ventriküle uyarı vermeye başlama, balonu şişirme, döndürme ve uyarı vermeyi kolayca durdurma için pratik uygulama yapmalıdır. Böylece kan basıncının mümkün olduğunca hızla düzelmesi sağlanır.
- Balon hazırlanırken, vucut dışındaki test şişirmelerinde içinde hiçbir küçük hava kabarcığı kalmadığından emin olunmalı.



**ŞEKİL 55.** Aortik Balonvalvuloplasti: Kalsifik aort kapak yaprakcıkları arasındaki balonun çentiklendiği (oklar) görülmekte (**A**). Sert kalsifik yaprakcıklarda balonun yüzeyindeki kırılmış kalsifik nodüller ile çentik (ok) genişler (**B**).

- Maksimal şişmeyi takiben istenen sonuç alınıp söndürüldükten sonra, balon fazla sert kılavuz telin üzerinde geri çekilir ver kılıftan çıkarılır.
- Balon yırtılmışsa yırtık balon materyalinin tamamınının, kılıfın içinden geri çıkarmak sıklıkla güçtür. Çok kuvvetle çekmek, balon ucunun sapını koparabilir. Balon kılıfın içine çekildiğinde, kılıf sıklıkla akordeona dönüşür, balonun dışarıda kalan bölümünü kılıfın içine çekmek için kateterin sabit basınçla geri çekilmesi önemlidir; kılıf içine alınan balon sonra kılıf ve kateter tek parça olarak çıkarılır (kılavuz tel SV'de bırakılır). Yeni bir kılıf tel üzerinde sokulabilir ve valvüloplastinin final sonucunu değerlendirmek için Pigtail tanı kateteri ile sol ventriküle girilir.

### Girişimin Son noktası:

- Transvalvüler gradiyent %50'den fazla düşmüş ve kalp debisi çok az değişmiş veya yükselmişse ABV Başarılı kapak dilatasyonu ile sonuçlanmıştır. Bazı olgularda kapak direnci de değerlendirilir (Şekil 56). 250 dynes/sn/cm<sup>-5</sup> persistan darlık için uygundur. 200 dynes/sn/cm<sup>-5</sup> altında bir değer obstrüksiyonun rahatladığını işaret eder.

$$\left[ \frac{\text{Mean gradient}}{\left( \frac{\text{CO (L/min)}}{\text{SEP (sec/min)}} \right) \times 60} \right] \times 80$$

**ŞEKİL 56.** Aort kapak direncinin hesaplanması (dyne/snm/cm-5). ABV öncesi ve sonrasında değerlendirilmesi çok önemlidir. CO-kalp debisi; SEP- sistolik ejeksiyon periyodu.

### İşlemin Pratiği:

Retrograd aortik teknik aortik balon valvuloplastide çoğunlukla en sık kullanılan yöntemdir. Bir veya iki femoral arterden birisi kullanılabilir: Basıncı izlemek ve gradiyenti belirlemek için sol femoral arterden sokulan 5Fr Pigtail kateter asendan aortaya yerleştirilir. Sağ kalp kateterizasyonu ise sol femoral venden yapılır. Balonlu termodilüsyon kateteri pulmoner artere yerleştirilip girişim sırasında kalp debisini belirlemek için orada bırakılır.

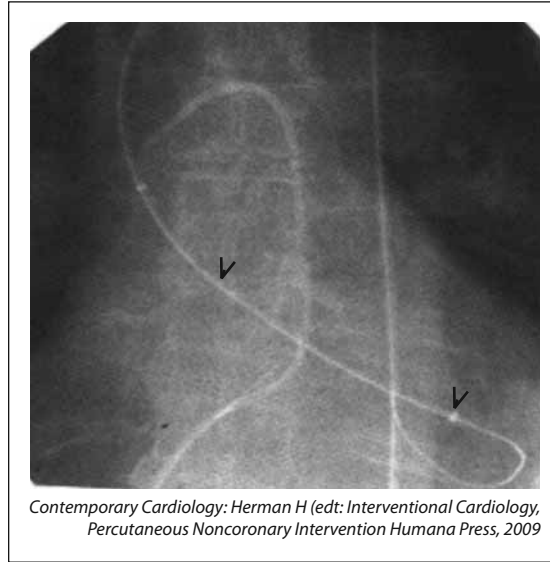
- Sol kalp kateterizasyonu için sağ femoral artere 8Fr kılıf sokulur. Aort kapaktan geçmek için 0.035 inç veya 0.038 inç kılavuz tel kullanılır, açılı Pigtail kateter, sol Amplatz kateter kılavuz tel üzerinde ilerletilerek tekniğine uygun sol ventrikül kavitesine sokulur. SV'deki kateter ve giriş kılıfından ölçülen basınçlar ile girilir. Aort kapak gradiyenti hesaplanır ve Gorlin formülü ile aort kapak alanı belirlenir.
- Aort kapaktan geçmeye teşebbüs etmeden önce hasta heparinize edilmeli.
- Valvuloplasti öncesi ölçümleri takiben (ucu SV kavitesindeki Pigtail kateter lümenine ucu koç-boynuzu gibi eğri), 0.038 inç 300 cm ağır değiştirme kılavuz teli sokularak, sol ventriküle girilir; sol ventrikülün apeksinde tehlikesizce yatması için telin ucu başparmak ve hemostatın eğri kenarı arasında pigtail kateterine sokmadan önce dışarda çekilerek şekillendirilebilir, kıvrılır.
- Önceden yerleştirilen sol ventrikül kateteri (pigtail) çıkarılır ve ucu SSV kavitesinde balon fazla-sert telin üzerinden 12Fr kılıf femoral artere yerleştirilir. Kılıf değiştirilirken vagal reaksiyonları önlemek için kasık yeteri kadar tekrar anestetize edilmeli.
- 12Fr büyük kılıf içinden daha önceden hazırlanan dilatasyon balon kateteri kıvrık ucu sol ventriküle konuşlanmış kılavuz tel üzerinden ilerletilir. Balonun profilini en aza indirmek için içindeki hava giriş kılıfına sokmadan önce dışarda tamamen temizlenmeli. Şırınga ile uygulanan (aspire edilerek) sabit negatif basınç ile sönük tutulmalı. Kılıfın içine rotasyon ile (kendi eksenini etrafında döndürerek) sokulur.
- Birlikte iki operatörün yardımı ile floroskopi altında, balon kateter ilerletilirken ve aort kapağına "ata biner gibi" oturup yerleşirken ağır kılavuz tel gergin ve sol ventriküldeki kolumunda sabit tutulur.

- Balonun proksimal ve distal markerlerini kullanarak balonun ortası kalsifik aort kapak düzeyine yerleştirmeye çalışılmalı (Şekil 57).
- Yeterli, uygun aort kapak anulusu bulunan, normal büyüklükteki erişkinlerin çoğunda; -“20 veya 22 mm çapında ve 4-6 cm uzunluğunda balon ile başlanır”. Küçük veya zayıf hastalarda; operatör 18 mm veya (nadiren) 15 mm ile başlayabilir.
- Balon, yaklaşık 20 ml’lik büyük şırınga (veya anjiyoplasti end-deflatörü gibi cihaz) kullanılarak valvuloplasti balonu dilüe edilmiş kontrast ile doldurularak şişirilir. Etkili, maksimum dilatasyon sağlamak için, şişirilme sırasında balonun aort kapak deliğinin içinde kalmasına dikkat edilmelidir.

Balon kateter ventrikül sistolunun kuvveti ile öne veya geriye doğru fırlama eğilimindedir. Stabil balon pozisyonu sağlamak için, pozisyon sabitken balon yavaşça doldurulur ve sabit pozisyonda kalmaya devam ediyorsa balon maksimum çapına kadar bu kez hızla doldurulur. Kısa, hızlı (180-220/dk) ventriküler uyarı verme atışı (*burst*), sol ventrikül ejeksiyonunu geçici olarak suprese ederek balon hareketini azaltılabilir.

® *Bu sırada, aritmi, iskemi ve aortun kan basıncı sürekli izlenmelidir.*

- Klinik olarak tolere edilebiliyorsa balon 15-20 saniye şişirilmiş kalabilir. Balon söndürülmeye başlarken kılavuz tel sol ventrikülde bırakılarak balon kateter aortaya geri çekilir. Tam şişirilmişken balonun acilen geri çekilmesi, aort kapağın obstrüksiyonuna bağlı sistemik hipotansiyonun süresini kısaltabilir. Aort kapağı daha fazla dilate edebilmek için,



**ŞEKİL 57.** Antero-posterior projeksiyonda, daralmış aort kapaktan sönük valvuloplasti balonunun geçişi. Balonun markerleri (ok başları) yerleştirilir, böylece balon kalsifik aort kapağına “ata biner gibi oturur”.

balonu maksimum düzeyde tekrar şişirmeden önce hastanın kan basıncı ve EKG değişiklikleri bazal düzeye dönmesi ve stabilize olması için beklenmeli, hastanın hemodinamik ve elektrofizyolojik parametrelerin stabilizasyonu sağlanmalıdır.

- Balonu dilüe edilmiş kontrast ile doldurarak şişirip büyütme ve daralmış kalsifik aort kapağın balonu sıkıştırarak oluşturduğu “beli” hafifletmek için, oldukça fazla (zorlanarak) kuvvet uygulanması gerekebilir. 20 mL’lik şırınga ile büyük balonun tamamen şişirmesi güçtür.
- Balon kateter şişirmek için kısa basınç kablosu ve yüksek-basınç musluğu ile daha büyük şırıngaya bağlanır. Musluğun yan-kolu büyük şırınga kullanıldıktan sonra maksimal voluma ulaşma ve şişmeyi artırmak için dilüe kontrast ile dolu 10 mL’lik küçük şırıngaya bağlanır (Şekil 47). Bu sistem ile üç-yönlü musluğun yardımı ile yan-kolundan balona daha fazla kontrast eklenmesi sağlanır. Ancak balonun maksimum düzeyde şişirilmesi yırtılmasına sebep olabilir. Büyük şırınga ile başlangıçta balonun ilk şişmesi kapağı dilate etmekten (balon yüzeyindeki daralmış kapak çentiğinin kaybolması) ziyade sadece hastanın cevabını test etmek içindir. Test amaçlı bu ilk şişirmeyi maksimum balon çapına ulaşmak için ikinci veya üçüncü daha fazla şişmeler takip eder.
- Tek balon ile birkaç başarılı şişirmeden sonra veya balon yırtıldıktan sonra; uzun, ağır değiştirme kılavuz teli yerinde bırakılarak balon arteriyel giriş kılıfının içine doğru geri çekilir. Sıklıkla valvuloplasti balonunun 12 Fr arteriyel giriş kılıfının içinden geri çıkarılması sönmüş valvuloplasti balonu söndürüldükten sonra (her zaman) çoğunlukla uygun şekilde sarılamadığından balon kateter 12 Fr kılıf ile birlikte çıkarılır (12.5 Fr büyük kılıf balonun çıkarılmasını kolaylaştırabilir).
- Aortik balon Valvoplasti kateteri çıkarıldıktan sonra Pigtail kateter sol ventrikülde bırakılan kılavuz telin üzerinden tekrar sol ventrikülün içine geri sokulur, basınç gradiyenti, kalp debisi ölçümü tekrarlanır aort kapak alanı hesaplanır. Hedef: Aort kapak alanında %100’den fazla artış ve kapak alanının en az 1 cm<sup>2</sup> üzerine çıkarılmasıdır. Arzulanan sonuç sağlanamamışsa daha sonra 23 mm çapında balon ile girişim tekrarlanır; 23-24 mm balonla uyum sağlaması için 14 Fr arteriyel giriş kılıfı gerekir.
- Yeterli sonuç yine de sağlanamamışsa; çift balon tekniği uygulanabilir; aort anulusuna göre 15- veya 18- mm çaplarında çift balon yerleştirilir. Bu teknikte ikinci balonu sokmak için diğer femoral arterden de ikinci bir arteriyel giriş gerekir. 12 Fr arteriyel giriş kılıfların yan-kolundan aort basıncı sürekli izlenmelidir.
- Başarılı girişimden sonra hasta Koroner Bakım Ünitesinin bulunduğu bölüme alınır ve hastanın kan basıncı, ritmi, iskemi ve diğer vital parametreler devamlı takip edilir. Femoral artere giriş kılıfı kapatma cihazı ile sütür kullanılarak çıkarılır veya koagülasyon parametreleri normal düzeylerde olanlarda geleneksel olarak giriş yerine elle uzun kompresyon uygulanabilir (özellikle atravmatik ponksiyon yapılmışsa).

## ANTEGRAD (transseptal) AORTİK BALON VALVULOPLASTİ

Antegrad yaklaşımın primer prensibi; balon kateterin sağ atriyumdan transseptal ponksiyon ile önce sol atriyuma, sol ventriküle ve en sonunda aort kapağın içinden antegrad yönde geçirilmesidir (Şekil 58).

Bu yolun avantajları: Antegrad yaklaşımda büyük çaplı venöz (arteriyelin aksine) kullanılmaktadır, ABV’de daha büyük çaplı arteriyel kılıf gerekmesi ve venöz yolla arteriyel taraftan daha kolay sokulabilen, daha büyük balon kullanma olasılığıdır. 14 Fr kılıf antegrad yaklaşımda sağ femoral vene yerleştirilir. Antegrad aortik valvuloplasti Şekil 58’de görüntülenmiştir.

- Sağ femoral venöz yolla (mitral balon valvotomideki gibi) interatriyal septostomi ile transseptal giriş sağlandıktan sonra, sırası ile sol atriyum, sol ventrikül ve çıkan aortaya geçmek için tek lümenli balon-kateter kullanılır (Şekil 58); 7 Fr tek lümenli balon-kateter kullanılarak Mulin kılıfı SV içine yönlendirilir, balon-kateter ile SV apeksinde kulp oluşturulur ve şişirilmiş balon aort kapaktan geçmek için yüzdürülür (Şekil 59, Şekil 60).
- Balon kateter tam kapağın altına yerleştiğinde , aort kapağı geçmek için kılavuz tel kateterin içinden ilerletilir ve tam kapağı geçme öncesi balon söndürülür.
- Asendan aorta içinde valvuloplasti balon kateterini taşıyacak fazla-destek, tek lümenli balon-kateter içindeki tanı amaçlı kılavuz tel sert kılavuz tel ile değiştirilir ve balon kateter çıkarılır (Şekil 58).

Fazla-destekli kılavuz tel desendan aorta içine geçirilir ve stabilize etmek için arteriyel kılıftan sokulan kapan ile arteriyel tarafta yakalanır (Şekil 58); sonuçta fazla-destek teli venöz kılıftan sokulup – arteriyel kılıftan sokulan kapan tel ile yakalanarak; dolaşımı boydan- boya dolaştırılmış ve ucu desendan aortadan yakalanıp stabilize edilmiştir (Şekil 61).

Sonrada, valvuloplasti balon kateteri venöz giriş kılıfından sokularak fazla sert kılavuz tel üzerinden anterograd ilerletilir ve aort kapağın içine yerleştirildikten sonra şişirilir.

Antegrad teknik retrograd yaklaşıma göre daha komplekstir. Özetle: (1) 14 Fr venöz kılıf ile transseptal giriş (atriyal septostomi ile) başarıldıktan sonra; (2) tek lümenli balonlu-kateter ile balon şişirilerek mitral kapak geçirilerek sol ventriküle girilir; (3) ucu önceden eğrilerek biçimlendirilmiş kılavuz tel, ventriküler apeksin etrafında balonun kavis yapmasını ve yukarı aort kapağa doğru yönelmesini desteklemek için balonun lumenine sokulur, ve (4) balon kateter kılavuz telin yönlendirmesi ve yardımı ile aort kapaktan anterograd geçilir, söndürülmüş balon ile dar kapağı geçmek kolaylaşabilir. (5) Asendan aortaya girilince, kılavuz tel aort kemerinden desendan aort içine doğru ilerletilir. (6) Kılavuz teli desendan aortada yakalamak için 6F veya 7F arteriyel kılıf yolu ile, inen aortaya doğru ilerletilen 10 mm “*kaz boynu kaparı*” kullanılır. Tel dışı arteriyel giriş kılıfına göre doğru alınır ve arteriyel bölgede kenetlenir, sıkıştırılır veya tel desendan aortada sıkıca sabitlenerek kapan içinde bırakılır. (7) Balon kateter ve Mulin kılıfı, Femoral vendeki 14Fr femoral kılıf içinden tel üzerinde dışarıya çekilir. İnoue Balon kateteri antegrad ABV için kullanılabilir; (8) MBV’deki gibi kateter kalın ve sert fazla-destek teli üzerinde sol atriyum içerisine ilerletilir; bu sırada tel dışarıdaki ucundan diğer elle hastanın femur ön yüzüne sabitlenerek gergin tutulur; sol atriyum içine doğru uzatılır, balon-kateter mitral kapağı geçmek için sol atriyum içinde ilerlediğinde fazla-destek teli gerilmez ve balon kateter mitral kapaktan geçirilir, sol ventrikül apeksinin etrafına ve aort

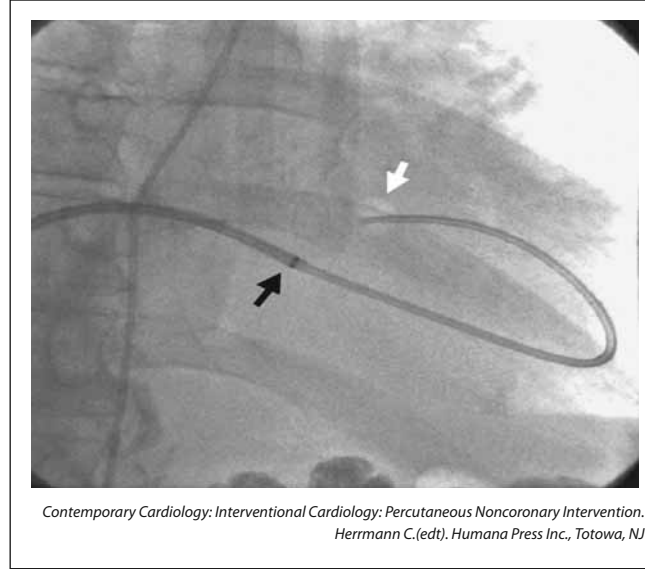


(Kern JM. Percutaneous Interventional Cardiac Catheterization Handbook. Elsevier Saunders 2013)

**ŞEKİL 58.** Antegrad Aort balon valvotomisinin teknik mekanizması ve retrogradiyolla karşılaştırması

- (A)- Çift balon tekniği ile ABV. Daralmış aort kapaktan retrograd geçiren iki 5.5 cm, 18 mm uzun Scimed balonun tam şişirilmesi.
- (B)- Mulin klüf mitral kapaktan geçmek için sol atriyumdan (LA) geçirilir. Uç markeri sol ventrikül akım girişinde görülmekte (kısa ok). Mulin klüfün 7 Fr tek lümenli balon kateteri geçirilir, sol ventriküle ilerletilir ve apekte ucu yukarıya aort kapağına (Ao) yöneltilerek (\*) apekte kulp yapılı (ok başı). Kateterin ucunda şişirilmiş balonun silüeti (\*) pulmoner arter kateterinin tam eğriliği içinde (↑) tesbit edilebilir (ok).
- (C)- Tel 7Fr balon uçlu kateterin içinden geçirilir, sol ventrikülden (LV) aort köküne ve sonrada asendan aortaya ilerletilir (ok başı).
- (D)- 0.032 inç telin proksimali bölümü, inferior vena kava içindeki (solda) 14 Fr klüftan geçirilince görülebilir (uzun oklar). Telin J eğriliği, desendan aortada görülebilir (ok başları). Desendan aortada, mikro-kapan telin distal ucunun üzerine geçirilir. Kapan telin üstüne demirleyebilir ve balonun SV'den aortadan geçirilmesi için stabilize edilerek desendan aortada yerinde bırakılır.
- (E)- Şişirilmiş Inoue balon kalsifik daralmış aort kapak içinde görülmekte. Tel kulpu şişirme sırasında SV'de düzleşir. Balon söndürüldükten sonra, balon sol atriyuma doğru çekilir ve SV'de telin kulpu yeniden oluşur. (Alt panelde solda)- Inoue Balon ile antegrad Aortik Balon Valvuloplasti. Şekilde sol-alt köşeden başlayan: Klavuz tel sağ atriyumdan (RA) transseptal delikten sol atriyuma (SA) geçer, sonra da sol ventriküle (LV) kıvrılarak aort kapak (Ao) içinden asendan aortaya geçer. Telin geçişi için tek lümenli esnek balonlu kateter gerekir; transseptal klüf (Mulin) ile SV apeksinde kulp yaparak aort kapağına yöneltilir; sonrada ekstra-destek sağlayan sert klavuz teli balon kateterin lümeninden geçirilerek asendan aortaya sokularak yakalanır. Ve femoral klüftan dışarı çıkarılır. Sert klavuz tel ray görevi görmek için balon kateterin antegrad aort kapaktan geçirilmesi için gereklidir. Şekilde aort kapak içinde tam olarak şişirilmiş Inoue balon görülmektedir.





**ŞEKİL 59.** Antegrad Aortik balon Valvuloplasti uygulaması. Kateter trans-septal yoldan sol ventriküle geçirilir. Tek-lumenli balon kateter, Mullin kılıfının içinden geçirilerek sol ventrikül apeksinde kulp oluşturularak ve sonra da aort kapağın içinden geçirilir. Tel desendan aortada yakalanır, böylece balonun antegrad geçişi stabilize edilir. (**Siyah ok**)- sol ventrikülde Mullin kılıfının ucunu göstermekte. (**Beyaz ok**)- aort kapağa yaklaşan tek-lumenli balon kateterin ucunu göstermekte.

kapağın içine gelindiğinde; (9) balon hızla şişirilir ve söndürülür (Şekil 58). (10) bir, üç defa arasında balonun şişirilmesinden sonra balon geri çekilir ve son hemodinamik sonuçları belirlemek için Pigtail kateter kılavuz tel üzerinde sol ventriküle yerleştirilir.

© Dolaşımı boydan-boya geçen kılavuz telin çıkarılmasına dikkat edilmelidir; tanı kateterinin içinde kateter duvarı ile (kılıflı gibi) kaplanmış kılavuz teli en az aort kemerine, ideal olarak desendan aort içerisine kadar çekilmeli. Tanı kateterinin plastik koruyucu kaplaması olmadan kılavuz tel çekilirse, mitral veya aort kapaklara zarar verebilen büyük sürtünme ile karşılaşılabilir.

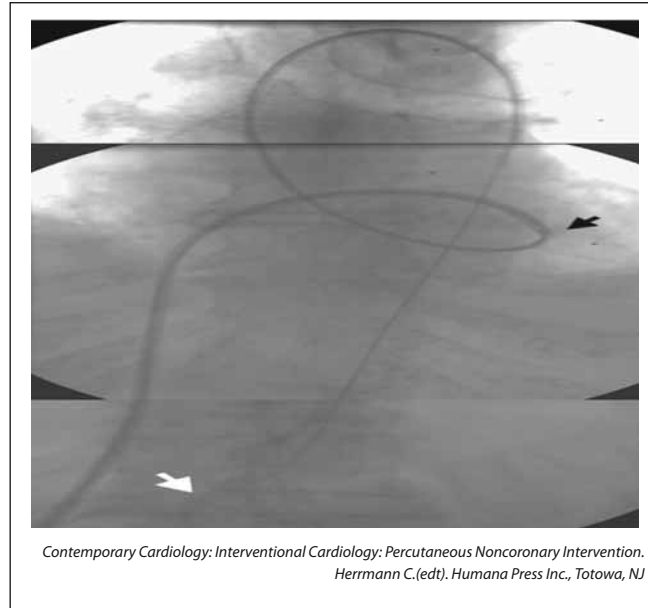
## İŞLEM:

- 1) Sağ atriyum- sol atriyum yönünde aortaya antegrad yolla ulaşmak için Sağ femoral ve-ne14Fr kılıf yerleştirilir. Anterograd İnnoe Baloon ile Aortik Valvuloplasti görüntüleri ve işlemin köşe-taşları (Şekil 58)'da gösterilmiştir: Femoral venden sağ atriyuma oradan sol atriyuma transseptal yolla geçmek için interatriyal septostomi MBV'deki gibi tekniğine uygun olarak gerçekleştirilir.

- 2) Transseptal ponksiyondan sonra, Mullin kılıfı 7Fr tek-lumenli balon-kateter ile sol atri-  
yumdan sol ventriküle yöneltilir. Balonu şişmiş katetere sol ventrikül apeksinde kulp yap-  
tırılarak ucundaki balon, aort kapağın içinden karşıya aort köküne doğru akım yönünde  
yüzdürülerek geçirilebilir (Şekil 59, Şekil 60).

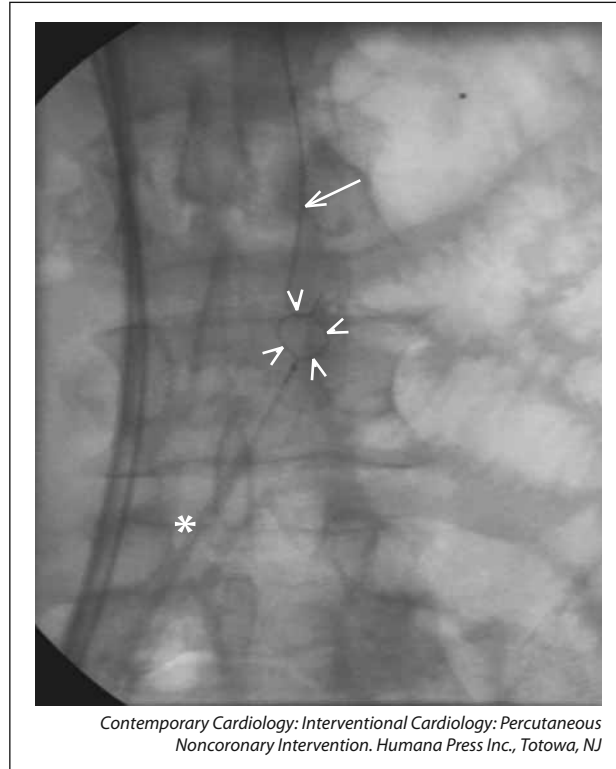
® *Teknik ipucu: Balon kateter aort kapağın tam altına yerleştirilir ve bu sırada aort kapağı geçmek için kılavuz tel kateterin lumenine sokulup ilerletilir; aort kapaktan geçi-  
rilmeden hemen önce balon söndürülür, kateterin içinden geçirilen tel ile daha kolay ma-  
nipüle edilen balon-kateter kapağın içinden geçmeye zorlanırken kalsifikasyonu balonun  
yırtilmasına sebep olabilir.*

- 3) Balon aort kökünde olunca, 0.032 inç X 260 cm fazla-sert kılavuz tel balon kateterin içi-  
nden desendan aortaya geçirilir (Şekil 60).

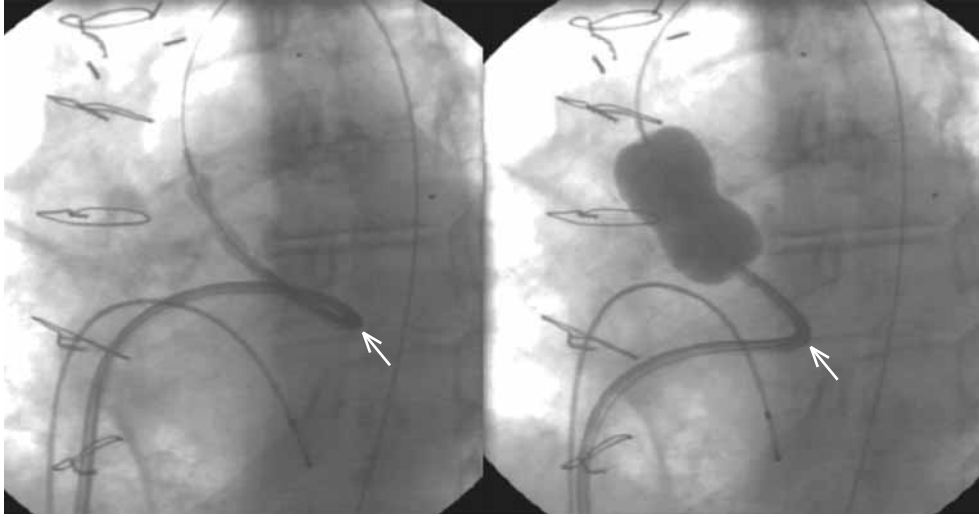


**ŞEKİL 60.** Fazla-sert kılavuz telin kulpu dolaşım boyunca görülebilir. (Alt-  
ta)- resimin solunda köşede femoral venöz giriş yolu ile Mullin kılıfı yukarı-  
ya sağ atri-  
yumdan, sol atri-  
yumdan içinden sol ventrikülün içine geçirilmiş. (Siyah ok)-Sol ventrikül apeksine yakın Mullin kılıfının ucunu işaret etmekte. Tek-  
lumenli balon kateter, SV apeksi civarındaki Mullin kılıfının içinden geçirilir,  
stenotik Aort kapaktan desendan aortanın içerisine geçirilir. Resimin sol  
altında (Beyaz ok)- sağ femoral arterde J-uçlu kılavuz tel. Böylece tel ile  
boydan boya dolaşım geçilir; kılavuz tel "sağ femoral venden başlamak-  
ta, kalbe ve orta aortaya doğru gitmekte ve aynı tarafın femoral arterinde  
sonlanmakta".

- 4) 6 Fr arteriyel kılıf yolu ile kaz-boynu kapanı kullanılarak tel yakalanır veya kulpu dolaşımından stabilize etmek için aorta içinde yerinde bırakılır (Şekil 61).
- Böylece sağ femoral venden sokulan ve sağ ve sonra sol atriyumlardan, sonra da mitral kapaktan geçirilerek, tek-lumenli balon kateter yardımı ile aort kapaktan aortaya geçirilen fazla-sert tel femoral arter giriş kılıfından sokulan “kaz-boynu kapan” ile dendan aortada yakalanan tel kapan ile femoral arter kılıfından dışarı çıkarılır ve hastanın uyluğunun ön yüzüne bastırılarak sabitlenir.
  - Bu işlem boyunca floroskopide kılavuz telin kulpunun sol ventrikülde kalmasına dikkat edilmelidir (Şekil 62), ancak, mitral kapak regürjitasyonuna sebep olmayacak kadar çok gergin tutulmalı. Bu noktada fazla-sert kılavuz tel dolaşım boyunca (femoral venden- artere) oldukça stabil ray sistemi oluşturur. Bu sistem kullanılarak geleneksel balon veya İnoue balonun anterograd septal ponksiyondan ve aort kapak içinden geçirilmesi mümkün olur. Bu yöntem özellikle aort kapak retrograd yolla geçilemediğinde yararlıdır. Ancak bazı hastalar, bu yöntemi mitral ve/veya aort kapaklara fazla



**ŞEKİL 61.** Femoral venden sokulan tel desendan aortaya yerleştirildikten (ok) sonra, telin pozisyonunu desendan aortada sabitlemek için “kaz boynu kapan” (ok başı) femoral arteriyel kılıftan retrograd geçirilerek tel arteriyel kılıftan (yıldız) çekilerek dışarı çıkarılabilir.

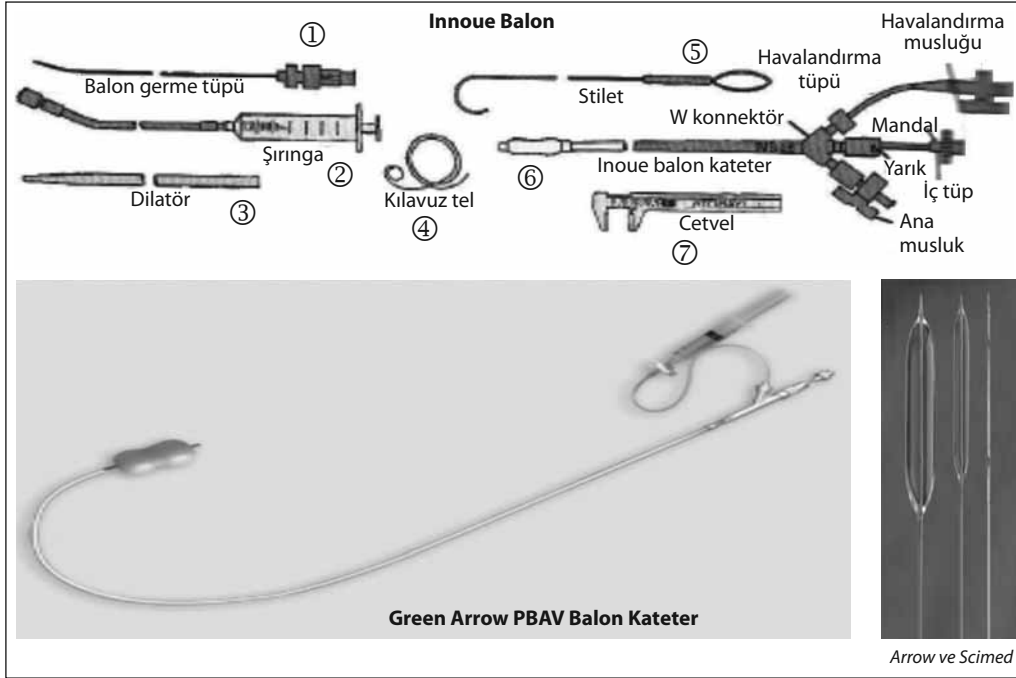


Contemporary Cardiology: Interventional Cardiology: Percutaneous Noncoronary Intervention.  
Humana Press Inc., Totowa, NJ

**ŞEKİL 62.** Telin kulpu boydan boya dolaşıma geçirildikten sonra, balon kateter antegrad yol ile aort kapağın içinden geçirilir. (*Soldaki panoda*); İnnoe balon sol ventrikül apeksinden çapraz geçirilir ve aort kapağa oturtulur. (*Sağdaki panoda*); balon tam olarak şişirilmiştir. Balonun aort kapağa angajmanını sağlamak için SV apeksindeki kulpun bir bölümü (oklar) geri çekilir. Balon şişirilir şişirilmez SV apeksinde telin kulpunu yeniden yapmak için kateterin sapı ilerletilir.

sert ve kalın telin yaslanarak açık kalmasından (regürjitasyona yol açarak) anterograd yöntemi tolere edemez.

- İnnoe balon kullanıldığında, 26 mm orta büyüklükte balon aynı teknik kullanılarak sol atriya geçirilir. Fazla- sert kılavuz tel girişim boyunca yerinde bırakılır. İnnoe balon MBV'deki gibi kullanılır, balonun profilini azaltmak ve destek sağlamak için septal delikten geçirilene kadar germe-tüpü balonun ucuna kadar sokulur, sol atriya geçince germe tüpü geri çekilerek içine stilet sokularak mitral kapaktan geçirilir (Bakınız bölüm MBV).
- i) Balonun Germe- tüpü balonun sapının içine geri çekilerek (kateterin distal balon segmenti gevşer, eğilir ve kısalır) balon aort kapağın içine doğru ilerletilir (Şekil 63).
- ii) İnnoe balon kateterinin avantajı; hızlı şişirme söndürme siklusu, girişimin tolere edilebilirliğini artırır. İnnoe balona göre geleneksel balon (Mansfield, Scimed aortik valvuloplasti balonu gibi), aort kapaktan fazla güç olmadan geçirilebilir. Fakat balon şişip sönmüş ve açılıp kanatlı duruma geldikten sonra atriyal septal delikten geri çekilmesi (hazır ambalajlı katlanmış şekline göre) güç olabilir. Girişimin sonucunda, 5Fr veya 6Fr Pigtail tanı kateteri telin üzerinden femoral venden aortaya geçirilirken tel hareket edince kateter sürtünmeyi azaltan plastik kılıf fonksiyonu sağlar (kapaklarda yaralanmayı önler).



**ŞEKİL 63.** Toray Inoue balon cihaz kutusunda bulunan araç ve gereçler: (1) uzun metal hipotüp; balonu germe tüpü balonu uzatmak ve inceltmek için balon kateterin iç tüpüne geçmek için kullanılır; (2) ayar edilmiş şırınga balonu şişirmek için kullanılır, şırıngada ayar edilmek için markerler bulunmaktadır böylece (basınçtan ziyade volum çekilmesi ile sağlanan), balon çapı önceden belirlenir; (3) dilatör femoral venöz ponksiyon yerinde subkutan dokuları hem de septumu dilate etmek için kullanılır; (4) 0.025 inç paslanmaz çelik esnek, yaylı kılavuz tel; (5) yönetilebilen stilet, balon sol atriyum girince balon kateterin içine sokularak balonun mitral kapağa yönlendirerek SV'ye geçmesini sağlar. (6) balonun kendisinin havalandırma tüpü yükselen W konnektörü bulunur, iç tüp balon- germe tüpü ve stileti sokmak ve balonu germe için kullanılır ve ana musluk şırınga ile balonu şişirmek için kullanılır; (7) Cetvel veya kumpas, şırınga üzerinde dereceyi balonu şişirmede işaretlemek için kullanılır. (Altta ve Sağ kenarda) Aortik Balon Valvuloplasti kateterleri (Arrow ve Scimed).

- iii) İnoue balon valvuloplasti sonrası geri çekilirken germe tüpü balonun içine doğru itilerek balonun profili inceltir, böylece özellikle atriyal septal delikten geri çekilirken zorlanmaz
- İnoue balonun teorik faydası, balonun daha büyük distal bulböz (soğan biçiminde) bölümü, aortik vkapak anulusuna oturur ve yaprakcıkları valsalva sinüsünün içine doğru gerer, bu mekanizma daha büyük aort kapak alanı sağlar. Antegrad yaklaşımın bir avantajı vasküler komplikasyonları azaltmasıdır.

### Komplikasyonlar:

Perforasyon, aritmiler, emboliik olaylar, kapağın zarar görmesi (aort yetersizliği ile) ve femoral komplikasyonlar girişimin çoğu dramatik, bazen fatal olası riskleridir (Tablo 11). Girişimi yapmak için kullanılan balon dayanıklıdır ve keskin ucu bulunur.

Manipulasyon sırasında balonun kendisi veya balon kateteri yerleştirmek için kullanılan fazla sert, ağır kılavuz tel ile ventrikül duvarı delinebilir. Perforasyon %1-3 olguda, sonucunda kalp tamponadı ise %1 olguda gelişir. His dalı ve AV düğüm aort kapak anulusuna bitişiktir. Balon şişirilmesi ileti sistemi üzerine tazyik uygulayarak intertisyel çarpabilir ve ödem gelişimi ile iletiyi etkileyebilir, AV tam bloğa sebep olabilir. Geçici uyarı verme gerekebilir ve girişim öncesinde bulunan her dal bloğunda geçici kalp pili jeneratörü ve uyarı verme teli acilen kullanıma hazır bekletilmelidir. Girişim sonrası devamlı kalp uyarı verme nadiren gerekir.

Kapağın zarar görmesine bağlı aort regürjitasyonu nadiren görülür. Geçici serebral iskemik atak (TİA) veya inme hastaların %1-3'de oluşur, trombojenik kılavuz telleri ve kateterlere bağlıdır.

Birden fazla kateter, kılavuz tel ve büyük "French (Fr)" kılıfların kullanılması femoral arterde travmaya sebep olabilir. Giriş yerinde hematoma ve arteriyel kanamaya bağlı transfüzyon ihtiyaç sırası ile %10-20 ve %5-15 sıklarda bildirilmiştir.

Laboratuarda girişimin mortalite oranı %1 olup, seçilen hasta tipine bağlıdır (özellikle yaşlı sol ventrikül fonksiyonu kötü).

**TABLO 11.** Aortik Balon Valvuloplasti Performansını Olumsuz Etkileyen Kardiyovasküler Durumlar ve Komplikasyonlar

| ABV uygulanmasını kısıtlayan durumlar:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ABV tedavisinin Genel Sorunları:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sol ventriküle retrograd girişin zorluğu</li> <li>• Hemodinamik değerlendirme gerekliliği (Pulmoner arter kateteri ile)</li> <li>• Düşük gradiyent/kalp debisi.</li> <li>• Büyük balon çapı</li> <li>• Yavaş şişirme-söndürme siklusu.</li> <li>• 12-14 Fr Femoral arteriyel giriş.</li> <li>• Restenoz (riski yüksek)</li> <li>• Balon ile kapakta yapılan fissürler/çatlamalar.</li> </ul> | <p><b>Bradikardi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İleti sistemi hasarı</li> <li>• Vagal stimülasyon</li> <li>• Perforasyon</li> </ul> <p><b>Hipotansiyon:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanama</li> <li>• Perforasyon</li> <li>• SV depresyonu</li> <li>• Aort yetersizliği</li> <li>• Kılıf yaranlanması</li> </ul> |

## ABV İŞLEMİNDE PRATİK TAVSİYELER

Aortik balon valvotomi iki yöntemle uygulanmaktadır; femoral- arterden retrograd, femoral venten antegrad yolla sonuçta sol ventriküle ulaşarak, aort kapak yaprakcıkların içine balonu yerleştirerek şişirmektir; daralmış kalsifik aort kapağı açmak için balon için tek balon ile; trefoil balon balon kateter (Mansfield) veya Innoue balon-kateter veya aynı yöntemde iki giriş ile (sağ, sol femoral ven ve arterler) iki balon-kateter (Scimed gibi) kullanılabilir (Şekil 63).

Günümüzde en sık kullanılan bir balon-kateter ile retrograd yöntemdir. Retrograd yöntemde, Arteriyel giriş büyük (*Fr size*; 1Fr = 1/3 mm) arteriyel giriş kılıfını yerleştirerek, sonrada içinden balon kateteri sokup aort kapaktan geçirmek için bireysel beceri ve ustalık ile özel teknik ve manevralar gerekebilir.

Retrograd ABV'nin temel tekniği femoral arteriyel yol ile kateterin aortadan retrograd yolla ilerletilmesi (önce Pgtail kateterin SV'ye sokulması; sonra da içinden fazla-sert kalın kılavuz destek teli ilerleterek koçboynuzu gibi kıvrık distal ucunu SV apeksine yerleştirip; üzerinden balon-kateterin aort kapaktan geçişini kapsamaktadır.<sup>6-8</sup>

### Geçici Kalp Pili ve Uyarı Verme Zorunluğu:

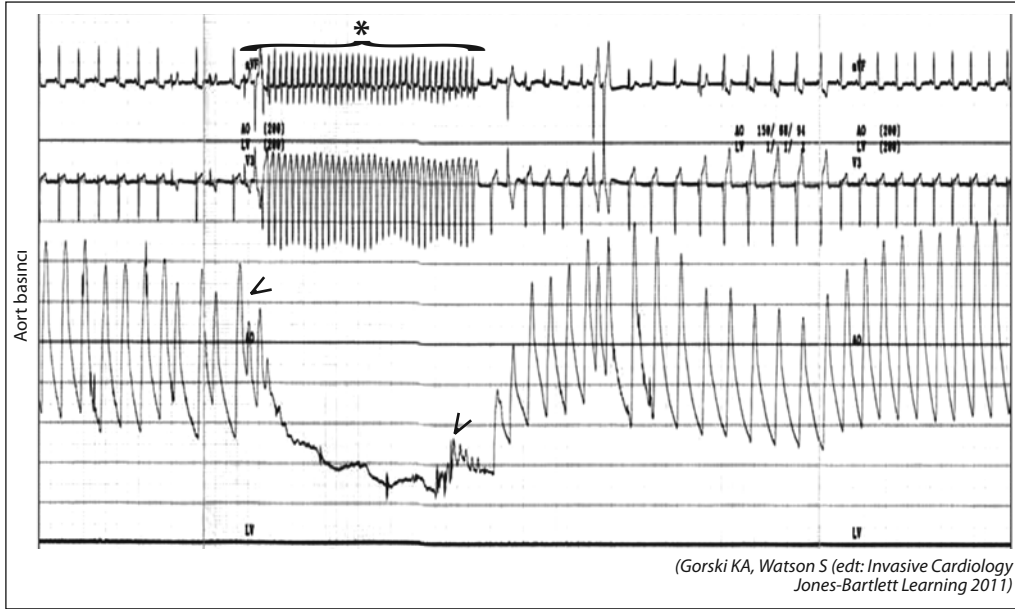
- Balonun şişirilmeleri sırasında atım hacmini azaltmak için sağ ventriküle hızlı uyarı verme kullanılabilir. Böylece balonun SV tarafından öne, aortaya fırlatılma sorunu oldukça azalır. Balonu şişirmeden önce, 160-220/dk hızda “*uyarı verme atışı*”, aortun sistolik basıncını anlamlı derecede düşürür, 50-60 mmHg sistolik aort basıncı oluşturur (Şekil 64). Balonun aort kapak içerisinde şişmesi zirveye varır varmaz uyarı verme sonlandırılır. Bu, balonun SV çekilme veya fırlatılma şeklini işaret eder.
- Öncesinde dal bloğu veya inter-ventriküler ileti gecikmesi bulunan hastalarda ABV öncesinde veya girişim sırasında sağ ventriküle geçici uyarı verme teli yerleştirilmeli veya en azından acilen uyarı verme teli sokulması için venöz giriş kılıfı bulundurulmalıdır. Bu hasta grubunda işlem sırasında Tam Kalp bloğu meydana gelebilir.

Birlikte Sağ kalp kateteri de kullanıldığından, ve sol ventrikül de balon ile anlamlı derecede enstrümente edildiğinden (ventrikül duvarı ile kateter ile manevra sırasında temas ederek) septumun heriki tarafı (sürtünerek sıyrılarak) aşınabilir ve sonucunda atriyo-ventriküler ileti kaybolabilir. Öncesinde ileti bozukluğu bulunan hastalar arasında, balon ile anuler kalsifikasyonun yerinden çıkarılması atriyoventriküler ileti sistemini etkileyebilir, böylece önceden var olan ileti gecikmesi ve AV blok kötüleşir. Tam blok olduğu zaman genellikle 12-24 saat içinde çözülür, fakat devamlı da kalabilir. Nadiren bazı hastalarda işlemi takiben kalıcı kalp pili gerekebilir.

### Vasküler Giriş:

Perkutan ABV'nin kritik elementi femoral arterin değerlendirilmesidir. İlk ponksiyonun Floroskopi yönlendirmesi önemlidir, böylece profunda ve süperfisiyal femoris arterlerinden ziyade ana femoral artere girilir (Şekil 52).

Balonlar için uzun kılıf gerekir, ponksiyon bifürkasyonun yukarisından yapılmalıdır. Hastaların 2/3- 3/4'de ana femoral artere femur başı ortasının düzeyinden yapılan ponksiyon ile girilebilir.



**ŞEKİL 64.** 170-220 hızında sağ ventriküler uyarı verme (\*) ve aort basıncındaki düşme (ok başları arası).

- ABV girişimi prensip olarak dejeneratif kalsifik aort darlıklı yaşlı hastalarda uygulandı-ğından femoral kıvrımın yeri femoral ponksiyon yeri her zaman için güvenli bir nokta değildir. Ağır, şişman hastalarda ise iki kıvrım olabilir ve zayıf yaşlı hastalar da cilt yerçe-kimine direnmeyi kaybettiğinden (sarktığından), kıvrım femoral başın kaudaline doğru (aşağıya) gider. Arteriyel giriş-Kılıfı yerleştirildikten sonra femoral arterin anjiyografik olarak değerlendirilmesi önemlidir.

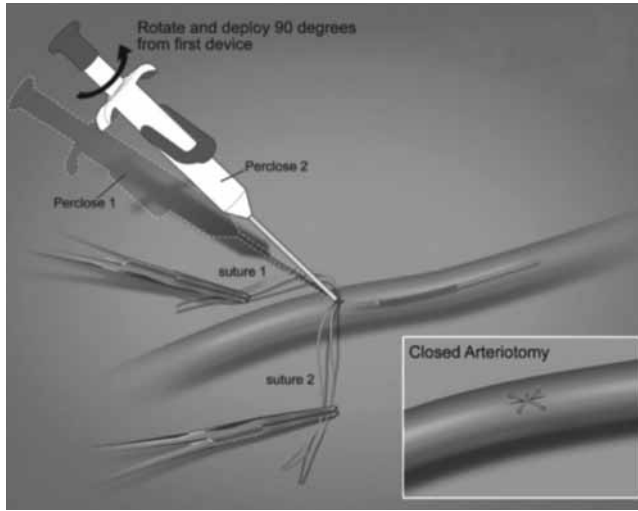
® 6F uzun kılıf ile başlanabilir. Femoral anjiyografi yaygın aterosklerotik hastalık gösteri-yorsa büyük ve uzun valvuloplasti kılıfı için uygunluğunu görmek için sol iliyak ve fe-moral sistemi, iliyak bifürkasyonun üstünden yakalamak ve görüntülemek için sol internal mammari (LİMA) tanı kateteri kullanılabilir.

- Arteriyel ponksiyon femoral bifürkasyon altından ise, ponksiyon için anjiyografik yön-lendirme kullanılmalı ve balon-kateterin sokulacağı yeni kılıf mevcut kılıfın yukarısına sağ veya sol tarafa yerleştirilmelidir.

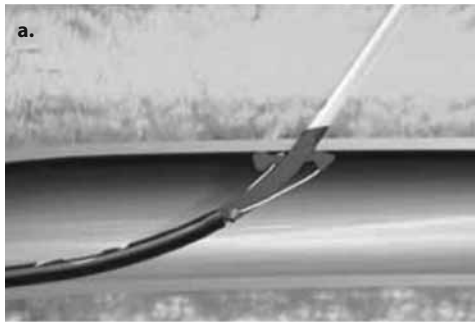
### Kapatma cihazı sütürünün hazırlanması:

İşlemin düzeni sırasında, deliğin kapatma-öncesi dikiş yeri önemlidir. 6 Fr kılıf, arter içine konulan 10 Fr Perclose cihazı ve sütürler ile değiştirilebilir. Bu noktada dikişler bağlanamaz; tel Perclose taşıyıcı cihazı içine sokulur, taşıyıcı cihaz arteri dışarıdan destekler ve 12 Fr veya 14 Fr kılıf tel üzerinde geri geçirilir. Büyük arteriyel kılıfın geçişini sağlamak için fazla-sert tel kullanılması faydalıdır.<sup>6,8</sup> Şekil 65'de iki dikişle kapatma cihazı yöntemi şematize edilmiştir.

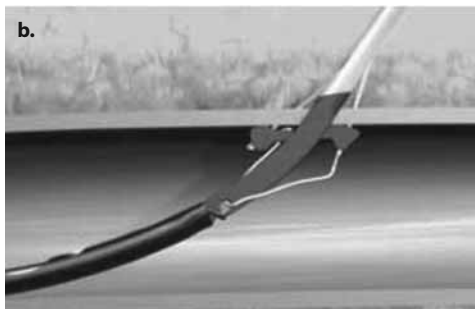




Şekil 2. Perclose cihaz ile kapatma yöntemi.

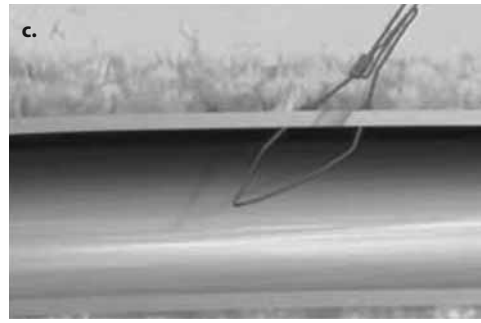


a. Ayakların açılması

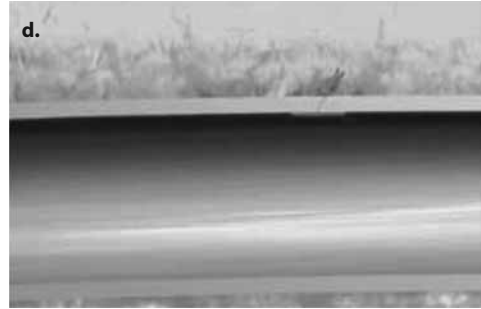


b. İğnelerin açılması-

Şekil 1. Proglide kapatma cihazı ile dikişle kapatma.

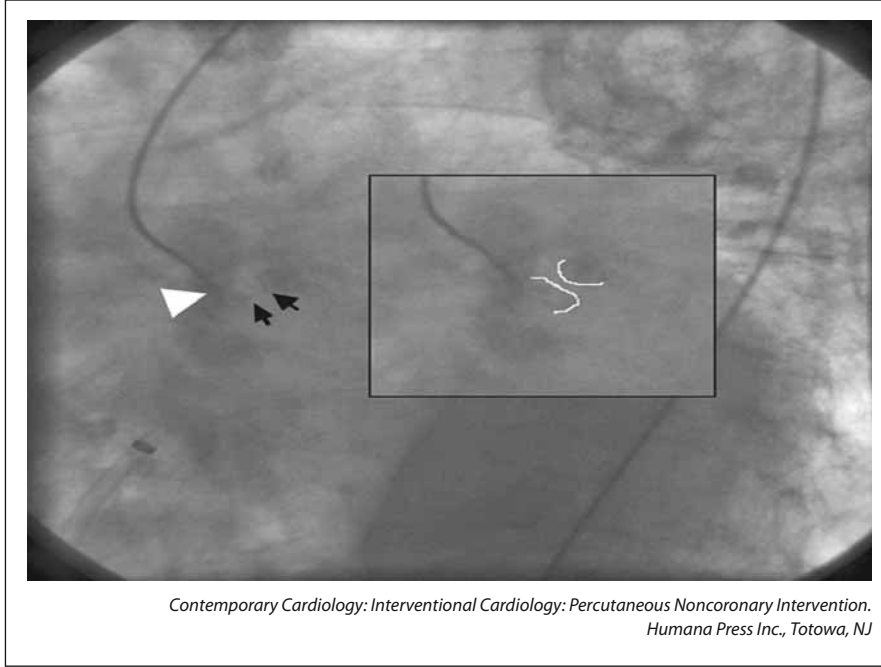


c. Önceden bağlanmış düğüm ile dikişin birleştirilmesi



d. Dikişler dokuyu bir araya getirerek yaranın iyileşmesini hızlandırır ve arteriotominin kapanması için pıhtı teşekkülü gerekmez.

ŞEKİL 65. Dikiş ile kapatma cihazları örneği.



**ŞEKİL 66.** Aort kapağı geçme tekniği: Aort darlığı ile orta kökünün LAO projeksiyonda, kateter kalsifik aort kapak yaprakçıklarının deliğinin ortasına yakın yerleştirilir. (Küçük siyah ok) Küçük siyah oklar aortik kapak kalsifikasyonlarının aort kapak deliğinin her iki yanında SV tarafını göstermektedir. İlave küçük resim kalınlaşmış aort yaprakçıklarının kenarlarını göstermektedir, dış hatları beyaz çizili kalınlaşmış kalsifik yaprakçıklar kalınlaşmış yaprakçıklar arasında aort deliği görülmektedir.

Deneyimlere göre, 30 cm arteriyel kılıf kullanılabilir. Bazan bu tercih iliak damarların yoğun tortüözite veya kalsifikasyonunda mümkün olmayabilir.

® Kısıtlı deneyimlerimize göre, önceden antikoagulan almayan, arteriyel giriş zorlanmadan ve atravmatik sağlanan hastalarda kapatma cihazlarının kullanılması zorunlu olmayabilir, bu hastalarda elle dikkatli uzamış kompresyon yeterli hemostaz sağlayabilir.

### Lidokayin ile lokal ağrı tedavisi:

Lidokayinin çekinmeden ve alışılmıştan fazla lokal kullanımı ile sağlanan yeterli lokal anestezi, hastanın büyük kılıfların geçişini tolere edilebilmesi için önemlidir. Aynı zamanda, ileri yaşlılarda özellikle hikayesinde inme veya nöbet bozuklukları bulunanlarda Lidokayin toksisitesine dikkat edilmelidir (bulantı, kusma, konfüzyon, baş dönmesi ve solunum durması). İşlem sırasında bilinç değişiklikleri bulunabilir, Lidokayin toksisitesi unutulmamalıdır.

### Düşük Kalp Debisi için Dobutamin:

Sağ kalp kateterizasyonunu ve bazal basınçlar ölçüldükten sonra, kalp debisi hesaplanmalı ve işlem sırasında dikkate alınmalıdır (balonun şişirilme süresi, taşı-, bradi- aritmiler, ventrikül hızı ve hastanın hidrasyonu ile). Kalp debisi  $<3$  L/dk olan (özellikle  $<2.5$  L/dk) hastalarda Dobutamin desteği kullanılmalıdır. Bazal kalp debisi düşük hastalar balonun şişirilmesi ile ilişkili olarak daha da düşen kan basıncını tolere edemezler. Bu hastalarda Dobutamin kalp debisini düzeltir. Kapak alanı dobutamin infüzyonu başladıktan sonra tekrar değerlendirilmelidir.

### Kapağı Geçmek ve Balon- Valvuloplasti Kateterini idare etmek:

Aort kapağı geçmek girişimin en önemli adımıdır. Operatör aort köküne gerekirse elle kontrast da vererek floroskopide aort kapak yüzeyini, taramalı, incelemelidir.

Floroskopi altında LAO projeksiyonda aort kapak uçlarındaki yoğun kalsifikasyon aranarak kateter ve/veya ucu düz kılavuz tel yaprakcıkların ortasına yakın yerleştirilir (Şekil 66). Kateter aort kökünün floroskopik genişliğine göre seçilmeli. Kateter Aort kökü içine kadar düz kılavuz tel üzerinde sokulur ve “saat-yönünde” tel aort kökünün ortasına yönelinceye kadar kateter döndürülür. Kateterin açısını değiştirmek için (hareketli, çekirdekli) düz kılavuz tel kullanılabilir. Aort kökü çapı çok küçük olduğunda; kateter tel ile sağ Judkins eğriliğinin şekline benzer hale getirilir ve düzleştirilir; SV ve aortik birleşme (aort kökü) aşırı derecede açılı akut açılı olmadıkça açılı biçimdeki kateter hastaların çoğunda aort kökünün ortasına ulaşabilir.

- Konik, hareketli çekirdek teller bu amaç (aorta yüzeyini tarama) için yeterli sertlikte değildir. Hareketli çekirdeğin 3-4 inç geri çekilmesi ile telin distal ucu başlangıçta tamamen yumuşaktır, ucun tamamen eğri şekil almasını sağlar. Kateterin ucu floroskopide yoğun kalsifik görünen aort kapağın merkezi üzerine konuşturılır.
- Kateterin içinden geçirilen düz tel, kapağın içinden geçirilene kadar ileri geri ilerletilir.
- Nadiren, kapak üzerinden elle kontrast injekte edilmesi kommisurların santral bölgesinin saptanmasına yardımcı olabilir, bazen tel kommisurların biraz uzağından da geçebilir, ancak en yüksek başarı şansı kommisurların santral noktasında görülür.
- SV’ye sokulan ve vucuttan dışarıdaki proksimal bölümü hastanın uyluğunun ön yüzüne operatörün diğer eli veya yardımcısı tarafından elle bastırılıp stabilize edilen tel üzerinden kateter (Pigtail), sol ventrikül içerisine doğru ilerletilir, sonra da kateter SV’de bırakılarak ve floroskopide Pigtailin ucu izlenerek tel yavaşça geri çekilir.
- Hastalarda çoğunlukla, önce küçük veya orta uzunlukta pigtail kateter seçilir. Genellikle, telin yönüne dayanarak sonra kateter seçimleri yapılır, heriki tip kateter de koroner kateterlerin çoğundan sol ventriküle daha kolay geçirilebilir, ucu sivri koroner kateterler tek başına sol ventriküle sokulmamalıdır, özellikle hipertrofik sol ventrikül miyokardiyum perforasyon riski yüksektir.
- Sol ventriküle girildikten ve hemodinamik ölçümler ile (SV ve arteriyel kılıfın yan kolu arasındaki basınç gradiyenti) aort darlığı kanıtlandıktan sonra 260 cm uzunluğunda, 0.038 inç değiştirme teli valvuloplasti balonunu değiştirmek için kullanılmalı; SV’ye 0.033-

0.035 inç tel üzerinde sokulan kateterin lumenindeki tel sert kılavuz tel ile değiştirilerek SV kavitesine yerleştirilir.

### **Balon valvuloplasti kateterini taşıyan sert telin takılması:**

- Balon-kateteri taşıyacak Tel mümkün olduğunca sert olmalı (0.038 inç), ucu koç boynuzu gibi kıvrılmış olduğundan sol ventrikülün apikal perforasyon riski düşüktür; hemostatın eğri ucunun (arteriyel giriş kılıfın hemostatik başı) üzerinde telin başparmak ile kavranması (başparmak ve hemostat ucu arasında sıkıştırılan telin distali hafifçe eğrilip çekilerek hediye paketi kurdelaı gibi kendi üzerinde kıvrılır) faydalıdır ve koç boynuzunun içinde çoklu konsantrik sarım ile “kristmas kurdelaı” şekli haline gelmesi sol ventrikül apeksini telin travmasından korur.
- Sağlanabilen en sert kılavuz tel, en iyi teldir. Aortanın tortuöz anatomisinden geçebilmesi için balon katetere sabit ray fonksiyonu sağlar, ayrıca şişirme sırasında balonun aort kapak içinde, yerinde kalması için yeterli destek sağlar.
- Asistan tarafından, İşem boyunca Floroskopi altında tel pozisyonunun SV apeksinde korunması ve sürdürülmesi işlemin başarısında büyük rolü vardır. Önemlidir.

### **Balonun İdare edilmesi:**

Balon aort kapağın deliğinden geçirilince, kıvrık ucu SV apeksine yerleşmiş sert telin pozisyonu korunmalıdır. Sol ventrikül fonksiyonu kötü hastalarda, ventrikül daha az dinamik olduğundan balonun SV'den fırlatılma eğilimi daha azdır. Ventrikülün sistolik perforpmansı korunmuşsa, balon şişirilmesi sırasında (işaret ve başparmak arasında sıkıştırılan) kaygan “karpuz çekirdeği” gibi ileri geri hareket eder.

## **İŞLEMİN KLİNİK İPUÇLARI**

### **Balonun şişmesi:**

- Kapağa girmeye çalışmadan önce, balonun asendan aortada kapağın üzerinde kısmen şişirilmesi yararlıdır, böylece aort kapak deliği içinde balonun valvuloplasti için gereken yeterli düzeyde şişmesi için ek daha az şişirilmesi gerekir. Balon aort kapakta tam olarak şişirilirse, kapak ileri ve geri hareket etmeye devam eder; büyüklüğü daha küçük kalabilir. Balon tamamen şişirildiğinde ve yapracıkları yerinden oynatacak kadar yeterli dilate eden kuvvete ulaşıldığında kapakta “kilitlenebilir”.
- Seçilen ilk balon çok küçükse, daha büyük balon kullanılacağından sıklıkla kılıfın büyüklüğünü artırmak gerekir. 20 mm çapında balon katetere 12 Fr veya 13 Fr kılıf gerekebilir; 12.5 Fr kılıf da kullanılabilir. 23 mm çapındaki balon kateter için ise 14 Fr kılıf gerekir.

### Balonun hazırlanması:

Balon dikkatle hazırlanmalıdır, çünkü kalsifiye aort kapak içerisinde şişirme sırasında balonun yırtılması sıktır. Balon kateterin hazırlanması sırasında tüm hava balondan çıkarılmalıdır.

- Balon hazırlanmalı ve kontrast ne kadar çok dilüe edilirse şişirilmesi, o kadar kolaydır. 7:1 oranında dilüe edilmesi floroskopide balonun görülmesini sağlar. Balon Çok az zorlanarak şişirilmeli ve söndürülebilmelidir. Eski model iyonik kontrastlar, düşük ozmolariteli kontrastlara göre daha az visköz olduğundan, daha idealdir.

Pratik olarak; 50 cc'lik bir şişe kontrasta, 350 cc serum fizyolojik ilave edilerek dilüe edilir, toplam 400 cc dilüe kontrast elde edilir (toplam 400 cc).

- Kateterizasyon laboratuvarındaki arka masada bulunan yeterli büyüklükteki dereceli (volum işaretli) çanağa 50 cc kontrast konulduktan sonra içine 400 cc işaretine kadar SF boşaltılır, böylece balonu şişirmek için kullanılacak şırıngaya kontrast doldurmadan ölçülü çanakta dilüe edilir.

### Balonun şişirilmesi için sistemin kurulması:

Balonun hazırlanması için kurulması; lumeni şişiren kısa basınç tüpüne, bağlı yüksek-basınç musluğunu ihtiva eder. 60 cc'lik büyük volumlu şırınga mandalın bir koluna bağlanır ve 10 cc'lik daha küçük ikinci bir şırınga ise diğer kola bağlanır (Şekil 47).

- 60 cc'lik şırınga ile balonu şişirince, balonun tam olarak şişirilmesi için yeterli kuvvet verilmesi bununla mümkün değildir. 60 cc'lik şırınga ile balon olabildiğince şişirilince, şişirmeyi bitirmek veya total maksimum şişirme volumuna ulaşmak ve artırmak için fazladan bir "atış" yapmak için musluk 10 cc'lik şırıngaya çevrilir. Böylece 10 cc'lik küçük atış şırıngası kullanılarak, balonun şişmesi net olarak artırılır (Şekil 49). İn vivo balon kapağın içinden geçirildiğinde 60 cc şırınga ile olabildiğince şişirildiğinde ve musluk çevirilerek ve balon çapını maksimize etmek için 10 cc'lik ilave şırınga kullanılır.

### Balonun söndürülmesi:

Balonun söndürme stratejisi en az şişirme stratejisi kadar önemlidir.

- Kapak içinde balon bir defa şişirilince, kan basıncı hızla düşer, ve EKG izleminde anlamlı ventriküler ektopik vurular görülür. Kapaktan geri çekmek için balonun tamamen sönmemesini beklemekten ziyade, henüz sönmemiş balon aort deliğinden aort köküne daha şişken veya sönmeye süreci tam başlamışken geri çekilebilir.
- Bu manevra, balon sönmeye başlasa bile tamamen sönmeye önce öne-doğru kan akımının onarılmasını sağlar.
- Kapak deliğinde şişirme söndürme siklusundan öne-doğru akımı engelleyen aortun çok kısa etkili çapraz kapanması (klempe edilmesi daha iyi tolere edilir).
- Balon aort köküne şişken geri çekildiğinde, aort kemerinden çıkan damarlar tıkanabilir, karotis damarlarının ostiyumlarının açık kalması, balonla örtülmemesi ve ostiyumlarının kapanmamasına dikkat edilmelidir.

### Hipotansiyonda Yaklaşım:

İşlem sırasında hipotansiyonun yaklaşımı önemlidir. Balonun şişirilmesi sırasında beklendiği gibi kan basıncı düşer. Olguların çoğunda, balonun sönmesini takiben sistolik kan basıncı hızla kesintisiz düzelir; kapak başarılı şekilde açıldığında, aortun zirve basıncı bazal değerlerin üzerine yükselir. Sistemik, arteriyel kan basıncı 12 Fr kılıfın yan kolundan izlenebilir.

- Balon şişirildikten sonra basınç hızla düzelmemişse, şişirmelerin tekrarlaması riskli olabilir, akıllıca bir yaklaşım değildir. Bu sol ventrikül depresyonunu gösterir, en fazla iki gün vazopresörler ile intravenöz destek gerekebilir.

### Pratik yaklaşım:

**Hipotansiyonun ayırıcı tanısı:** Hipotansiyonun sebepleri gözden geçirilmelidir.

- Arteriyel kılıf büyük olduğundan, venöz giriş yerinden hematoma, retroperitoneal kanama ve hatta venöz kanama dikkatle kontrol edilmelidir. İşlem öncesi anlamlı anemide destek transfüzyon düşünülmelidir; girişim başlamadan önce eksik (hemogloblin düzeyi) tamamlanmalı.
- Büyük kılıfın sokulması sırasında vagal reaksiyonlar seyrek olarak meydana gelebilir.
- Balonun şişirilmesi sırasında kılavuz tel sol ventrikül apeksini zorlar, balonun ucu da kuvvetle apeksin üzerine zorlayarak etkileyebilir. Ventriküler perforasyon hipotansiyon için önemli bir sebeptir; hipotansiyon devam ediyorsa, perforasyon olasılığını dışlamak için ekokardiyografi daha kateterizasyon laboratuvarında uygulanmalıdır.
- Çok kötü olgularda, aortik anulus yırtılabilir, veya kapağın yaprakcığı kopabilir, bu son komplikasyon genellikle fataldir geri döndürülemeyebilir.

**Telin sebep olduğu hipotansiyon:** Bazı olgularda ventriküldeki sert tel, hipotansiyona sebep olabilen, tolere edilemeyen uzun süreli taşkardiye kadar varan ventriküler ektopik vurular oluşturur.

- Telin yeniden konuşlandırılması (miyokardiyum ile temas eden telin distal kıvrımının geri çekilmesi) inatçı ventriküler ektopiden biraz rahatlama sağlayabilir. Bazı olgularda bu işlem ventriküler ektoپیye bağlı olarak yapılamayabilir.

### Kılıfın Çıkarılması:

Kılıfın çıkarılması bu hastalarda önemli bir işlemdir, başarının anahtarıdır. Geçmişte, çapı büyük femoral kılıf yüksek transfüzyon oranı (%25) ve cerrahi tamir riski (%5-10) ile ilişkilendirilmiştir. Günümüzde, kılıfın çıkarılmasına ilave perkutan dikiş ile kapatma kullanılmaktadır (Bakınız, Şekil 65). 12-14 Fr ABV kılıfı sokulmadan önce 10 Fr Perclose cihaz ile ön kapatma bu işlemin kan transfüzyonu ihtiyacını azaltarak hastaların %90'dan fazlasında başarılı bulunmuştur.

- Ön-kapatmanın başarısız olduğu veya femoral anatomisinin bu işlemin uygulanmasına elverişli olmadığı hastalarda, havalı kompresyon cihazı (RADI Hemostop gibi) kullanılması önemlidir (Bakınız, Bölüm-). Elle kompresyon, oldukça zordur, çapı büyük kılıfların

çıkarıldıktan sonra uzun süre kompresyonu gerekir. Rijid (sert, katı) kelepçe (mengene gibi) cihazlar kullanıldığında yeterli izlenemediğinden bunlar yetersiz hemostaza veya sıkıştırılan damarın üzerinde trombus oluşumuna sebep olabilir.

### İşlem Sonrası Yaklaşım:

Balonun şişirilmesi sol ventriküler depresyonuna neden olmuşsa önemlidir. Valvuloplasti sırasında pulmoner konjesyon gelişen hastalarda sol ventrikül performansı düzelene kadar, işlemden sonra 1-2 gün dikkatli hemodinamik izlem ile intravenöz inotropik destek ve yoğun kalp yetersizliği tedavisi gerekebilir.

Semptomların tekrarlaması ve sağkalım için hastanın uzun süre takip edilmesi ve kapakların transaortik basınç gradiyentinin izlenmesi için, periyodik transtorasik ekokardiyografi gerekli değildir.

- Takipte göz önünde tutulması gereken önemli nokta; diğer kapak lezyonlarının (özellikle mitral) durumudur. Aort kapak başarı ile açıldığında, afterload'un düşmesi sonucunda özellikle aort darlığının geç evresinde birlikte bulunan mitral regürjitasyonu da düzelir. Darlığı tekrarlayan hastalarda, yüksek başarı beklentisi ile tekrar valvuloplasti düşünülebilir.
- Bazı uzmanlar valvuloplasti girişiminin tekrarlanmasını ilk işlemten sonra 6-8 ay içinde hızla restenoz gelişenlerde tercih etmektedir, özellikle bir yıl veya daha fazla sonra girişime gidenler fayda görenler.
- Sonuç olarak, tekrarlayan valvuloplasti ile sağlanan kapak alanı ilk girişimdekinden daha iyi değilse işlem üç veya dört defa tekrarlanabilir.

### Kaynaklar

1. Bonow O, Carabello B, Chatterjee K *et al.* ACC/AHA 2006 Guidelines for the management of patients with valvular heart disease. Executive summary. *Circulation* 2006; **114**: 450–527. Available on American Heart Association Website: <http://www.americanheart.org> (accessed 8/10/2007).
2. Levinson JR, Akins CW, Buckley MJ, Newell JB, Palacios IF, Block PC, Fifer MA. Octogenarians with aortic stenosis. Outcome after aortic valve replacement. *Circulation* 1989; **80**(3 Pt 1): I49–56.
3. Safi an RD, Berman AD, Diver DJ *et al.* Balloon aortic valvuloplasty in 170 consecutive patients. *N Engl J Med* 1988; **319**: 125–30.
4. Otto CM, Mickel MC, Kennedy JW *et al.* Three-year outcome after balloon aortic valvuloplasty. Insights into prognosis of valvular aortic stenosis. *Circulation* 1994; **89**: 642–50.
5. Percutaneous balloon aortic valvuloplasty. Acute and 30-day follow-up results in 674 patients from the NHLBI Balloon Valvuloplasty Registry. *Circulation* 1991; **84**: 2383–97.
6. Feldman T. Percutaneous suture closure for management of large French size arterial and venous puncture. *J Intervent Cardiol* 2000; **13**: 237–42.
7. Solomon LW, Fusman B, Jolly N, Kim A, Feldman T. Percutaneous suture closure for management of large French size arterial puncture in aortic valvuloplasty. *J Invasive Cardiol* 2001; **13**: 592–6.
8. Guth A, Hennen B, Kramer T, Stoll HP, Bohm M. Plasma Lidocaine Concentrations After Local Anesthesia of the Groin for Cardiac Catheterization. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2002; **57**: 342–5.
9. Feldman T, Ford LE, Chiu YC, Carroll JC. Changes in valvular resistance, power dissipation, and myocardial reserve with aortic valvuloplasty. *J Heart Valve Dis* 1992; **1**: 55–64.
10. Feldman T, Carroll JD, Chiu YC. An improved catheter for crossing stenosed aortic valves. *Cathet Cardiovasc Diag* 1989; **16**: 279–83.

11. Fusman B, Faxon D, Feldman T. Hemodynamic rounds: Transvalvular pressure gradient measurement. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2001; **53**: 553–61.
12. Feldman T, Chiu YC, Carroll JD. Single balloon aortic valvuloplasty: increased valve areas with improved technique. *J Invasive Cardiol* 1989; **1**: 295–300.
13. Feldman, TE. Balloon valvuloplasty. In: Nissen SE, Popma JJ, Kern MJ, Dehmer GJ, Carroll JD (Eds). *CathSAP II*. Bethesda, MD: American College of Cardiology, 2001.
14. Feldman T (2005) Percutaneous therapies for valvular heart disease. In: Baim DS, Grossman W (Eds), *Grossman's Cardiac Catheterization, Angiography and Intervention*, 7th Edition, pp 543–61. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
15. Feldman T, Glagov S, Carroll JD. Restenosis following successful balloon valvuloplasty: bone formation in aortic valve leaflets. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; **29**: 1–7.

#### Okunması Tavsiye edilen Kaynaklar

1. Feldman T. Retrograde Percutaneous Aortic Valvuloplasty. Nguyen TN, Colombo A, Saito S (edt): *Practical Handbook of Advanced Interventional Cardiology*. Blackwell & Futura Third Edt. 2008
2. Feldman T, Salinger MH. Percutaneous Balloon Aortic Valvuloplasty. Kern MJ (edt): *Interventional Cardiac Catheterization Handbook* Elsevier Saunders Third Edition, 2013.
3. Holloway S, Silver RL. Percutaneous valve commissurotomy. Watsin S, Gorski KA (edt): *Invasive Cardiology*. Jones & Barlett Learning, 2011.





### 3.6. İnvazive Kardiyolojide Mekanik Hemodinamik Destek Cihazları: İNTRAAORTİK BALON POMPASI

Prof. Dr. Seçkin Pehlivanoglu – Uzm. Dr. Güçlü Dönmez

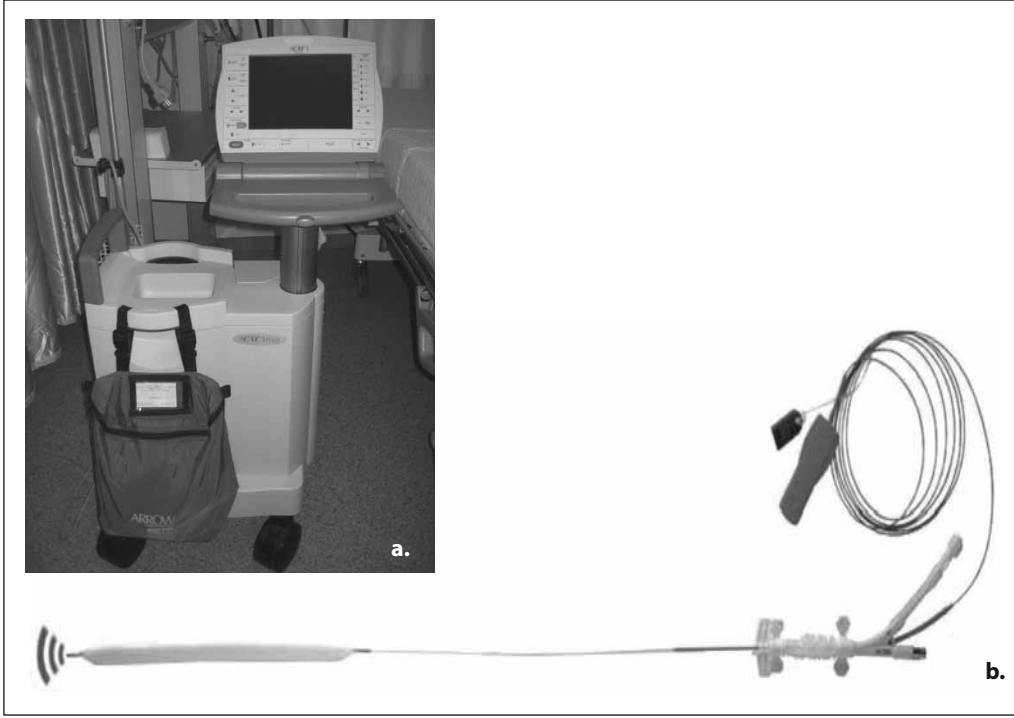
#### TARİHÇE

1952 yılında hayvanlarda yapılan çalışmalarda Adrian ve Arthur Kantrowitz<sup>1</sup> “counter pulsation” prensibini kullanmıştır. “Counterpulsation” kanın kalp ile farklı fazlarda yer değiştirmesi prensibine dayanmaktadır. 1968 yılında Kantrowitz, geliştirdiği bir cihazı iki kardiyojenik şok (KŞ) hastasında kullanmıştır.<sup>2</sup> İlk başlarda balon kateterin yerleştirilmesi cerrahi olarak gerçekleştirilirken sonralarda perkütan yöntemler kullanılmaya başlanmıştır.<sup>3</sup>

#### İŞLEMİN TEKNİK PRENSİPLERİ

- İntraaortik balon pompası (IABP) cihazları, pompa ve kateter olmak üzere 2 farklı düzenden oluşmaktadır (Şekil 66). Kateterler farklı boy ve ölçülerde (7-9.5 F), distalinde şişebilen bir balonu olan çift lümenli kateterlerdir (Şekil 66). Vücut yapısına göre uygun uzunlukta kateterler seçilebilmektedir. Distal balon hacmi seçilen kateter boyuna göre değişkenlik göstermektedir. Boyu 182 cm üzerinde olanlar için 50 ml, 162 cm altında olanlar için 30 ml balon kullanılırken arada boyu olanlar için 40 ml hacimli balon kullanımı önerilmektedir.<sup>4</sup>
- Kateteri yerleştirmeden önce dilatörlerle artere giriş noktasının dilate edilmesi, kateterin vasküler giriş sırasında zarar görmesini engelleyecektir. Kateterler direkt floroskopi kılavuzluğunda kılavuz tel üzerinde ilerletilmeli ve sol subklavyen arterin 2-3 cm altında desendan aortaya yerleştirilmelidir (Şekil 67) (floroskopide sol ve sağ ana bronkusun ayırım yeri-karina hizası olarak belirtilebilir).

Kateterin uygun pozisyonda olduğundan emin olunduktan sonra iç lümen hemodinamik monitörizasyon için, dış lümen balon şişirilmesi için olacak şekilde konsola bağlanmalıdır. Floroskopik olarak balonun şiştiği ve indiği kontrol edilmeden işlem sonlandırılmamalıdır. Floroskopinin kullanma olanağının olmadığı acil şartlarda; IABP lateternin distal aortuda doğru olarak yerleştirmesinde hastanın sol klavikuladan, sol femoral arter giriş yerine ka-



**ŞEKİL 66. a.** IABP konsolu (Başkent Üniversitesi İstanbul Uygulama ve Araştırma Merkezi Hastanesi), ve Balon-kateter: **b.** IABP kateteri, femoral arter yolu ile desendan aortaya sokulur, balonun distal ucu aort kemeri sol subklavya distaline distaline yerleştirilir ve proksimal ucu renal arterlerin çıkışının üzerindedir.

dar olan mesafenin ölçülerek balon kateterin giriş kılıfından çıkan distal ucunun bulunması gereken seviyesinin belirlenmesi için pratik ve güvenilir bir yöntemdir (Şekil 67). Balonun şiştiği zaman çapı desendan aorta çapının %90'ından fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Balonun distal ve proksimalindeki nabızlar ve takipte idrar çıkışı rutin olarak kontrol edilmelidir. IABP takılması sonrası göğüs röntgeni çekilerek kateter pozisyonu gösterilmelidir. aPTT 50-70 saniye arası olacak şekilde heparin infüzyonu başlanmalıdır. Hastanın hareketlerini minimize etmek için yeterli sedasyon uygulanmalıdır. Mümkün olduğunca uygulama yapılan bacak, hasta ya da personelden kaynaklanabilecek hareketlere karşı gerekli önlemlerle sabit kılınmalıdır. Anestezi altında uyutulan hastalarda uyandırılma öncesinde IABP çekilmeye çalışılmalı, mümkünse kişinin anestezi ya da sedoanaljezi süresi günler süresince uzatılmalıdır. Tedavi sürdüğü sürece nabızlar günlük olarak takip edilmelidir.

- IABP konsolu balon şişmesi ve inmesi ile ilgili tetikleyici olarak EKG ya da sistemik arteriyel kan basıncı olacak şekilde programlanabilir. Genelde tetik olarak sistemik arteriyel kan basıncı kullanılır. Balon, aort kapağı kapanışını gösteren dikrotik çentik sırasında şişecek, aort kapağın açılışını gösteren arteriyel tırmanma öncesinde sönecek şekilde ayarlanmalıdır.

Özellikle sistol ve diyastol anlarının belirlenmesi için EKG tetikleyici olarak seçilecekse R dalgası zirve noktası sistol kabul edilip balon söndürülürken, T dalgasının ortası diyastol başı kabul edilip balon şişirilmelidir.

- Balon pompası kontrol konsolu monitöründen arteriyel basınç izlenerek optimal zamanlama ayarlanabilir (**Şekiller 68-73**). Basınç eğrileri yakından sürekli olarak monitörize edilerek gerekli ayarlamalar yapılmalıdır. IABP kardiyak siklusun her seferinde (1:1) ya da daha az frekanslarla çalışacak şekilde ayarlanabilir. Genelde invazive ya da non-invazive verilerle hemodinamik cevap takip edilecek şekilde 1:2 frekansta başlanıp cevaba göre bu frekans arttırılıp azaltılabilir. IABP çekilmeden önce heparin altında en fazla 1:8 oranında frekans azaltılabilir.
- IABP enfeksiyon komplikasyonunun azaltılması için 4-5 günde bir değiştirilmelidir. Tekrarlayan uygulamalar için kontralateral bacak kullanılabileceği gibi aynı bacak da kullanılabilir, ancak dikkat edilmesi gereken şey kılıf ve balonun tek bir ünite olarak çekilmesi ve yeni bir sheath ile balonun tekrar ilk defa takıyormuş gibi takılmasıdır. Giriş-kılıfı bırakılıp balon çekilip, ya da sheath içinden tel geçirilip sistemin çıkarılarak aynı kılıf ya da tel üzerinden balon takılmasından kaçınılması gereklidir.
- IABP ihtiyacı azaldıkça gerekli inotropik doz ayarlamaları sonrası frekans azaltılarak ancak asla tam kapatılmadan heparin 2-4 saat arasında kesilip sonrasında sistem tek bir parça olarak çekilmelidir. Tromboemboliyi engellemek için arter proksimal ve distalinden kanatıldıktan sonra yeterli elle baskı uygulanmalı, sonrasında baskılı pansuman ile örtülmelidir. 6-12 saat zorunlu yatak istirahati süresince bacakta nabızlar sık aralıklarla kontrol edilmelidir.

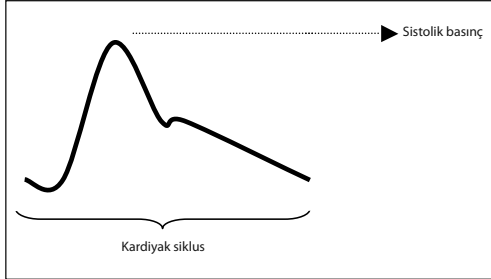
## HEMODİNAMİK ETKİLERİ

### Koroner kan akımı üzerine etkisi:

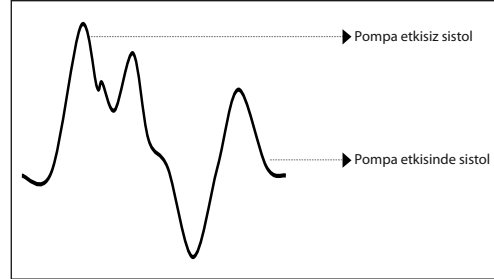
Miyokardın kan ile perfüzyonunun çoğunluğunun diyastolde olması nedeniyle diyastolik aort basıncın yükselmesi teorik açıdan koroner perfüzyonu arttırmaktadır (Şekil 74). Birçok çalışma ile de bu gösterilmiştir. Ancak başka çalışmalarla dikkat çekilen noktalarda bu katkının izlenmediği saptanmıştır. Özellikle ciddi stenoz izlenen koroner arterlerde, diyastolik intraaortik basınç yükselmesinin koroner perfüzyona yansımaması nedeniyle söz edilen kazancın izlenmediği belirlenmiştir. Yine tüm damarlarda izlenen otoregülasyon nedeniyle, koroner perfüzyon basıncının kritik seviyenin altına inmediği sürece, IABP'nin neden olacağı faydanın otoregülasyon ile yok edileceği saptanmıştır.<sup>5-7</sup>

### Sistemik kan basıncı üzerine etkisi:

IABP, sistolik kan basıncını düşürürken diyastolik kan basıncını arttırır, bu şekilde ortalama arteriyel basınç artış gösterir. Bu değişiklikler balon hacmi ile orantılı iken, kalp hızı ve aortik komplians ile ters ilişkilidir. Balon hacmi arttıkça sistolde yer değiştiren kan hacmi artacağından, sol ventrikül çabuk boşalarak ard yükü azalmış olur ve nispeten daha düşük sistolik basınca neden olur. Kalp hızının artması ile diyastolik dolum periyodu azalarak daha az kanın dolumu ve daha az balon katkısı izlenir; komplians arttıkça, yani vasküler rezistans azalınca da diyastolik basınç düşüş gösterir.

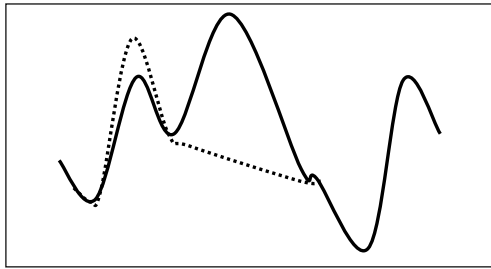


**ŞEKİL 68.** Intraaortik balon pompası olmayan sağlıklı bir kişide aort içi basınç eğrileri.



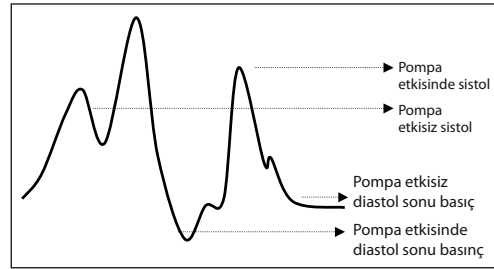
**ŞEKİL 69.** Geç şişen balon etkisi.

*Diyastolik katkı azalacağından diyastolik basınç, dolayısıyla koroner akım azalır.*



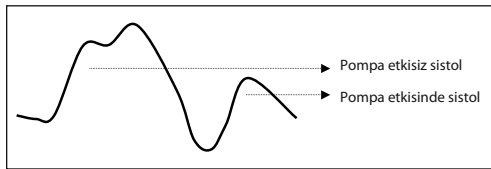
**ŞEKİL 70.** Intraaortik balon pompasının ideal zamanlama ile çalışması; asiste diyastolik ve sistolik basınçlar izlenmektedir. Kesik çizgi ile pompa etkisi altında olmayan atım gösterilmiştir.

*Sistolik basıncın azalması sırasında dikrotik çentikte başlayan balon şişmesi ile diyastolik basınç artmaktadır, balon bir sonraki sistolden hemen önce iner, aortik diyastol sonu basınç azalır. Aort içi oluşan göreceli negatif basınç etkisi ile sol ventrikül ard yükü azalır, sistolik basınçta hafif azalma izlenir.*



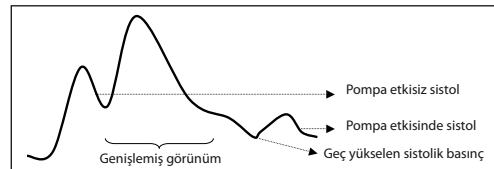
**ŞEKİL 71.** Diyastolün sonundan önce erken inen balon

*Balonun erken inmesi, ile erken azalan aort içi diyastolik basınç sistol öncesi hafif artar ve daha sonra başlayan sistol üzerinde olumlu etki göstermez. Sol ventrikül ard yükünü yeterince azaltamaz.*



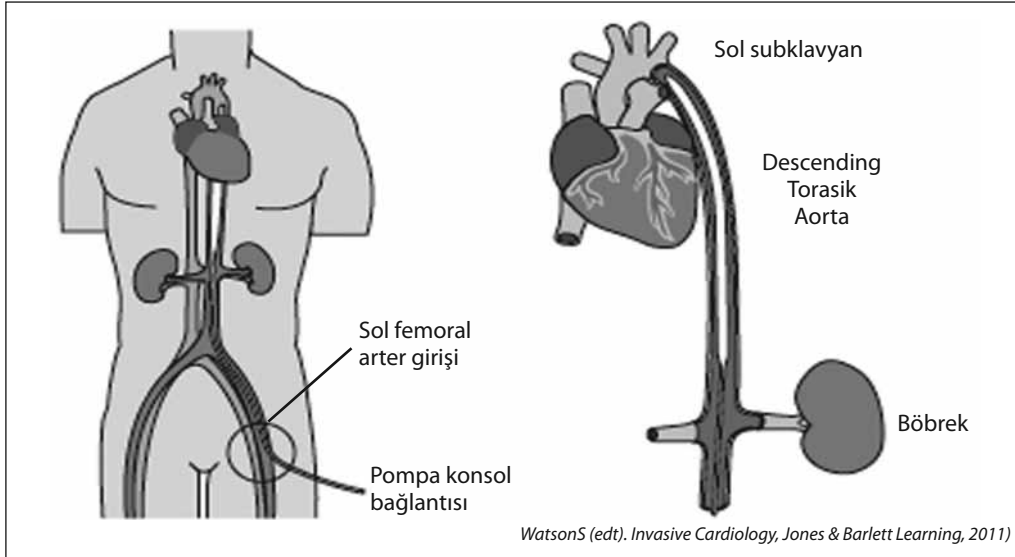
**ŞEKİL 72.** Erken balon şişmesinin etkisi.

*Aort kapaklar kapanmadan şişen intraaortik balon basınç eğrilerinde, kalbin sistol sırasında erken şişmiş balona karşı zorlanmış atımı izlenmektedir. Artmış ard yük nedeniyle sol ventrikül duvar gerilimi ve oksijen tüketimi artar ve miyokard fonksiyonlar daha da baskılanır.*



**ŞEKİL 73.** Diyastol sonundan daha geç inen balonun

*Balonun geç inmesi nedeniyle diyastol sonu aortik basınç yeterince azalmaz, ard yük yeterince azalmadığından miyokard oksijen tüketimi üzerine olumlu etkisi olmaz.*



ŞEKİL 67. İntra-aortik balon pompası kateterizasyonunun doğru konumu ve yerleştirilmesi.

#### Sol ventrikül performansı üzerine etkisi:

Normotansif kişilerde vasküler otonöregülasyon nedeniyle IABP'nin etkileri hızla ortadan kaybolurken, bu mekanizmaların kaybolduğu hipotansif, şok tablosunda olan ya da ciddi kalp yetersizliğinde olanlarda balon pompası etkisi ile sistolik basınç düşer ve bu da sol ventrikül ard yükünün azalmasına neden olarak miyokardın oksijen ihtiyacını azaltır. Sol ventrikül ön yükünün de azalmış olması nedeniyle kalp üzerinde IABP'nin etkisi artmış kalp debisi ve azalmış oksijen tüketimidir.<sup>8</sup>

#### ENDİKASYONLAR

##### Akut Miyokard infarktüsü (kardiyojenik şok olan ve olmayan):

Kardiyojenik şok (KŞ), IABP'nin en sık kullanımı sebebinin oluşturmaktadır. IABP KŞ'deki klinik kullanımı ile ilgili ilk veriler ilk kez 1968 yılında bildirilmiştir.<sup>2</sup> Akut miyokard infarktüsün (ST-elevasyonlu veya ST-elevasyonsuz) olgularında, KŞ gelişimi %7-10 sıklığında ve bu hastalarda hastane içi mortalite %50'ler civarındadır.<sup>9,10</sup> Akut miyokard infarktüsünde (AMİ) KŞ gelişen hastalarda PKG veya CABG ile erken revaskülarizasyon uygulanan olgular dahil mortalite halen çok yüksektir.<sup>11,12</sup> NRMİ-2 gözlemsel çalışması verilerine göre, başlangıçta KŞ kliniği olan veya takipte KŞ gelişen hastalarda total mortalite her iki grupta da %70 civarındadır.<sup>13</sup>

Kardiyojenik şok gelişmiş STE-MI grubunda IABP en yaygın kullanılan (%31) mekanik hemodinamik destek cihazdır.<sup>14</sup> STE-MI olgularında IABP kullanımı koroner diastolik

ve sistemik kan akımını iyileştirmesi yanında artyükü düşürür ve ventrikülün boşalmasını kolaylaştırarak (“sistolik unloading”) miyokardın işyükünü azaltır. Bu yararlı fizyolojik etkilerinin bu hasta grubunda miyokard ve hayati organlardaki geridönüşümsüz hasarın azaltılmasına katkı sağladığı düşünülmektedir.

IABP kullanımının klinik etkinliği ile ilgili veriler daha çok retrospektif analizlerden ve AMİ’ye bağlı KŞ hastalarının tedavilerinden elde edilmiştir. SHOCK çalışmasının kayıt kolunda, fibrinolitik tedavi ve IABP’nin birlikte kullanıldığı hastalarda, iki tedavinin tek başına ya da hiçbirinin uygulanmamasından daha iyi sağ kalıma neden olduğu izlenmiştir.<sup>15</sup> GUSTO-1’de ise IABP uygulanan hastalarda daha iyi sağ kalım izlenmiştir.<sup>16</sup> NRMİ-2’de, IABP ile birlikte fibrinolitik tedavi alanlarda, IABP kullanılmıyorsa göre daha düşük mortalite izlenmiş, primer PKG uygulananlarda ise IABP’nin sağ kalım üzerinde katkısının olmadığı gözlenmiştir.<sup>13</sup> Revaskülarizasyon olanağı olmayan merkezlerden tersiyer merkezlere transfer öncesinde fibrinolitik tedavi ile birlikte uygulandığında da 1 yıllık sağ kalımın anlamlı derecede arttığı saptanmıştır.<sup>17,18</sup> PAMI-2 çalışmasında AMİ hastalarında PKG sonrası IABP ve kontrol grubuna randomize edilmişler, IABP kullanılan grupta hafif derecede rekürren iskeminin azaldığı izlenirken, mortalite, reinfarktüs ya da infarkt arterinin reoklüzyonu açısından fark izlenmemiştir, bu da hemodinamik olarak stabil hastaların IABP’den beklenen faydayı görmeyeceklerini göstermektedir.<sup>19</sup>

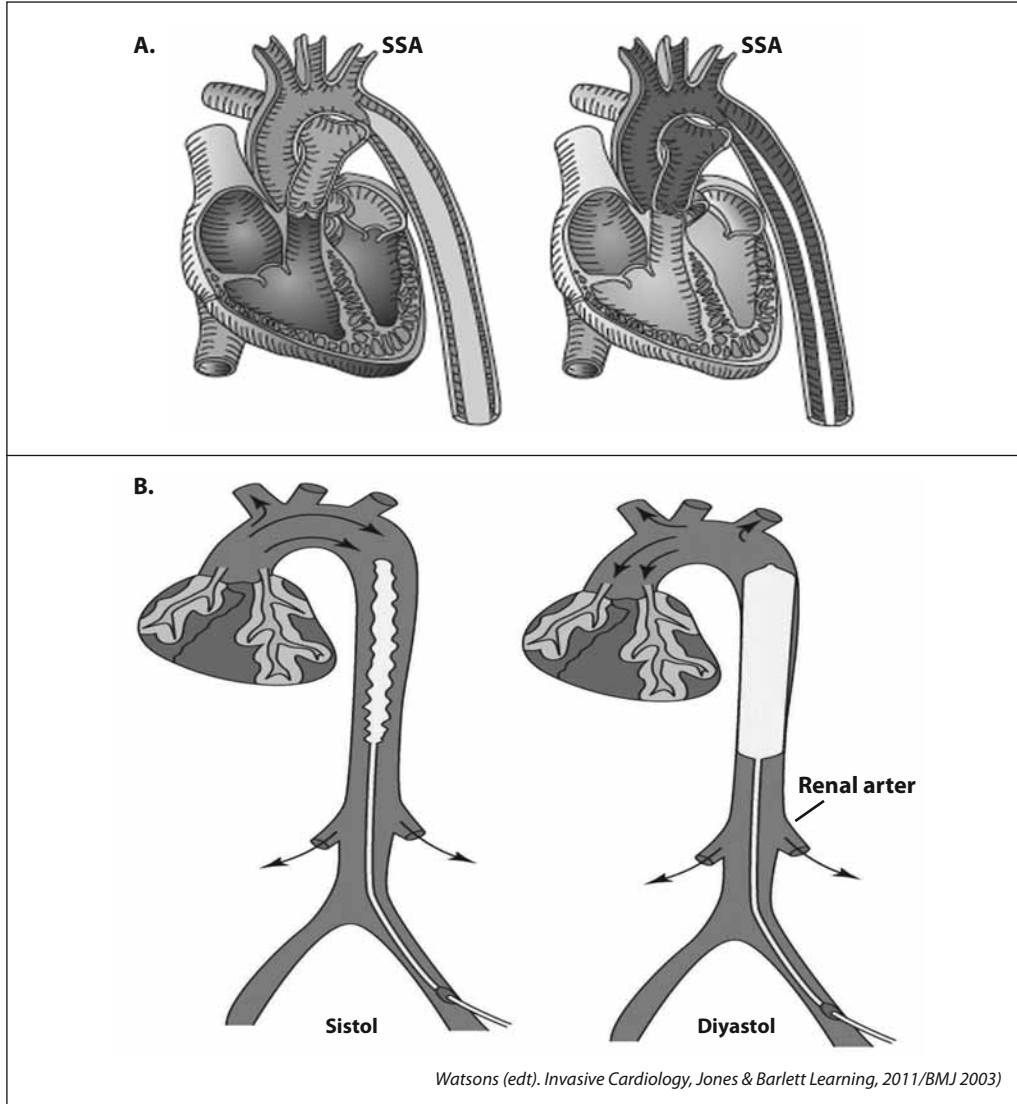
“SHOCK çalışması” sonuçları KŞ olgularında erken revaskülarizasyonun (PKG, CABG veya fibrinolitik tedavi) sürvide ciddi artış sağladığı yönündedir.<sup>20</sup> 2013 ACCF/AHA kılavuzunda pompa yetersizliğine bağlı KŞ gelişmiş STE-Mİ olgularında Mİ başlangıcından itibaren geçen süreden bağımsız olarak acil koroner revaskülarizasyon (PKG veya CABG) önerilmektedir (sınıf I-B).<sup>21</sup> Bu hastalardan acil girişimsel veya cerrahi revaskülarizasyona uygun olmayanlarda fibrinolitik tedavi uygulanması önerilmiştir (sınıf I-B).

Kardiyojenik şok gelişen akut STEMİ hastalarında acil reperfüzyon tedavisi önerisi yanında IABP kullanımı, bir önceki Amerikan kılavuzlarında sınıf I-B ve Avrupa kılavuzlarında sınıf I-C düzeyindedir.<sup>22-24</sup> Bu öneriler bu hasta grubunda yapılan güçlü randomize klinik çalışmalar olmamasına karşın, daha çok kayıt çalışmalarındaki bazı olumlu yöndeki sonuçlar dikkate alınarak ve büyük olasılıkla erken mortalite riskinin çok yüksek olduğu dikkate alınarak yapılmıştır. Son dönemde yapılan kayıt çalışmalarının daha geniş ölçekli metaanaliz ve randomize çalışmaların sonuçlarını dikkate alan yeni STE-MI kılavuzlarında kardiyojenik şok gelişmiş hastalarda IABP kullanım önerileri daha düşük düzeyde önerilmiştir; ESC 2012 kılavuzu: sınıf IIb-B<sup>25</sup>, ACCF/AHA 2013 kılavuzu: sınıf IIa-B.<sup>21</sup>

#### STE-Mİ olgularında kardiyojenik şok tedavisi (ACCF/AHA 2013 STE-MI Kılavuzu):

##### Sınıf I:

1. STE-Mİ olgularından pompa yetersizliğine bağlı kardiyojenik şok gelişenlerde, MI süresinden bağımsız olarak acil revaskülarizasyon (primer PKG veya CABG) önerilmektedir (Kanıt düzeyi B)



**ŞEKİL 74.** İntra-aortik balon pompasının mekanizması: (A) Aort kimeri distali, sol subklavyan arter (SSA) çıkışı altında Balonun şişmesi ve sönmesi.

(B) Balonun şişmesi ile balonun proksimainde karotis ve koroner arter, distalinde renal arter perfüzyonunun düşük atım hacmine göre rölatif artışı ve periferik kan akımı artışı ile düşmüş afterload ve sistemik vasküler direnç. Boşalan çıkan ve inen aortanın boşalmasını takiben balonun sönmesi ile düşen aort kimeri ve inen aorta impedansı sonucunda öne doğru aort akımı artar (atım hacmi).



2. STE-Mİ'da kardiyojenik şok olgularından acil PKG veya CABG yapılması mümkün olmayan olgular-  
da fibrinolitik tedavi uygulanmalıdır (Kanıt düzeyi B)

#### Sınıf IIa:

1. STE-Mİ'de kardiyojenik şok gelişmiş hastalardan başlangıçtaki farmakolojik tedaviye rağmen hızlı  
bir şekilde hemodinamik stabilizasyon sağlanamayan olgularda IABP kullanımı yararlı olabilir (Kanıt  
düzeyi B)

#### Sınıf IIb:

1. Refrakter kardiyojenik şok olgularında alternatif olarak sol ventrikül destek cihazları kullanılabilir  
(Kanıt düzeyi C)

Yakın dönem kayıt çalışmalarının değerlendirildiği bir metanalizde KŞ gelişen STE-Mİ olgularında IABP ile genelde mortalite riskinde %11 azalma olduğu gösterilmiştir.<sup>26</sup> Bu metanalizde STE-Mİ olgularında KŞ gelişen ve gelişmeyen hastalarda IABP kullanımı ile ilgili çalışmaların klinik sonuçları değerlendirilmiştir.

#### 1) Kardiyojenik şok gelişmemiş yüksek riskli STE-Mİ hastaları:

Yüksek riskli STE-Mİ hastası: Suboptimal PKG sonucu, klinik olarak başarısız reperfüzyon (EKG'de ST elevasyonunda yetersiz rezolüsyon), başarısız fibrinolitik tedavi, Killip sınıf >1 (akut kalp yetersizliği) veya geniş tehdit altında miyokard alanı olarak tanımlanmıştır.

Bu grubun genel analizinde; 30 günlük sürvi veya EF'de iyileşmenin değerlendirmesi sonucu; IABP kullanılanlarda (vs kontrol) yarar izlenmemiştir. Buna karşın inme riskinde %2 ve kanama riskinde %6 artış gözlenmiştir. Subgrup analizde reperfüzyon tedavisi tipine göre sonuçlarda farklılık gözlenmemiştir.

#### 2) Kardiyojenik şok gelişen STE-Mİ hastaları:

Bu hasta grubunda uygulanan başlangıçtaki reperfüzyon tedavisi ile ilişkili olarak IABP kullanımı ile ilgili klinik yarar da zıt yönde farklılık gözlenmiştir. Fibrinolitik tedavi uygulanan klinik çalışmalarda IABP kullanımı ile 30 günlük mutlak mortalite riskinde %18 azalma izlenmiştir ( $p < 0.0001$ ). Primer reperfüzyon stratejisi olarak fibrinolitik tedavi uygulanan hastalardan IABP uygulananlarda kontrol grubuna kıyasla revasülarizasyon oranları (kurtarıcı PKG veya CABG) anlamlı olarak daha yüksek idi (%39 vs %9;  $p < 0.001$ ). Buna karşın primer PKG uygulanan klinik çalışmalarda IABP kullanımı ile 30 günlük mutlak mortalite riskinde %6 artış gözlenmiştir ( $p = 0.0008$ ).

Bu metaanalizde KŞ gelişen STE-Mİ olgularında primer reperfüzyon stratejisi ile ilişkili IABP kullanımına bağlı yarar (fibrinolitik tedavi uygulanan) veya zarar (primer PKG uygulanan); genel olarak bu hasta grubunda hemodinamik destek amaçlı IABP kullanımına bağlı reperfüzyon stratejisinden bağımsız yarar beklentisi ile çelişen bir durum gibi görünmektedir.

STE-Mİ'de KŞ hastalarından fibrinolitik tedavi uygulananlarda, IABP kullanımı ile gözlenen yarar, ilk bakışta IABP'nin koroner perfüzyon basıncını artırarak fibrinolitik tedavinin etkinliğini artırmasına bağlı olduğu düşünül-

lebilir. Buna karşın IABP uygulanan hastalarda mortalitenin daha düşük olmasının potansiyel diğer sebepleri şunlardır; (i) IABP uygulanan hastaların daha genç olması, (ii) daha fazla hastada revaskülarizasyon uygulanmış olması (SHOCK çalışmasında da KŞ hastalarında revaskülarizasyon ile mortalitede anlamlı azalma gösterilmişti), (iii) IABP kullanımının hekim tercihi sonucu klinik olarak daha ciddi hastalarda yarar görmesi beklenmediğinden daha az kullanılmış olması olasılığı. Sonuç olarak; kayıt çalışmalarındaki bu bilgiler ışığında STE-MI olgularından KŞ gelişen hastalarda fibrinolitik tedavi ile birlikte IABP kullanımının yararlı olacağı sonucu kesin bir yargı değildir.

Diğer yandan primer PKG uygulanan STE-MI'de KŞ hastalarında IABP kullanılan olgulardaki mortalite artışı genel beklentinin aksine bir durum gibi görünmektedir. Kayıt çalışmalarında farklı hasta özellikleri IABP hastalarındaki olumsuz sonucun olası nedenlerinden biri olabilir. Bununla birlikte, NRMI-2 veri tabanının KŞ cohortunda IABP kullanımı, çeşitli klinik faktörler ve uygulanan revaskülarizasyon stratejilerinden bağımsız olarak mortalite riskini artıran bağımsız bir faktör olarak gösterilmiştir. Ayrıca hekim tercihi sonucu IABP uygulaması özellikle daha kritik hastalarda uygulanmış olabilir, zira kateter laboratuvarı şartlarında, bu hastaların yakın dönem prognozunun çok olumsuz olmasına rağmen, IABP uygulamasından kaçınmak mümkün olmayabilir. Son olarak bazı hastalarda IABP'nin primer PKG yapılacak merkeze transfer edilirken destek tedavisi amacıyla kullanılması sonucu "daha uzun bir iskemik zaman"a yol açması, bu hastalardaki olumsuz klinik sonuca katkısı olmuş olabilir. Sonuç olarak; bu hasta grubunda da kayıt çalışmaları verilerine bakarak primer PKG girişimle birlikte IABP kullanımına bağlı gerçek zararlı etki kesin bir yargı değildir.

Sonuç olarak bu metaanaliz sonuçları; "STE-MI'de kardiyojenik şok gelişmemiş yüksek riskli hastalarda veya kardiyonik şok gelişmiş hastalarda" güncel kılavuzlarda yüksek düzeyde önerilen IABP ile mekanik hemodinamik destek tedavisi uygulamasının rutin bir tedavi olması gerektiği konusunda yeterli güçlü kanıtlar bulunmadığı şeklinde yorumlanabilir.

IABP'nin AMI'de KŞ gelişen olgularda kullanımı ile en güçlü kanıtlar yakın dönemde sonuçları yayınlanan "IABP-SHOCK II çalışması" ile ortaya konmuştur.<sup>27</sup> Bir önceki güncel kılavuzlarda bu hasta grubunda IABP'nin sınıf I endikasyon olarak önerilmesine karşın, kanıtların daha çok kayıt çalışmaları veya az sayıdaki küçük ölçekli randomize klinik çalışmalardaki yetersiz verilere dayandığı gerçeği ile planlanan bu çok merkezli prospektif-randomize çalışmada, "AMI'de KŞ gelişen ve erken koroner revaskülarizasyon planlanan hastalarda", IABP ile sağlanan mekanik hemodinamik desteğin en iyi medikal tedaviye karşın sürvide iyileşme sağlayacağı hipotezi test edilmiştir.

**Çalışma metodolojisi:** Çalışmaya erken revaskülarizasyon planlanan (PKG veya CABG) kardiyojenik şok gelişmiş AMI (ST-elevasyonlu veya ST-elevasyonsuz) olguları dahil edilmiştir. Çalışmaya alınma kriterleri ise şunlardır; >12 saatir kardiyojenik şok kliniği, AMI'de mekanik komplikasyonlara (VSD veya papiller adele rüptürüne bağlı ciddi MY) sekonder kardiyojenik şok, >30 dakika CPR uygulanmış olması, kendi kalp ritmi olmaması, kullanılan ilaçlara bağlı olmaksızın pupilleri fixed dilate serebral koma hali, masive pulmoner emboli, IABP kullanımının kontraendike olduğu ciddi periferik arter hastalığı veya ciddi aort yetersizliği (>grade 2), >90 yaş, AMI dışı bir neden bağlı şok ve yaşam beklentisi <6 ay olan eşlik eden hastalık varlığı.

**Tedavi:** Revaskülarizasyon tipi (yalnızca sorumlu lezyona yönelik primer PKG, sorumlu lezyona ek olarak diğer ciddi lezyonlara aynı seansta ve kademeli olarak girişim, veya acil CABG) sorumlu hekim insiyatifine bırakılmıştır. Hastaların büyük çoğunluğunda primer PKG uygulanırken (%95.8), çok az sayıda hastada acil CABG veya primer PKG sonrası hemen CABG (%3.5) uygulanmış, veya hiçbir revaskülarizasyon uygulanmayıp medikal olarak izlenmiştir (%3.2)

IABP-SHOCK II çalışma sonuçlarına göre IABP kullanılması ile primer sonlanım noktası olan 30 günlük mortalitede anlamlı azalma gözlenmemiştir (%39.7 ve %41.3;  $p=0.069$ ). Ayrıca çalışmanın sekonder sonlanım noktaları olan; hemodinamik stabilizasyona kadar geçen süre, ICU'da kalış süresi, serum laktat düzeyleri, uygulanan katekolamin ilaçlarının dozu ve süresi, ve renal fonksiyonlarda bozulma yönünden gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir. Buna karşın IABP kullanımının güvenliğinin değerlendirildiği sonlanım noktalarında; majör kanama (%3.3 ve %4.4;  $p=0.51$ ), periferik vasküler komplikasyonlar (%4.3 ve %3.4;  $p=0.53$ ), sepsis (%15.7 ve %20.5;  $p=0.15$ ), ve inme (%0.7 ve %1.7;  $p=0.28$ ) riskinde gruplar arasında anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

---

**Diğer klinik sonuçlar:** Çalışmada IABP uygulamasının kardiyojenik şoktaki temel mortalite nedenleri (progresive veya persistan hemodinamik bozulma, multiorgan yetersizliği, ve sistemik inflamatuvar cevap sendromu-SIRS) üzerindeki etkileride belli ölçüde değerlendirilmiştir. IABP uygulanan hastalarda (kontrol grubuna kıyasla) kan basıncı veya kalp hızında başlangıçta bir iyileşme gözlenmemiştir. Herne kadar IABP kullanılması ile multiorgan yetersizliğinde (SAPS II kriterlerine göre) 2-3. günlerde olumlu bir etki gözlenirken, 4. günde bu etki kaybolmuştur. İnflamasyon ve doku oksijenasyonu belirteçleri olan serum CRP ve laktat düzeylerinde bir farklılık gözlenmemiştir.

---

Hemodinamik bozukluğun eşlik ettiği STE-Mİ'de primer PKG öncesi IABP uygulamasının, ventrikülün boşalmasını kolaylaştırması ve koroner perfüzyonu artırıcı etkisiyle PKG işleminin etkinlik ve güvenilirliğini artırması beklenir.<sup>28</sup> Buna karşın bu çalışmada IABP kullanımının PKG öncesi uygulamasının (vs PKG işlemi sonrası uygulama) mortalite üzerinde bir yararı gösterilememiştir. Bunu destekleyen yakın dönem randomize bir çalışmada da KŞ kliniği olmayan geniş anteriyor Mİ olgularında primer PKG işlemi öncesi IABP kullanımının ile infarktüs alanının sınırlandırması üzerinde olumlu bir etkisi gösterilememiştir.<sup>29</sup>

IABP-SHOCK II çalışması, KŞ gelişmiş STE-Mİ hastalarında erken revaskülarizasyon (ağırlıklı olarak primer PKG) ile birlikte uygulanan IABP'nin, daha önceki daha küçük ölçekli çalışmalarda erken mortaliteyi azaltmadığı yönündeki bulgularını daha güçlü bir şekilde ortaya koymuştur. Buna karşın çalışma ile ilgili editöryel yorumlarda; çalışmaya alınan hastaların ortalama kan basıncının 89 mmHg (%50'sinde kan basıncı >90 mmHg) olması nedeniyle tipik olarak KŞ popülasyonunu temsil etmeyebileceği, ve IABP kullanımının %90 hastada katekolamin kullanımını eşliğinde olması nedeniyle IABP kullanımının tek başına veya öncelikli olarak kullanımına bağlı potansiyel yararlarının maskelenmiş olabileceği eleştirileri yapılmıştır. Buna karşın araştırmacılar, KŞ kliniğinde öncelikli tanı kriterinin kan basıncı değeri olmadığı, çoğunlukla eşlik eden organ hipoperfüzyonun tanı koydurucu olduğu belirtilmiş, ve IABP'nin primer tedavi olarak KŞ'de kullanımının etkinliğinin ayrıca değerlendirilmesi gereken bir husus olduğunu kabul etmekle birlikte, çalışmada yüksek oranda katekolamin kullanımının daha önceki KŞ çalışmalarındaki oranları ile benzer olduğunu vurgulamışlardır.<sup>9,20</sup>

Son olarak STE-Mİ'de KŞ gelişmiş olgularda yapılan prospektif gözlemsel çalışmalar (17 çalışma) ve randomize kontrollü çalışmaların (4 RCT; IABP-SHOCK II çalışması dahil) değerlendirildiği yakın dönemde

yayınlanan bir metaanalizde IABP'nın farklı reperfüzyon stratejilerindeki etkinliği değerlendirilmiştir.<sup>30</sup> Bu çalışmanın sonuçları tüm hasta grupları dikkate alındığında, hastane mortalitesi IABP kullanılanlarda, kontrol grubuna kıyasla farklılık göstermemiştir. Ancak sonuçlar primer reperfüzyon stratejisine göre değerlendirildiğinde; fibrinolitik tedavi uygulanan altgrupta IABP kullanımı ile hastane içi mortalite anlamlı olarak azalmışken ( $p<0.0001$ ), PKG uygulanan altgrupta IABP kullanılan olgularda hastane içi mortalitede anlamlı artış gözlenmiştir ( $p=0.01$ ). Herhangi bir reperfüzyon tedavisi uygulanmayan olgularda IABP kullanımının klinik sonuçlar üzerinde bir yararı gözlenmemiştir. IABP kullanımının uzun dönem sürvi (6 ve 12 ay) üzerinde etkinliği ise, genel olarak veya farklı reperfüzyon stratejilerinde farklılık göstermemiştir.

Sonuç olarak; STE-Mİ olgularında bugünkü bilgiler ışığında kesin olmamakla birlikte şu önerilerde bulunabiliriz;

- i) STEMI'de KŞ gelişmiş olgularda IABP uygulamasının yararlı kullanılan reperfüzyon stratejisi ile ilişkilidir;
  - Fibrinolitik tedavi uygulanan hastalarda IABP kullanımı yararlı olabilir
  - Primer PKG uygulanan hastalarda IABP kullanımının yararı gösterilememiştir
- ii) STE-Mİ'de KŞ gelişmiş olgulardan herhangi bir reperfüzyon stratejisi kullanılmayan olgularda IABP kullanımının yararı gösterilememiştir (primer PKG için transfer edilecek hastalarda geçici hemodinamik stabilizasyon sağlamak amacıyla kullanımında olası yarar ?)
- iii) Kardiyojenik şok gelişmemiş yüksek riskli STE-Mİ hastalarında IABP kullanımının klinik yararı gösterilememiştir.

#### **Yüksek riskli koroner revaskülarizasyon:**

Günümüzde çok daha yüksek riskli hastalarda elektif yüksek riskli perkütan koroner girişim (PKG) yapılıyor olmasına rağmen, özellikle stentler ve diğer PKG ile ilişkili malzeme teknolojilerindeki gelişmeler ve operatör tecrübesindeki artışlar sonrası, son 10 yılda PKG'ye bağlı acil CABG operasyonu ve işleme bağlı mortalitede ciddi azalma gözlenmiştir.<sup>31,32</sup> Buna karşın özellikle geniş miyokard alanının tehdit altında olduğu LMCA ve çok damar hastalığında, ve bazalde sol ventrikül fonksiyon bozukluğu olan hastalarda PKG sıklığının artması nedeniyle, bu hasta grubunda işleme bağlı potansiyel klinik bozulma riski oldukça yüksektir. Özellikle CABG cerrahisinin bir alternatif olmadığı hallerde, yüksek riskli PKG işlemi iskemik semptomların azaltılması ve sol ventrikül fonksiyonlarının iyileştirmesine yönelik tek revaskülarizasyon seçeneği olabilir. Bu nedenle PKG işlemine bağlı komplikasyonlar ve mortalite riski yüksek hastaların doğru olarak belirlenmesi ve seçilmiş hastalarda işlem öncesi veya işlem esnasında hemodinamik destek cihazlarının kullanılması büyük önem taşır.<sup>33</sup>

---

**Yüksek riskli hastaların klinik özellikleri;** yaşlı, Mİ öyküsü, düşük EF, KKY, yakın dönem hemodinamik bozukluk, renal yetersizlik, ve periferik vasküler hastalık

**Yüksek riskli anjiyografik özellikler;** LMCA hastalığı, son patent by-pass greft, çok damar hastalığı, kompleks lezyon (kalsifiye, tortuöz, bifürkasyon), işlem öncesi hedef koroner damarda azalmış TIMI akım, ve trombotik lezyon

---

Yüksek riskli elektif PKG esnasında mekanik hemodinamik destek cihazlarının kullanımı temel olarak iki durumda uygulanmaktadır; (1) yüksek riskli kabul edilen hastalarda elektif olarak, (2) işlem esnasında hemodinamik instabilite gelişen hastalarda acil olarak. Girişimsel kardiyologlar hemodinamik destek cihazlarını büyük çoğunlukla hemodinamik instabilite veya kardiyojenik şok kliniği olan hastalarda acil şartlarda kullanmaktadırlar. Elektif PKG olgularında hemodinamik instabilite, koroner diseksiyon, akut veya subakut koroner oklüzyon, perikardial tamponad gibi işleme bağlı komplikasyonlar sonucu gelişir.

IABP mekanik hemodinamik destek cihazlarının arasında en az invazif, en hızlı uygulanabilen ve en yaygın olarak kullanılan cihaz özelliği taşımaktadır. Buna karşın IABP ile diğer mekanik destek cihazlarına kıyasla en düşük düzeyde hemodinamik destek (kardiyak debide 0.5 L/dk artış) sağlanabilmektedir. Hernekadar önceki dönemlerde yapılan kayıt çalışmalarında yüksek riskli PKG olgularında, profilaktik veya provizyonel IABP kullanımının etkin ve güvenli bir yöntem olduğu bildirilmiş olsada daha güncel çalışmalarda IABP'nin bu hasta gruplarındaki etkinliği tartışmalı hale gelmiştir. Elektif yüksek riskli PKG yapılan bir küçük ölçekli az sayıda çalışmada, LMCA lezyonlarında veya yüksek riskli olgularda profilaktik kullanılan IABP ile daha az hemodinamik bozulma, Mİ, acil revaskülarizasyon ve ölüm izlenmiştir.<sup>34,35</sup> Buna karşın yakın dönemde yapılan randomize bir çalışmada rutin profilaktik IABP kullanımına bağlı klinik yarar gösterilememiştir.<sup>36</sup> Sonuç olarak bu konudaki kısıtlı veriler ışığında yüksek riskli elektif PKG olgularında, özellikle IABP kullanımına bağlı potansiyel iskemik ve hemorajik komplikasyonlar dikkate alındığında rutin profilaktik IABP kullanımı önerilmemektedir. Buna karşın özellikle başlangıçta hemodinamik bozulduğu ve geniş miyokard alanının ilgilendiren yüksek riskli PKG işlemi planlanan hastalardan dikkatlice seçilmiş olgularda profilaktik IABP kullanımı düşünülebilir.

#### **Ventriküler septal defekt ya da papiller kas rüptürüne bağlı kardiyojenik şok:**

Akut miyokard infarktüsünün yüksek mortaliteye sahip mekanik komplikasyonu olan akut papiller kas rüptürüne sekonder ciddi mitral yetersizlik ve ventriküler septal rüptür durumunda IABP uygulaması, hasta cerrahiye alınana dek klinik stabilizasyon sağlanması için sınıf I endikasyon ile önerilmektedir.<sup>37</sup> Bu durumlarda kullanıldığında intrakardiyak şant seviyesinin azaldığı, pulmoner arter ve sistemik arter basıncında düzelmeler olduğu bildirilmiştir.<sup>38</sup>

#### **Miyokard infarktüsü sonrası angina:**

Yapılan gözlemsel çalışmalarla AMİ sonrası farmakolojik tedaviye dirençli anginanın, IABP'nin semptomatik ve elektrokardiyografik iyileşmeye neden olduğu izlenmiştir.<sup>39,40</sup>

#### **Tedaviye dirençli aritmiler:**

Optimal medikal tedaviye dirençli aritmiler sık olmayan IABP kullanım endikasyonlarından birini oluşturmaktadır. STE-Mİ'de refrakter polimorfik ventriküler taşikardide IABP uygulaması ACC/AHA sınıf IIa endikasyonlar arasında yer almaktadır.<sup>37</sup>

### **Kardiyopulmoner by-pass işlemi öncesi/sonrası destek ya da pompa yetersizliği tedavisi:**

Uzun kardiyopulmoner by-pass işlemi gören ciddi sol ventrikül yetersizliği olan hastalarda, uzun süren kardiyopleji etkisi ile stunning fenomeni nedeniyle hastaların sirkulatuar arestten toparlanmaları zor olabilmekte, bazen mümkün olamamaktadır. Bu hastalar için IABP, hemodinamik toparlanmayı kolaylaştıracağından hastanın pompadan çıkabilmesini hızlandırabilmektedir. Ciddi sol ana koroner arter hastalığı, ciddi sol ventrikül yetersizliği, semptomatik kalp yetersizliği ya da anginası olan ve acil ya da tekrarlayan cerrahi yapılacak olan hastalarda yapılan bir çalışmada IABP kullanılan grupta, kontrol grubuna oranla daha az hastane içi ölüm izlenmiştir.<sup>41</sup> Başka bir çalışmada ise pre-operatif IABP kullanılan hastalarda daha yüksek kardiyak indeks, daha az yoğun bakım süresi ve daha az mortalite izlenmiştir.<sup>42</sup>

### **Kalp yetersizliği:**

IABP uygulaması sırasında hastanın sürekli yatar pozisyonda olması, işlemin invazive doğası gereği uzun süreli uygulamalarda yüksek enfeksiyon riski, bacak iskemisi olasılığı nedeniyle son evre kalp yetersizliği hastalarında sürekli destekleyici bir tedavi olmaktan ziyade kalp transplantasyonu öncesi stabilizasyon için kullanılmaktadır. İleri evre kalp yetersizliği olan hastalarda teknolojik gelişmelerin etkisi ile IABP yerine yeni inotropik ajanlar ve ventrikül asist cihazları kullanımı tercih edilmektedir.<sup>43</sup>

## **KONTRENDİKASYONLAR**

### **Aort yetersizliği:**

Aort yetersizliğinde diyastolde şişen balonun, sol ventriküle regürjite olan kan oranını arttıracak olması konusunda net fikir birliği olmamasına rağmen hemodinamik olarak daha fazla regurjitasyona neden olacağı için orta-ileri seviyedeki yetersizliklerde kullanımı önerilmezken, hafif yetersizliklerde yakın hemodinamik takip ile uygulanabilir.

### **Aort diseksiyonu:**

Seviyesi nerede olursa olsun tüm tiplerdeki aort diseksiyonu varlığında intraaortik balon pompası, diseksiyonun ilerlemesine neden olabileceği ve distal damar yatağındaki iskemi arttıracığından IABP kullanılması kesinlikle önerilmemektedir.

### **Aort anevrizması:**

Akut diseksiyonu, aort rüptürü ya da ateroemboliyle neden olma ihtimali nedeniyle hem abdominal hem de thorasik aort anevrizmalarında, IABP kullanımı kesinlikle önerilmez.

### **Ciddi periferik arter hastalığı:**

Nispeten kalın vasküler kılıfların kullanılıyor olması nedeniyle ciddi damar lezyonu olan hastalarda, IABP alt ekstremitelerde ciddi iskemik hasara neden olabilmektedir. Daha ince kılıflar ile ya da kılıfsız kullanımla IABP daha az ciddi periferik arter hastalıklarında kullanı-

labilirken, öncesi perkütan girişimle tedavi edilemeyen ciddi periferik hastalıklarında IABP kullanımı önerilmez.

#### **İnen aorta ve periferik vasküler greftler:**

İleofemoral vasküler greftler ve aortada greft varlığı göreceli kontrendikasyon oluşturması nedeniyle, kalp-damar cerrahisi uzmanına danışılarak gerçekleştirilmelidir.

#### **Heparine karşı intolerans:**

Hastaların balon üstünde trombüs oluşmaması için tedavi süresince heparin almaları zorunlu olması nedeniyle heparin kontrendikasyon olan koagülopatili ya da “heparin induced trombositopeni (HIT)” gibi heparin kullanımının mümkün olmadığı vakalarda bivaluridin gibi alternatif ajanlar önerilmekle beraber, alternatif ilaçların olmadığı zamanlarda IABP kullanımı kontrendikedir.

## **KOMPLİKASYONLAR**

IABP komplikasyonları vasküler, hematolojik, enfeksiyöz ve balona ait komplikasyonlar şeklinde farklı başlıklarda incelenebilir. Yapılan retrospektif çalışmalarda komplikasyon oranları %32 seviyesine kadar çıkabilmektedir.<sup>44</sup>

#### **Vasküler komplikasyonlar:**

İskemik ve kanama komplikasyonları olarak ele alınabilirler. Diyabet, kadın cinsiyet, tütün kullanımı, periferik vasküler hastalıklar iskemi gelişimi için risk faktörleri arasında yer almaktadır.<sup>45</sup> Kanama, hematoma ve pseudoanevrizma oluşumu gibi komplikasyonlar da çok seyrek olmayan komplikasyonlar arasında yer alırlar. Kanama, uzamış elle basınç uygulaması ile kontrol altına alınabilirken, hematoma ve pseudoanevrizma için sıklıkla cerrahi onarım gerekmektedir. Bacak iskemisi, renal yetersizlik, ateroemboli, aort diseksiyonu veya perforasyonu potansiyel komplikasyonlar arasındadır. Kullanılan kateter boyutu, sheath olmadan uygulamaların bu komplikasyonu azaltmayacağı da savunulan görüşlerdendir.<sup>46</sup> IABP kullanım süresiyle vasküler komplikasyonlar arasında da yakın ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle mümkün olduğunca kısa süreli kullanılmalıdır.<sup>47</sup>

#### **Hematolojik komplikasyonlar:**

Balonun yapmış olduğu mekanik etki nedeniyle hemolitik anemi ve hafif trombositopeni ihtimaline karşı günlük kan sayımı ile takip uygun olacaktır. Ciddi trombositopenilerde heparine bağlı trombositopeni ve enfeksiyon akla gelmelidir.

#### **Enfeksiyöz komplikasyonlar:**

Tüm kateter uygulamaları gibi, IABP olan, ateşi olan ve ateş kaynağı bulunamayan hastalarda, enfeksiyon kaynağı kateter olarak düşünülerek kateter değiştirilmeli ya da çıkarılmalıdır.<sup>8</sup>

#### **Balona ait komplikasyonlar:**

Kateter sıkışması genelde rüptüre olan balonların içinin pıhtı ile dolması nedeniyle oluşur. Floroskopik olarak kateterin yerinin belirlenmesi sonrasında cerrahi ekstraksiyon gerekebilir.

Yakın dönemde yayınlanan “*Florence Registry çalışmasında*” IABP kullanımına bağlı komplikasyonları sıklığı ve prediktörleri değerlendirilmiştir.<sup>48</sup> IABP kullanımına bağlı %13.1 hastada komplikasyon (%50’si majör kanama) izlenmiştir. Komplikasyon gelişen olgularda ICU döneminde mortalite anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (%44.4 ve %17.2;  $p<0.001$ ). İleri yaş (>75 yaş) ve 24 saatten uzun süreli IABP kullanılan olgularda komplikasyonlar daha sık izlenmiş. Hemodinamik bozukluğun derecesi (inotropik ilaç kullanımı ve yüksek laktat düzeyleri) ve takipte düşük trombosit sayısı (<120.000), komplikasyonların bağımsız belirleyicileri (>75 yaş, eGFR, ve IABP kullanım süresi ile düzeltilmiş) olarak belirlenmiştir.

### Kaynaklar

1. Kantrowitz A, Kantrowitz A. Experimental augmentation of coronary flow by retardation of the arterial pressure pulse. *Surgery* 1952;14:678-687.
2. Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed PS. Initial clinical experience with intra aortic balloon pumping in cardiogenic shock. *JAMA* 1968;203:135-140
3. Bregman D, Nichols AB, Weiss MB. Percutaneous intraaortic balloon insertion. *Am J Cardiol* 1980;46:261-264
4. Sheng Nan C, Hwang JJ, Chen YS. Clinical experience with intra aortic balloon counterpulsation over 10 years. *Resuscitation* 2008;77:316-324
5. Kern MJ, Aguirre FV. Enhanced coronary blood flow velocity during intraaortic balloon counterpulsation in critically ill patients. *J Am Coll Cardiol* 1993;21:359-368
6. Ryan EW, Foster E. Augmentation of coronary blood flow with intraaortic balloon pump counter pulsation. *Circulation* 2000;102:364-365
7. Williams DO, Korr KS. The effect of IABP on regional blood flow and oxygen consumption in the presence of coronary artery stenosis in patients with unstable angina. *Circulation* 1982;66:593-597
8. Trost JC, Hillis LD. Intra-aortic balloon counterpulsation. *Am J Cardiol* 2006;97:1391-1398
9. TRIUMPH Investigators; Alexander JH, Reynolds HR, et al. Effect of tilarginine acetate in patients with acute myocardial infarction and cardiogenic shock: the TRIUMPH randomized controlled trial. *JAMA* 2007;297:1657-1666
10. Goldberg RJ, Spencer FA, Gore JM, et al. Thirty year trends (1975-2005) in the magnitude of, and hospital death rates associated with cardiogenic shock in patients with acute myocardial infarction: a population-based perspective. *Circulation* 2009;119:1211-1219
11. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *N Engl J Med* 1999;341:625-634
12. Babaev A, Frederick PD, Pasta DJ, et al. Trends in management and outcomes of patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *JAMA* 2005;294:448-454
13. Barron HV, Every NR, Parsons LS. Investigators in the National Registry of Myocardial Infarction 2. The use of IABP in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. Data from the National Registry of Myocardial Infarction 2. *Am Heart J* 2001;141:933-939
14. Thiele H, Allam B, Chatelier G, et al. Shock in acute myocardial infarction: the Cape Horn for trails? *Eur Heart J* 2010;31:1828-1835
15. Sanborn TA, Sleeper LA, Bates ER. Impact of thrombolysis IABP, and their combination in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: a report from the SHOCK trial registry. *J Am Coll Cardiol* 2000;36:1123-1129
16. Anderson RA, Ohman EM, Holmes DR. Use of intra aortic balloon counterpulsation in patients presenting with cardiogenic shock, GUSTO I study. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:708-715
17. Stonel RJ, Rasak M, Bates ER. Treatment strategies for acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock in a community based hospital. *Chest* 1994;105:997-1002.
18. Kovack PJ, Rasak MA. Thrombolysis plus aortic counterpulsation: improved survival in patients who present to community hospitals with cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol* 1997;29:1454-1458
19. Stone GW, Ohman EW, Miller MF. Contemporary utilisation and outcomes of IABP in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2003;41:1940-1945
20. Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, et al. Early revascularization and long-term survival in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *JAMA* 2006;295:2511-2515
21. O’Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: executive summary. A report of the American College of Cardiology Foundation /American Heart association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2013;127:e362-425



22. Antman EM, Antbe DT, Armstrong PW, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction- executive summary: a report from American College of Cardiology/ American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation* 2004;110:588-536
23. Van de Werf F, Bax J, Betriu A, et al. Management of acute myocardial infarction in patients with persistent ST-segment elevation: the Task Force on the Management of ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2008;29:2909-2945
24. Wijns W, Kohl P, Danchin N, et al. Guidelines on myocardial revascularization. *Eur Heart J* 2010;2501-2555
25. Steg G, James SK, Atar D, et al. the Task Force on the Management of ST-Segment Elevation Acute Myocardial Infarction of the European Society of Cardiology. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *Eur Heart J* 2012;33:2569-2619
26. Sjaauw KD, Engström AE, Vis MM, et al. A systematic review and meta-analysis of intra-aortic balloon pump therapy in ST-elevation myocardial infarction: should we change the guidelines ?. *Eur Heart J* 2009;30:459-468
27. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. IABP-SHOCK II Trial Investigators. Intraaortic balon support for myocardial infarction with cardiogenic shock *N Eng J Med* 2012;367:1287-1296
28. Abdel-Wahab M, Saad M, Kynast J, et al. Comparison of hospital mortality with intra-aortic counter pulsation insertion before versus after primary percutaneous coronary intervention for cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2010;105:967-971
29. Patel MR, Smalling RW, Thiele H, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation and infarct size in patients with acute myocardial infarction without shock: the CRISP AMI randomised trial. *JAMA* 2011;306:1329-1337
30. Romeo F, Acconcia MC, Sergi D, et al. The outcome of intra-aortic balloon pump support in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock according to the type of revascularization: A comprehensive meta-analysis. *Am Heart J* 2013;165:679-692
31. Seshadri N, Whitlow PL, Acharya N, et al. Emergency coronary artery bypass surgery in the contemporary percutaneous coronary intervention era. *Circulation* 2002;106(18):2346-2350
32. Williams DO, Holubkov R, Yeh W, et al. Percutaneous coronary intervention in the current era compared with 1985-1986: The National Heart, Lung, and Blood Institute Registries. *Circulation* 2000;102(24):2945-2951
33. Naidu SS, Herrmann HC. Support devices for high-risk percutaneous coronary interventions. *Textbook of Interventional Cardiology*. 6th edition editors Topol Eric J and Teirstein PS. Elsevier Saunders. 2012; p 455-466
34. Briguari C, Airolidi F, Chieffo A. Elective versus provisional IABP in unprotected left main stenting. *Am Heart J* 2006;152:565-572
35. Mishra S, Chu WW, Torguson R. Role of prophylactic IABP in high risk patients undergoing PCI. *Am J Cardiol* 2006;98:608-612
36. Redwood S: BCIS-I clinical presentation, paper presented at the Transcatheter Cardiovascular Therapeutics Conference 2009; San Francisco, CA
37. Elliott M, Antman, Daniel T. Anbe, Paul Wayne Armstrong. ACC/AHA Guidelines for the Management of Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction *Circulation* 2004;110:e82-e293
38. Thiele H, Lauer B. Short and long term hemodynamic effects of IABP support in ventricular septal defect complicating acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 2003;92:450-454
39. Weintraub RM, Voukydis PC, Aroesty JM. Treatment of preinfarction angina with IABP counterpulsation and surgery. *Am J Cardiol* 1974;34:809
40. Bardet J, Rigaud M, Kahn JC. Treatment of post myocardial infarction angina by IABP and emergency revascularisation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977;74:299
41. Gunstensen J, Goldman BS, Scully HE. Evolving indications for preoperative IABP assistance. *Ann Thorac Surg* 1976; 22:1459-1467
42. Christenson JT, Simonet F, Badel P. Evaluation of preoperative IABP support in high risk coronary patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1997;11:1097-1103
43. Kamdar AR. Intraaortic balloon counterpulsation. Editors Griffin BP, Topol EJ. *Manual of Cardiovascular Medicine* 2009; 776-788. Lippincott Williams&Wilkins
44. Alvarez JM, Gates R, Rowe D. Complications from intraaortic balloon counterpulsation. *Eur J Cardiothorac Surg* 1992;6:530-535
45. Eltchaninoff H, Dimas AP, Whitlow PL. Complication associated with percutaneous placement and use of IABP. *Am J Cardiol* 1993;71:328-332
46. Patel JJ, Kopisyansky C, Boston B. Prospective evaluation of complications associated with percutaneous IABP. *Am J Cardiol* 1995;76:1205-1207
47. Kumbasar D, Semiz E, Sancaktar O, Yalçinkaya S, Değer N. Mechanical complications of intraaortic balloon counterpulsation. *Int J Cardiol* 1999;70:69-73
48. Valente S, Lazzeri C, Crudele E, et al. Intraaortic balloon pump: incidence and predictors of complications in the Florence Registry. *Clin Cardiol* 2012;35(4):200-204

**2012 AHA/ACC MEKANİK DESTEK KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>1</sup>**

Hedef organ hasarı olan ve/veya zamanla ya da hemodinamik profilin iyileşmesiyle düzelebilir; kalp nakli ya da uzun süreli mekanik desteğe göreceli kontrendikasyonu olan kalp yetersizliği olan hastalarda acil mekanik destek olarak IABP kullanılabilir (Sınıf IIa-kanıt düzeyi C).

**2013 AHA/ACC AKUT MİYOKARD İNFARKTÜSÜ KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>2</sup>**

STEMİ sonrası farmakolojik tedavi ile kısa sürede stabilize olmayan kardiyojenik şoktaki hastaya IABP faydalı olabilir (Sınıf IIa-kanıt düzeyi B).

**2011 AHA/ACC PERKÜTAN KORONER GİRİŞİM KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>3</sup>**

STEMİ sonrası farmakolojik tedavi ile hızlı bir şekilde düzelmeyen kardiyojenik şokta hemodinamik destek cihazları kullanılmalıdır (Sınıf I-kanıt düzeyi B).

Seçilmiş yüksek riskli hastalarda PKG öncesi uygun hemodinamik destek cihazının elektif yerleştirilmesi uygundur (Sınıf IIb-kanıt düzeyi C).

Tek merkezden bildirilen raporlarda PKG ile birlikte IABP kullanılmasının sonuçları işlem sonrası ya da sırasında ihtiyaç durumuna göre takılmasından daha iyi izlenmekle birlikte bu konuda yapılan tek randomize kontrollü çalışmada yüksek riskli PKG hastalarında IABP'nin rutin ya da provizyonel kullanımının primer sonlanım olan mortalitede anlamlı fark yaratmadığı (4), sekonder sonlanım noktalarından kanama olaylarının IABP'da daha yüksek izlendiği, hipotansiyon, ciddi ventriküler artiminin (VT/VF) IABP grubunda daha az izlendiği bildirilmiştir. STEMI hastalarında bir metaanaliz sonucuna göre de rutin IABP kullanımının klinik sonlanımlarda anlamlı fayda sağlamadığı bildirilmiştir (5).

Non-STEMİ Kılavuzunda ise belirtilen kayıt serilerinde AMİ sonrası kardiyojenik şok, kateterizasyon ve PKG sırasında hemodinamik destek olarak takılan IABP'nin takılma başarısı %97.7, ortalama IABP süresi 3 gün ve majör komplikasyon oranı da %2.7 olarak bildirilmiştir.

**2012 AHA/ACC İLERLEMİŞ KALP YETERSİZLİĞİNDE KARAR VERME-BİLİMSEL BİLDİRİ<sup>6</sup>**

IABP ve diğer cihazlar hemodinaminin bozulduğu akut ya da kronik durumlarda kalıcı hedef organ hasarının önlenmesi amaçlı kullanılabilir.

Akut miyokardit ya da AMİ sonrası akut sağ kalp yetersizliği gibi geri dönüşü mümkün bu gibi durumlarda kullanılabilir.

Daha bağımlı tedavilere adaylığın netleşmediği durumlarda, hedef organ hasarının geri dönüşümlü olduğunun belirsiz olduğu, daha nihai tedavilere var olan kontrendikasyonun yakın gelecekte çözümü mümkün olduğu, transplant ya da kalıcı dolaşım destek tedavisi adayı olan hastalarda IABP kullanılabilir.

**2010 ESC MİYOKARDİYAL REVASKÜLARİZASYON KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>7</sup>**

Akut miyokard infarktüsünde, IABP uygulaması sadece hemodinamik bozukluğu olan hastalarda (özellikle kardiyojenik şok ya da mekanik komplikasyonlarla seyreden durumlarda) yapılmalıdır (Sınıf I-kanıt düzeyi C).

Akut miyokard infarktüsünde hemodinamik kararsızlık yokluğunda sistematik IABP kullanılmamalıdır (Sınıf III-kanıt düzeyi B).

IABP dışında mekanik destek cihazları sadece tersiyer merkezlerde ya da kurumsal olarak buna destek veren programı olan merkezlerde yapılabilir; eğer kardiyak fonksiyon bozukluğu varsa hedef organ hasarının engellenmesi amacıyla sırasıyla ECMO, sol ventrikül destek cihazı, (left ventricular assist device -LVAD) ya da biventriküler yardım cihazı kalıcı nörolojik hasarı olmayan hastaya uygulanabilir.

Eğer tekrarlayan PKG uygulamasına rağmen ciddi miyokard infarktüsü engellenemiyorsa acil CABG endikedir. Bu gibi durumda ciddi hemodinamik kararsızlık varsa acil revaskülarizasyon öncesi IABP takılmalıdır.

## 2012 ESC ST SEGMENT ELEVASYONLU AKUT MİYOKARD İNFARKTÜSÜ KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>8</sup>

Şok izlenmeyen hastalarda rutin IABP kullanımı önerilmemektedir (Sınıf III-kanıt düzeyi A).

Akut miyokard infarktüsünde kalp yetersizliği ve sol ventrikül disfonksiyonu (Killip IV- kardiyojenik şok) durumunda IABP kullanılabilir (Sınıf IIb-kanıt düzeyi B).

CRISP-AMI çalışmasında (9) şok izlenmeyen akut anterior miyokard infarktüsünde rutin IABP ek fayda göstermemiştir, hatta artan kanama komplikasyonuna neden olmuştur.

Randomize çalışma olmamakla birlikte IABP kullanımı ile, tromboliz öncesinde %26, sonrasında %18 fayda izlenmekte iken, primer perkutan girişim yapılan dönemde %6 artmış mortaliteye neden olmaktadır.

TACTICS (10) çalışmasında ise trombolize ek olarak IABP uygulamasının mortalitede değişikliğe neden olmadığı görülmüştür.

## 2012 ESC AKUT VE KRONİK KALP YETERSİZLİĞİ KILAVUZU TAVSİYELERİ<sup>11</sup>

Akut kalp yetersizliğinde mekanik problemlerin cerrahi çözümü öncesi dolaşıma destek olmak, akut miyokarditte seçilmiş hastalarda ya da akut miyokardiyal iskemi/infarktüste perkutan girişim öncesi, sırası ya da sonrasında IABP konvansiyonel endikasyon olarak bilinmektedir (Tablo 12). Ancak IABP'nın kardiyojenik şok dışında kullanımını destekleyen ciddi bir kanıt yoktur. Yakın zamanda planlanan ventrikül destek cihazı uygulaması ya da kalp nakli öncesi iyileşmeye köprü (bridge to recovery) olarak uygulanabilir (Sınıf IIa-kanıt düzeyi C). Tanısal ve klinik değerlendirmeye fırsat tanımadan bozulan hemodinaminin düzeltilmesi için kısa süreli mekanik destek tedavisi uygulanabilir (Sınıf IIb-kanıt düzeyi C).

**TABLO 12.** 2012-ESC Akut ve Kronik KY Kılavuzu

| Öneri Sınıfı/Kanıt Düzeyi          | Öneri                                                                                                                                                                                                                                                       | Kaynak |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>SINIF I</b><br>KANIT DÜZEYİ B   | STEMİ sonrası farmakolojik tedavi ile hızlı bir şekilde düzelmeyen kardiyojenik şokta hemodinamik destek cihazları kullanılmalıdır.                                                                                                                         | 3      |
| <b>SINIF IIa</b><br>KANIT DÜZEYİ C | Hedef organ hasarı olan ve/veya zamanla ya da hemodinamik profilin iyileşmesiyle düzelebilir; kalp nakli ya da uzun süreli mekanik desteğe göreceli kontrendikasyonu olan kalp yetersizliği olan hastalarda acil mekanik destek olarak İABP kullanılabilir. | 1      |
| SINIF IIa<br>KANIT DÜZEYİ B        | STEMİ sonrası farmakolojik tedavi ile kısa sürede stabilize olmayan kardiyojenik şoktaki hastaya İABP faydalı olabilir.                                                                                                                                     | 2      |
| SINIF IIa<br>KANIT DÜZEYİ C        | Yakın zamanda planlanan ventrikül destek cihazı uygulaması ya da kalp nakli öncesi iyileşmeye köprü (bridge to recovery) olarak uygulanabilir.                                                                                                              | 11     |
| <b>SINIF IIb</b><br>KANIT DÜZEYİ C | Seçilmiş yüksek riskli hastalarda PKG öncesi uygun hemodinamik destek cihazının elektif yerleştirilmesi uygundur.                                                                                                                                           | 3      |
| SINIF IIb<br>KANIT DÜZEYİ B        | Akut miyokard infarktüsünde kalp yetersizliği ve sol ventrikül disfonksiyonu (Killip IV- kardiyojenik şok) durumunda İABP kullanılabilir.                                                                                                                   | 8      |
| SINIF IIb<br>KANIT DÜZEYİ C        | Tanısal ve klinik değerlendirmeye fırsat tanımadan bozulan hemodinaminin düzeltilmesi için kısa süreli mekanik destek tedavisi köprü (bridge to decision) olarak uygulanabilir.                                                                             | 11     |
| <b>SINIF III</b><br>KANIT DÜZEYİ B | Akut miyokard infarktüsünde hemodinamik kararsızlık yokluğunda sistematik İABP kullanılmamalıdır.                                                                                                                                                           | 7      |
| SINIF III<br>KANIT DÜZEYİ A        | Şok izlenmeyen hastalarda rutin İABP kullanımı önerilmemektedir.                                                                                                                                                                                            | 8      |

**Kaynaklar**

1. Recommendations for the Use of Mechanical Circulatory Support: Device Strategies and Patient Selection: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*. 2012;126: 2648-2667
2. 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction: Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology. *Circulation*. 2013;127:529-555
3. 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention: A Report of on Practice Guidelines and the Society for Cardiovascular Angiography and Intervention. *Circulation*. 2011;124: e574-e651
4. Perera D, Stabius R, Thoms M et al. Elective IABP in high risk percutaneous coronary interventions: a randomised controlled trial. *JAMA*. 2013;304:867-874
5. Sjaauw KD, Engstrom AE, Vismin MM et al. A systematic review and meta-analysis of intra aortic balloon pump therapy in ST elevation myocardial infarction: should we change the guideline. *Eur Heart J*. 2009;30:459-468
6. AHA Scientific Statement. Decision making in advanced heart failure. *Circulation* 2012; 125:1928-1952
7. ESC Guidelines on myocardial revascularisation. *European Heart Journal* (2010) 31, 2501–2555
8. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. *European Heart Journal* (2012) 33, 2569–2619
9. Patel MR, Smalling RW, Thiele H, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation and infarction size in patients with acute anterior myocardial infarction without shock. *JAMA* 2011; 306:1329-1337
10. Ohman EM, aAnas T, Stomal RT, et al. Thrombolysis and counterpulsation to improve survival in myocardial infarction complicated by hypotension and suspected cardiogenic shock and heart failure. *J Thromb Thrombolysis*; 2005;19;33-39
11. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. (*European Heart Journal* (2012) 33, 1787–1847).

## 3.7. PERİKARDİYOSENTEZ

Uzm. Dr. Barış İkitimur, Prof. Dr. Rasim Enar

Perikardiyal tamponad perikard boşluğunda aşırı veya hızlı sıvı toplanması ile oluşan hemodinamiği bozan yaşamı tehdit eden (fatal olabilen) klinik bir tablodur. Özellikle sessiz hemodinamik bozukluğun (hipotansiyon ile giden “sessiz kalp”) hızla teşhis edilerek acilen perikardiyosentez yapılması ve boşaltılması kardiyak tamponadın etyolojik tanıyı da hedefleyen başarılı tedavisinin temelidir.

### Klinik Tablo ve Bulgular:

Perikardiyosentez kardiyak tamponadlı hastada acil girişim olarak indikedir. Perikard boşluğunda sıvı birikmesi kalbin etrafındaki basıncı artırabilir. İntraperikardiyal basınç sağ ventrikül diyastolik basıncı sol ventrikül diyastolik basıncına eşitleninceye kadar yükselir ve sonuçta kalbin doluşunu bozarak (azaltır) kalp debisini düşürür (hipodiastolik sendrom). Yükselmiş perikard basıncı sonucunda kalp debisi düşüşü nabızsız elektrik aktiviteye sebep olacak kadar ağır olabilir. Perikard kesesinin distensibilitesinden (kötü geriilebilirliği), büyük miktarda sıvı hemodinamik bozukluğa sebep olmadan yavaşça birikebilir. Buna karşılık az miktarda sıvının hızla birikmesi perikardiyumun distensibilitesini alt ederek intraperikardiyal basınçta hızlı yükselme ile hemodinamik bozulmaya yol açar.<sup>1,2</sup>

Perikard tamponadlı hastanın klasik prezentasyonu **Beck** Triyadını ihtiva eder: 1) Yükselmiş sistemik venöz basınç sonucu juguler venöz dolgunluk, 2) derinden gelen kalp sesleri ve 3) hipotansiyon. Hastaların çoğunda bu üç bulgudan birisi bulunur. Üçü birden eş zamanlı nadiren aynı anda görünür, birtek kardiyak arrestten çok kısa süre önce önce üçlü birlikte saptanabilir. Obez veya hipovolemik hastalarda venöz dolgunluk güç değerlendirilebilir. Kalp seslerinin uzaktan gelmesi perikardiyal efüzyonun işareti olabilir, obezite veya kronik pulmoner hastalıkta da meydana gelebilir. Perikardiyal sürtünme sesi efüzyon büyüklüğü ne olursa olsun bulunabilir veya bulunamayabilir. İnflamatuvar efüzyon ile sık bulunur.

Kardiyak tamponadta dispne sıktır, en sık bildirilen semptomdur kalp tamponadı için sensitivitesi yaklaşık %87-%88'dir.<sup>1, 2-5</sup> Kalp tamponadının diğer bulgusu Pulsus Paradoxustur, normal inspiyumda sistolik kan basıncının >10 mmHg düşmesidir. EKG'de düşük voltaj Pulsus veya elektriki alternans ve Kusmaul belirtisi (inspiyumda juguler venöz dolgunluğun artması) diğer bulgulardır. Olguların çoğunda, perikardiyal akut sıvı birikmesi

200 ml'den fazla olmadıkça radyografide saptanamaz. Kalp silüetinin büyümesi cerrahi sonrası veya kronik perikardiyal sıvı birikmesinde daha sıktır. Göğüs radyografisinde kardiyomegali bulunmasının kardiyak tamponad için duyarlılığı %89'dur. Klinik dekompanseasyonun gelişimine en büyük etkisi bulunan faktör sıvı toplanma hızıdır. Normalde perikardiyal kese 15-30 ml sıvı ihtiva eder. Hızla toplanan perikardiyal efüzyon şiddetli solunum sıkıntısı, ajitasyon, taşikardi ve hipotansiyonu takiben sistemik hipoperfüzyon (konfüzyon, kreatinin yüksekliği ile) bradikardi ve nabızsız elektriki aktivite ile bulunabilir.

Perikard tamponadı perikard boşluğunda sıvı, kan infeksiyöz pürülan materyal veya gaz birikmesi sonucunda gelişebilir. Seröz sıvının tek başına toplanması ile oluşan basit perikardiyal efüzyon komplike olmamış perikardiyosentez için uygundur, daha kompleks efüzyonlar örneğin; infeksiyöz materyalin loküle koleksiyonlarında perikardiyosentez daha güç olabilir. Metastatik kanser, mediastinal radyasyon hikayesi, son-evre böbrek hastalığı bulunan, yeni kalp cerrahi operasyonu geçirmiş ve travmatik yaralanmalı hastalar perikardiyal tamponad riskindedir.

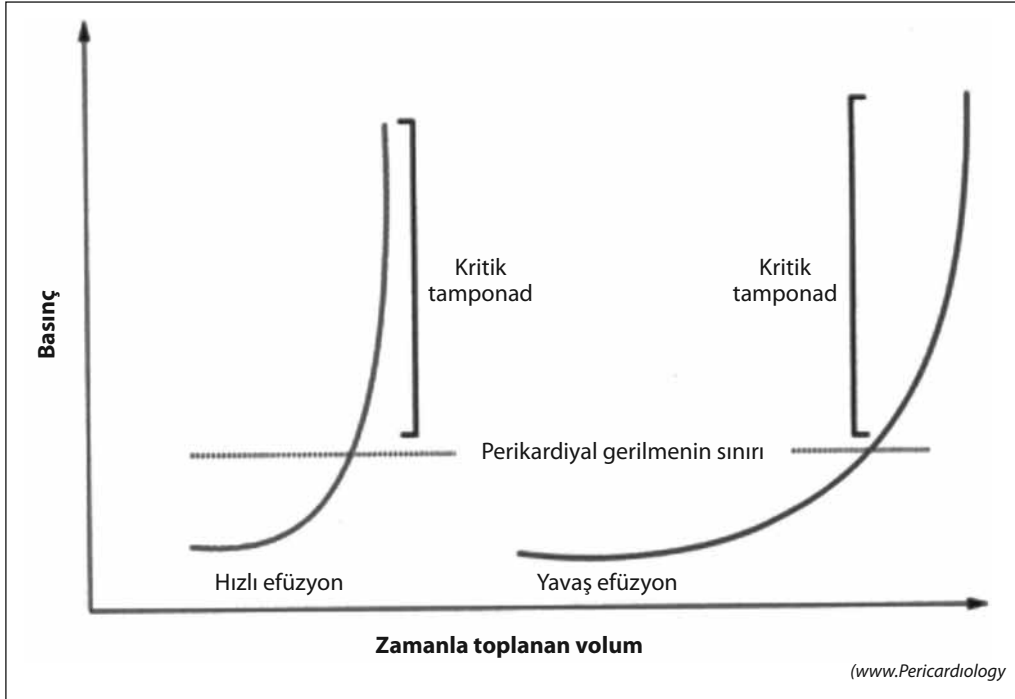
Kardiyak tamponadın diğer sebepleri: Perikardit, akut miyokard infarktüsü, konjestif kalp yetersizliği, kollajen vasküler hastalık ve tüberküloz.

Perikardiyal tamponad kardiyak arrest ile nabızsız elektriki aktivitenin muhtemel sebebi olarak düşünülmelidir. Perikardiyal sıvıyı bulmak ve incelemek için yatakbaşı ultrasonografi ve ekokardiyografi kullanılabilir. Perikardiyal sıvı ile sağ atriyum veya ventrikülün diyastolik kollapsı kardiyak tamponad için tanı koydurucudur. Teşhisi daha fazla destekleyen bulgular; triküspid kapaktan geçen akım hızı ve vena kava inferior dilatasyonu ve çapının büyüklüğünün solunumsal değişiklikler göstermemesi.

Perikardiyal tamponadta perikardiyal sıvının perikardiyosentez ile acilen aspire edilmesi kalp fonksiyonu ve periferik perfüzyonu düzelterek eski haline getirebilir, hayat kurtarıcı olabilir.

### İndikasyon ve Kontrindikasyonlar:

- Acil Perikardiyosentez vital bulguları stabil olan perikardiyal efüzyonda indike değildir. Bu durumda hasta takip edilerek, ekokardiyografi ile değerlendirilmeli, hastalarda uygun medikal tedavi başlanmalı (nosteroidal antiinflamatuvar ilaçlar ve kronik kullanımda Kolşisin), gerektiğinde acil drenaj girişim uygulanabilir.
- Travmatik perikard efüzyonu ile birlikte anstabil vital bulguları olanlarda acil torakotomi indikasyonu bulunduğundan acil perikardiyosentez rölatif kontraindikedir. Bununla birlikte, perikardiyosentez "uygun zamanı kollayarak" uygulanabilir.
- Hemodinamiğin bozulması perikardiyal boşlukta biriken sıvının miktarına ve birikme hızına bağlıdır; kısa sürede az miktarda, uzun sürede azar azar büyük miktarlarda sıvı toplanması kalbin diyastolik doluşunu engelleyerek sonuçta atım hacmini düşürür (*hipodiyastolik sendrom*), (Şekil 75). Kanamanın devam etmesi doğal olarak kalp boşluklarına göre göre rölatif daha düşük basınçlı perikardiyumda kanın hızla



**ŞEKİL 75.** Perikardiyal boşlukta sıvının toplanma hızı, perikardiyal gerilme ile intraperikardiyal basınç ve klinik tamponad arasındaki ilişki.

toplanmasına sebep olabilir; hastaya acil torakotomi veya perikardiyal pencere açmak gerekir.<sup>2,5,6,7</sup>

- Acil Perikardiyosentezin rölatif diğer kontraindikasyonları: Miyokardiyal rüptür, aort disseksiyonu, ve ciddi kanama bozukluğu. İlk ikisinin akut hayati tehlikesi olduğundan acil cerrahi girişim ihtiyacı olabilir, kritik koşullarda cerrahiye köprü olması amacı ile acil perikardiyosentez geciktirilmemelidir. Ciddi kanama bozukluğu ve kanamanın sürmesi perikardiyal sıvının hızla toplanmasına presispozisyon oluşturur, bu hastalarda kombine medikal ve cerrahi kompleks yaklaşım zorunludur. Etyoloji ne olursa olsun, anstabil durumda ve hayati tehlikesi bulunan hastalarda perikard tamponadını rahatlatmak için acil acil perikardiyosentez uygulanabilir, bu koşullarda girişim için kesin kontraindikasyon yoktur.



## PERİKARDİYOSENTEZİN TEKNİK PRENSİPLERİ

Perikardiyosentez için gerekli gereçler ve yaklaşım stratejisi (Tablo 13)'de sunulmuştur. Günümüzde hastaların çoğunda işlem Ekokardiyografi (veya ultrasonografi) altında yapılmaktadır.

### Perikardiyosentez için Gerekli Koşul ve Donanımlar:

İnvazif girişimde olduğu gibi, Perikardiyosentez sırasında operatörün hastanın vucut sıvıları ile temas etme olasılığından evrensel uygun önlemler alınmalı (önlük, eldiven, maske gibi) kullanılmalıdır:

- Hastaya yaklaşımda işleme başlamadan önce ellerin yıkanması, dezenfekte edilmesi her invazif girişimin en önemli bölümüdür.
- Doktor eldiven, maske ile koruyucu önlük giymelidir. Steril tekniğe tamamen uyulmalı, sağlanmalıdır; antibakteriyel cilt temizleyici kullanılmalı.
- Girişim acil koşullarda gerçekleştirildiğinde kardiyak resüsitasyon gerekebileceğinden hemodinamik izleme (kan basıncı, kalp ritmi, solunum ritmi, sayısı ve parmak-ucu oksimetri) temin edilmelidir. Resüsitasyon için gerekli malzemeler (defibrilatör, entübasyon tüpü gibi) ve atropin, hatta adrenalin gibi kardiyak arreste kullanılan ilaçlar her an kullanıma hazır acil olarak temin edilebilmelidir.

Ultrasonografi (genellikle acil birimlerde) veya ekokardiyografi cihazı temin edilebiliyorsa işlem öncelikle bunların yönlendirmesi ile yapılmalıdır. Aksi taktirde ponksi-

**TABLO 13.** Perikardiyosentez için gerekli Malzemeler

- Steril önlük, eldiven ve maske.
- Povdone-iodine solusyonu veya başka bir cilt antiseptiği.
- Steril şeffaf plastik örtü (kullanıp atılan)
- Lokal anestezi için 20 veya 25G iğne.
- Lokal anestetik (%1 lidokayin)
- Değişik uzunluklarda (5-8 cm) 18G politeflon kılıflı-venöz iğneler.
- Şırıngalar (10, 20 ve 50 mL).
- 0.035 inç J-uçlu kılavuz tel
- Bistüri (No 11 bıçak).
- 5 veya 6 Fr intradüser kılıf
- 5 veya 6 Fr 65 cm birçok yan-delikli Pigtail kateter.
- Giriş yerini kapatmak için 4 X 4 inç gazlı bez veya Pomad
- 1L vakum'lu şişe
- Alınan örnekler için etiket (istenen tetkikin gideceğin laboratuvarın yazıldığı)
- Steril izotonik serum (kateterin yıkanması için).

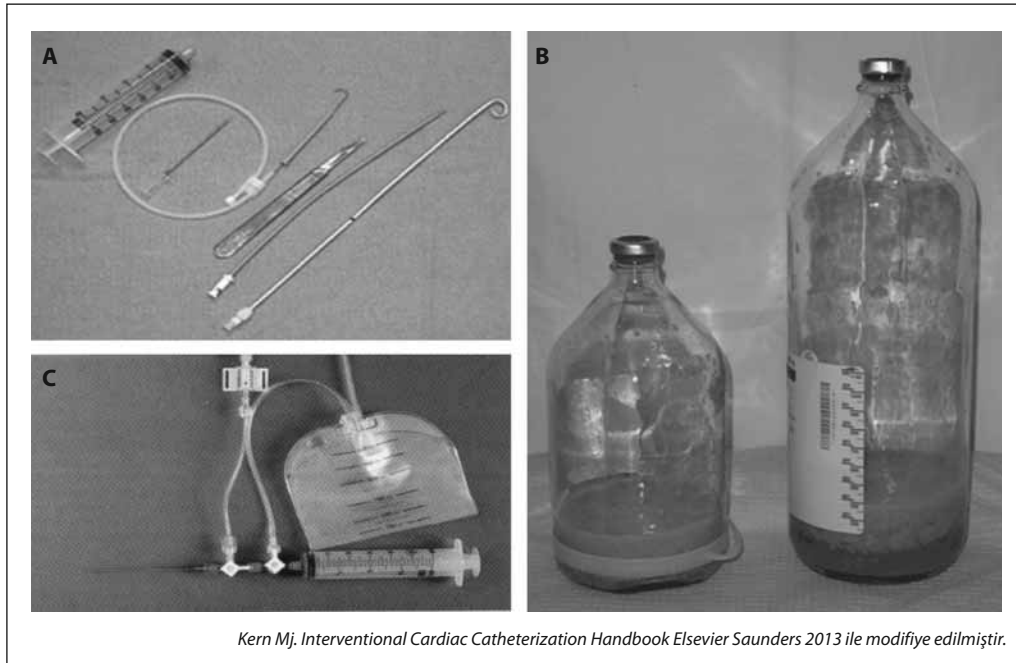
G:Gauge-İğne no'su. Ülkemizde kullanılan iğne numaraları ile ters ilişkilidir, düşük G'ler Seldinger gibi büyük iğneyi, büyük G'li ise küçük nolu injeksiyon iğnesini gösterir.

yon iğnesi miyokardiyuma dokunduğunda oluşan ST-segment elevasyonu değişikliğini görmek için timsah klipli tel ve EKG cihazı temin edilerek kullanılabilir.

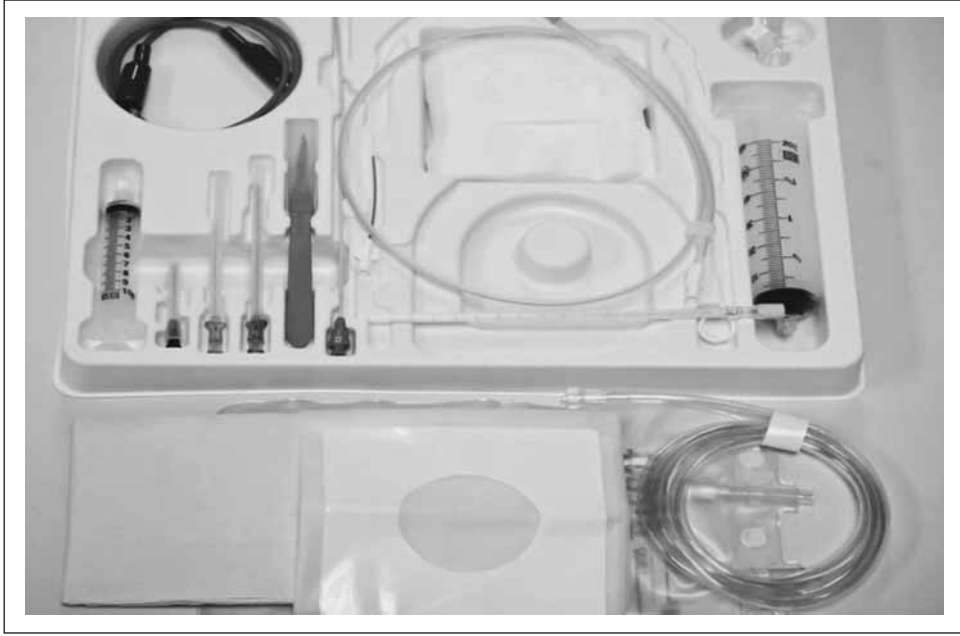
- Acil Perikardiyosentez işlemi için gereken materyaller: 18-Gauge spinal iğne (iğne çapı ve boyu küçüldükçe Gauge ölçüsü artar; örneğin; venöz damar iğnesi 20-Gauge, insülin iğnesi 26-Gauge); politeflon kılıflı-iğne (iğne üzerinde sert olmayan angiocut gibi kılıf), veya bir başka uygun iğne (mandrensiz Seldinger ön-duvar iğnesi gibi); 3-yönlü vana (musluk) ve 20 ml'lik şırınga.<sup>7</sup>

İlk adım, intravenöz yol açıldıktan ve resusitasyon için tüm imkanlar tedarik edildikten sonra aşağıdaki malzemelere ihtiyaç vardır (Tablo 13): Floroskopi veya ekokardiyografi (veya ultrasonografi) görüntüleme imkanlarına ek olarak, İşlem masında yatakbaşı bulunması gereken malzemeler:

- Örtü paketi, steril örtüler, lokal anestetik (52 lidokayin), şırıngalar (50 mL'lik dahil), iğneler (25G ve 22G), No 11 bıçak (bistüri) ağzı ve ipek dikişler.
- Perikardiyosentez iğnesi (15 cm, 18G) ve J-uçlu kılavuz tel ( $\geq 80$  cm, 0.035 inç çapında). Dilatörler (7 Fr'ye kadar); Pigtail kateter  $\geq 60$  cm (birçok yan delikli); renaj torbası ve konektörler (Şekil 76).



**ŞEKİL 76.** Standart Perikardiosentez seti; **A**-Ponksiyon seti; J-uçlu tel; Seldinger ön-duvar iğnesi, bistüri; ucu kıvrık (Pigtail kateter gibi) çok delikli drenaj kılıfı, **B**-Vakumlu şişeler ve **C**-Perikardiyal iğne üç-yönlü musluk ile basınç yoluna ve drenaj torbasına bağlanır.

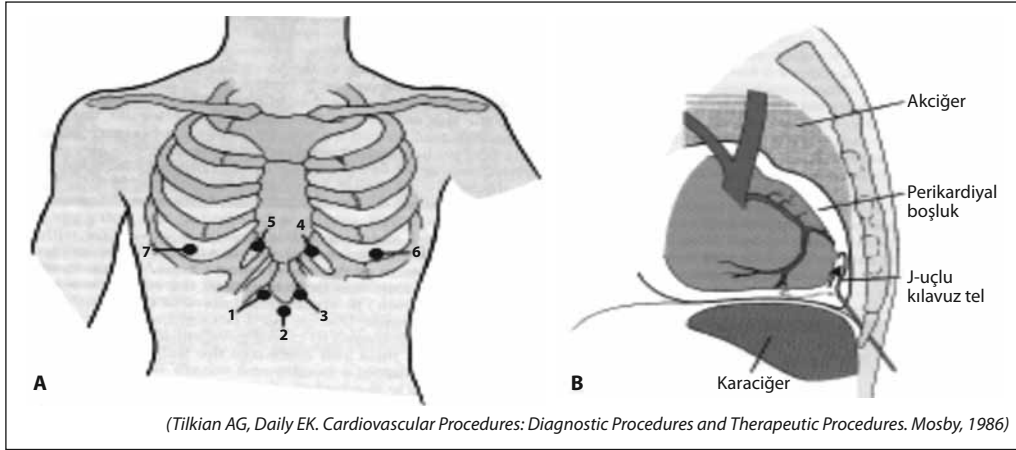


**ŞEKİL 77-1.** Paketlenmiş kullanıma hazır Perikardiyentez seti: Çeşitli büyüklükte iğneler, bağlantı kabloları ve musluklar, şiringalar, bistüri, dilatör, j-uçlu kılavuz tel.

Günümüzde ponksiyon steril malzemeleri paketlenmiş olarak kullanıma hazır temin edilebilir (Şekil 77-1).

Başlangıçta doluş basınçlarının takip edilmesi (veya sağ atriyum basıncı) ve hemodinamik düzelmeyi göstermek için birlikte sıklıkla pulmoner arter kateteri de takılır. Bazı olgularda perikard iğnesi, perikard boşluğunun basıncının hemodinamik izlenmesinde de kullanılmaktadır, ponksiyon sırasında ve sıvı çekildikten sonra hastanın klinik durumu ve hemodinamik bulguları değerlendirilir.

- Ekokardiyografinin acilen tedarik edilemediği durumlarda genellikle subksifoyid yaklaşımla işlem körlemesine veya EKG kılavuzluğunda yapılabilir. Ekokardiyografi işlemin komplikasyonlarını anlamlı azaltmıştır. Perikardiyal ponksiyonun başlıca giriş noktaları (Şekil 77-2)'de gösterilmiştir.
- Hemodinamik stabiliteyi sağlamak için normal kalp hızına rağmen hipotansiyon ile giden perikard tamponadında intravasküler dolaşım volumunu optimize etmek (hatta biraz artırmak) için intravenöz sıvı (izotonik serum) verilmelidir.
- Klinik olarak bir mahsuru yok ve kontrindike değilse, antikoagülasyon geri döndürülmesi (tercihen INR <2.0), normal hemostaz düzeyleri sağlanmalı antitrombotik tedavi ise ara verilmeden kullanılmalıdır. Perikardiyosentez sırasında, sağ kalp kateterizasyonu ile sağ ve sol atriyal (pulmoner kapiller uç) basınçların eş zamanlı ölçümü klinik tamponadın teşhisi ve girişimin etkinliğinin belirlenmesine yardımcı olur.



(Tilkian AG, Daily EK. Cardiovascular Procedures: Diagnostic Procedures and Therapeutic Procedures. Mosby, 1986)

**ŞEKİL 77-2. A-** Perikardiyosentez için standart Lokalizasyonlar: (1,2,3) Sub-Ksifoyid yaklaşımları; (4) Sol Beşinci interkostal aralığın sternal kenarı; (5) Beşinci sağ interkostal aralığın sternal kenarı; (6) Apikal yaklaşım; (7) Büyük sıvı toplanması sağ tarafta olduğundaki yaklaşım. **B-** Esnek perikardiyal iğneden J-uçlu kılavuz telin perikard boşluğuna geçişi.

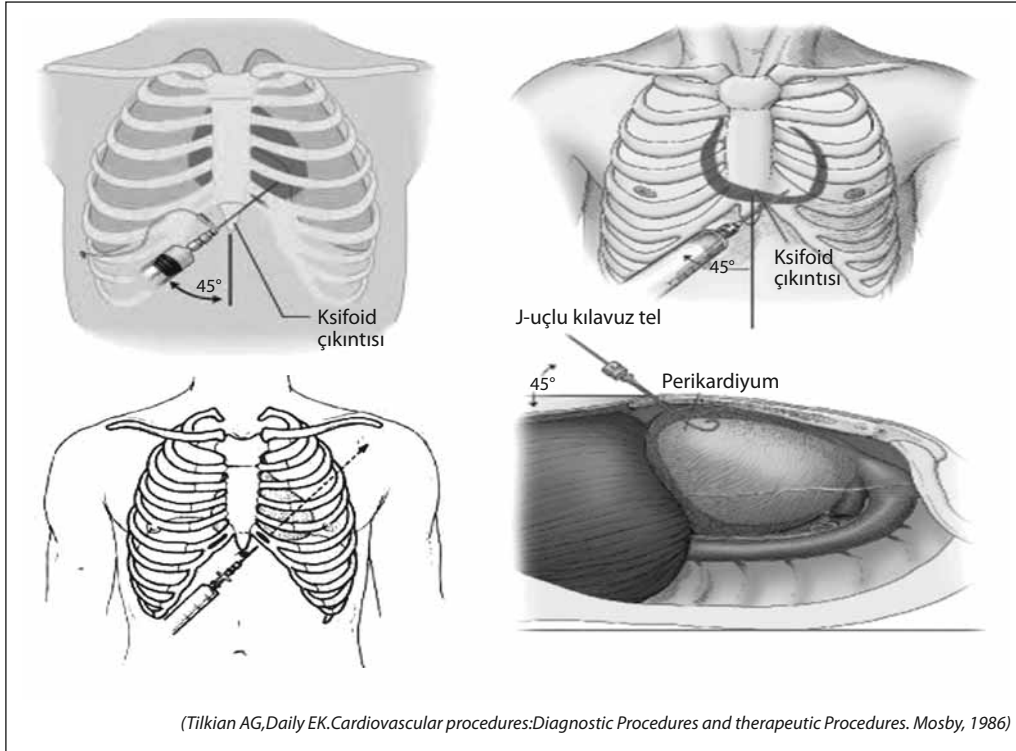
### Hastanın Hazırlanması:

Gerekli materyal, yatakbaşında kolayca ulaşılacak uzaklıktaki malzeme masasında steril koşullarda hazır bulundurulmalıdır. Perikardiyosentez sırasında dekompanasyon bulguları gözlenerek, hemodinamik durum sürekli takip edilmelidir.

- İşleme başlamadan önce ksifoyidal çıkıntı palpe ederek perikardiyosentezin giriş noktası için uygun sınırlar yüzeysel belirlenmeli. Steril eldivenler giyildikten sonra hastanın ön göğüs duvarı ve üst abdominal bölgesi geniş olarak hızla antiseptik (antibakteriyel) temizleyici ile yıkanır; merkezden- perifer doğru çemberler yaparak dezenfektan ile silinir.
- Hastanın klinik durumu müsaade ediyorsa, yatağının başı 30-45° yükseltilir (sadece yastığı değil, toraks), böylece perikardiyal kolleksiyona daha direk giriş olanağı sağlanır. Hemodinamiği bozulmuş hastalarda, acil durumda girişim zamana- duyarlıdır.
- Genel anestezi rutin kullanılmaz, hasta uyanık ve acil girişim gerekmiyorsa lokal anestetik kullanılması daha uygundur.

**Hastanın pozisyonu:** Hasta genellikle sırtı 30° derece yükseltilmiş sırtüstü yatırılır, bu pozisyon perikardiyal sıvının inferiyor ve apikal toplanmasını kolaylaştırır.

**Giriş yeri:** Ekokardiyografi en uygun giriş yeri ve iğnenin yönünün belirlenmesine yardımcı olur. Sıklıkla, efüzyona en yakın ekokardiyografik pencere seçilir. Giriş için ana noktalar subksifoyid ve apikal girişler, aksillar ve sol veya sağ parasternal bölgelerdir (Şekil 77-2, A). Pnömotoraks, internal mammary veya interkostal arterlerin laserasyon riskleri azaltması subksifoyidal yaklaşımın avantajlarıdır (Şekil 77-2, B).



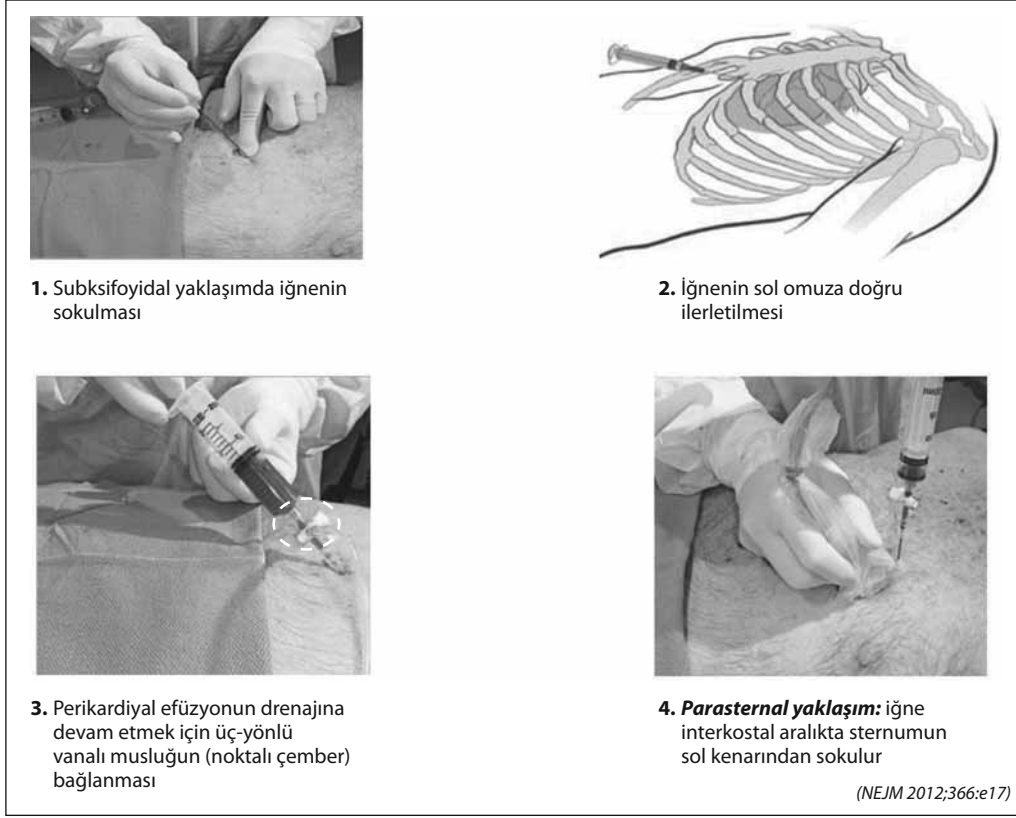
**ŞEKİL 78.** Subksifoyidal Perikardiyal ponksiyon tekniği: (Solda)- İğnenin giriş yeri, giriş açısı ve yönü. (Sağda)- Perikard boşluğuna sokulan iğnenin içinden j-uçlu kılavuz telin ilerletilmesi.

Koroner Bakım Ünitesi, Kateterizasyon Laboratuvarında ve Acil Birim koşullarında bile İşlem steril koşullarda yapılmalıdır. Prekordiyal veya subksifoyid bölge antiseptik solusyonla sterilize edilmeli ve steril örtülerle örtülmelidir.

*Subksifoyid yaklaşım* için iğne, ksifoyidal çıkıntının üzerine inferolateral eklenen alttaki kostanın (tipik olarak ksifoyidin kenarının infero lateral yüzeyine bir parmak uzaklıkta) aşağıdaki kostanın altı ile açık açılı olmalıdır (Şekil 78). Ponksiyon çok yüksekten yapıldığında ve Kosta-ksifoyidal açıda girintiye yakın yapıldığında, kostanın altına ulaşmakta sorun teşkil olabilir.

*Parasternal yaklaşım* kullanıldığında, internal mammary arterinin yaralanmasını önlemek için iğne sternuma 1 cm lateral geçirilmelidir (Şekil 79). Pnömotoraks riski daha uzak lateral pozisyonda artar.

*İnterkostal yaklaşım*da, nörovasküler demetin yaralanmasını önlemek için iğne kostanın üstünden geçirilmelidir. Giriş açısı ve yönü operatörün zihninde belirlenmeli ve giriş yeri silinmez kalem ile işaretlenmelidir.



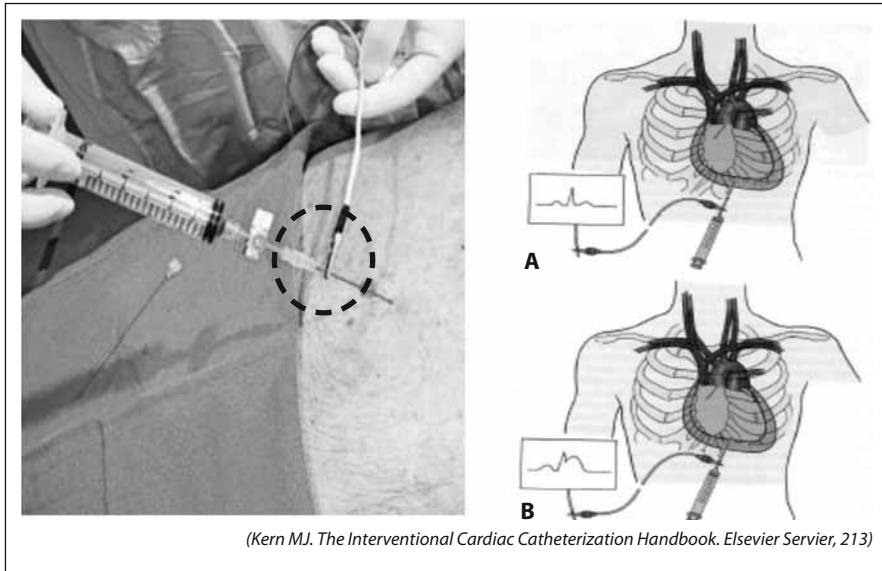
ŞEKİL 79. Perikardiyosentez için iğnenin sokulması (1,2) ve üçlü musluk ile (noktalı çember) drenajın hazırlanması (3).

## PERİKARDİYOSENTEZ GİRİŞİMİ

Acil durumlar hariç genellikle temin edilebildiğinde, Ultrason veya ekokardiyografi kılavuzluğunda perikardiyosentez tavsiye edilmektedir. Ekokardiyografide görünen sıvının lokalizasyonu ne olursa olsun, kardiyopulmoner canlandırma dahil resüsitasyon eforunda subksifoyidal veya apikal yaklaşım gerekebilir. EKG monitorizasyon, ne de ekokardiyografi cihazı acilen temin edilemiyorsa “*körleme metod*” kullanılabilir. Bu metod EKG, ultrasonografi/ekokardiyografi kullananlara göre kabul edilemez düzeyde yüksek mortalite ve morbidite ilişkilidir.

- Acil Perikardiyosentezde *subksifoyidal yaklaşım*; ksifoyid çıkıntısı ve sol Kosta kenarının tam altından başlar.<sup>7,9</sup> İğnenin, dermal doku ile tıkamasını önlemek için iğne stilet ile sokulur (Şekil 79). İğne ile stilet temin edilemediğinde Çelik çekirdekli iğne (Seldinger mandren göbekli iğne) de kullanılabilir, 16-18 Gauge politeflon kılıflı-iğne (Angio cut). Alternatif teknik iğneyi sokmadan önce cildin bistüri bıçağı ile kesilmesi (çentik atar gibi).<sup>2</sup> İğne cildi delince, stilet çıkarılır, üç-yönlü vana ve 20 ml şırınga iğneye bağlanır.

- Şırınga devamlı aspire edilirken iğne sol omuz yönünde (en büyük koleksiyona doğru) ilerletilir (Şekil 79-2). Perikard boşluğuna girilince başlangıçta sıvı şırınga ile çekilir, az miktarda sıvı alınması dahi hemodinamik bulgularda dramatik düzelmeye sağlayabilir, kalp debisi ve kan basıncı yükselir. İğneden sıvı rahat geliyorsa bağlantı kablosu (tüpü) ile iğne üç- yönlü musluğa bağlanır (Şekil 79-3), böylece iğne hareket ettirilmeden perikardiyal drenajın devam etmesi sağlanır.
  - Sıvının çekilmesine vital bulgular normalleşene ve perikardiyumundan daha fazla sıvı gelmeye kadar devam edilir. Küçük miktarda sıvı çekilmesi ile hastanın durumu stabilize olmuşsa drenaj şişesi gerekemeyebilir.
  - *Parasternal yaklaşım*, acil perikardiyosentez yapmak için alternatif metoddur. İğne Beşinci interkostal aralıkta, sternumun tam kenarında göğüs duvarına dik sokulur (Şekil 79-4). Vucut yüzeyine yakın en büyük efüzyon bölümünü belirlemek ve yönlendirip perikard boşluğundan sıvıyı aspire etmek için, iğneyi yönlendirip sokmak için ekokardiyografi ve ultrasonografi kullanılabilir.
- Ekokardiyografi veya ultrasonun yönlendirdiği bir başka teknik de apikal yaklaşımdır: İğne apikal vurunun altından ve 1 cm lateralinde interkostal aralıkta sağ omuza yönlendirilerek sokulur.<sup>7</sup>
- Ultrason ve ekokardiyografi temin edilemiyorsa steril timsah-klip ve tel (spinal, mandrenli veya ön-duvar Seldinger) ponksiyon iğnesine takılır ve devamlı EKG takibi için tel prekordiyal derivasyonlara bağlanır (Şekil 80). İğne ilerletilirken, iğnenin çok fazla iler-



**ŞEKİL 80.** Perikardiyal iğne ucunun elektrokardiyografik izlenmesi: (solda)-ucu timsah kablonun (noktalı çemberde) ponksiyon iğnesine bağlanması. **A**, İğne epikardiyumuna dokunmadıkça EKG normal segmenti bulunur. **B**, İğnenin ucu epikardiyuma dokununca ("temas akımı") EKG'de ST-segment yükselmesi görülür.

letilip miyokard yüzeyine temas ettiğinin göstergesi olan EKG'de ST-segment elevasyonu gözlenir; ST yükselmesi görülürse, elevasyon düzelene kadar iğne geri çekilmeli, sonra perikardiyal sıvıyı çekmek için iğne tekrar yönlendirilmeli.

- *Körleme Perikardiyosentez*, ksifoyidin çıkıntısı ve sol kosta kenarının tam altından 45° açıda iğne sokularak cilde girilir ve sonra dasol omuza doğru ilerletilir. Bu tekniğin komplikasyon oranı elektrokardiyografi, ultrasonografi ve ekokardiyografinin kullanıldığı yaklaşımlara kıyasla daha yüksektir, sadece acil koşullarda uygulanmalıdır.<sup>8</sup>

### İğnenin sokulması:

Lokal anesteziyi takiben (18 Gauge), ince duvarlı politeflon kılıflı- iğne (veya Seldinger ön duvar iğnesi) önceden belirlenmiş açı ile işaretli giriş yerinden sokulur. Cilt, ciltaltı geçildikten sonra Perikardiyal boşluğu aspire etmek için iğne yavaşça ilerletilir, iğne ilerletirken piston aspire eder gibi çekilerek şırıngaya hafifçe negatif basınç uygulanır. Agressif aspirasyon iğnenin yumuşak dokular ile okluziyonuna sebep olabilir, perikardiyal sıvının bulunmasını engeller.

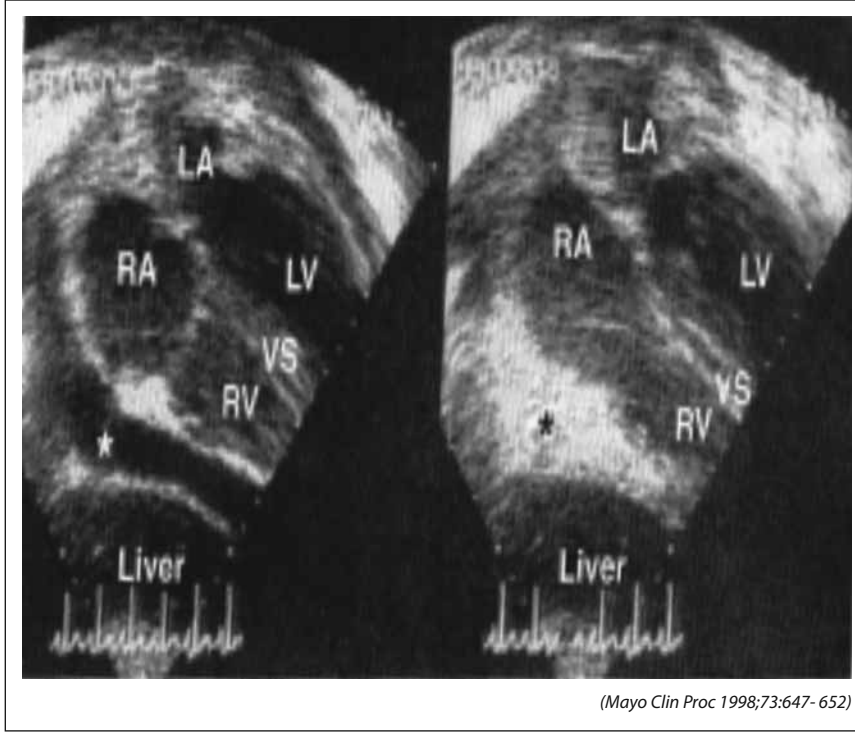
- Üzerinde kılıf bulunan iğne, hafif aspire edilerek yavaşça ilereletilen Şırıngaya Sıvı gelince iğnenin üzerindeki kılıfın perikard boşluğuna girdiğinden emin olmak için iğne biraz daha (yaklaşık 2 mm) ilerletilir.
- Şekil 76'de perikardiyal basıncı kontrol etmek, sonra da sıvıyı aspire etmek ve perikardiyal drenaj sıvısını boşaltmak için düzenlenmiş drenaj torbası, kılıflı- perikardiyal ponksiyon iğnesi, bağlantı kabloları ve vana sistemi görülmekte.
- İğne ve kılıf sistemi değişimli kullanılabilir. İğne perikardiyal boşluğa girince polietilen- kılıf iğnenin üzerinden ilerletilir, kılıf zorlanıyorsa bistüri ağzı ile giriş yeri cilt- ciltaltı dokuları kesilerek genişletilebilir. Sonra iğne çıkarılıp kılıf perikard boşluğunda bırakılır. İğne kılıftan çıkarıldıktan sonra tekrar kılıfa sokulup ilerletilmemelidir.

### Lokalizasyonun kanıtlanması

Ekokardiyografik görüntü altında 3-yönlü vananın serbest yolundan kılıfın içine Çalkalanmış SF injekte edilir (Şekil 81). Çalkalanmış SF perikardiyal boşlukta yoğun opaklaşma sağlar. Çalkalanmış SF ile perikardiyal boşlukta opaklaşma artmıyorsa iğne geri çekilir ve başka bir iğne yeniden perikard boşluğuna yerleştirilir.

- İğnenin konumunu belirlemek için kateterizasyon laboratuvarında Floroskopi altında radyografik kontrast boya da verilebilir, miyokardın boyanması ile myokardiyal yerleşimi dışlamak için başlangıçta küçük test injeksiyonu verilmelidir: Kontrastın girdap gibi dönmesi iğnenin ventriküler yerleşimini işaret eder, kontrast gölleniyorsa intraperikardiyal yerleşimi düşünülmeli. Bu yöntemin Alternatifi veya destekleyicisi olarak: İğne (geri çekilmeden önce) veya geriçekilip kılıf yerleştirilmişse; kılıf basınç izlenmesi için konektör tüpüne bağlanır. İntraperikardiyal basınç atriyal basınca benzer olabilir, ventriküler sistolik basınç dalgalarının görülmesi yanlışlıkla yapılan ventrikül perforasyonu için operatörü uyarır.





(Mayo Clin Proc 1998;73:647- 652)

**ŞEKİL 81.** Perikardiyal boşlukta kılıfın konumunu göstermek için injekte edilmiş çalkalanmış SF kontrast vasatı: Perikardiyal efüzyon; çalkalanmış SF kontrast vasatı injekte edilmeden önce göğüs duvarındaki giriş yerinden uzakta subkostal pozisyonda görüntülenmiştir (solda). Çalkalanmış SF kontrast vasatın injekte edilmesi perikardiyal boşlukta yoğun opaklaşma sağlar, kılıfın pozisyonu kanıtlar (sağ). Kısalt: LA-sol atriyum; LV- sol ventrikül; RV- sağ ventrikül; RA- sağ atriyum; VS- ventriküler septum.

- EKG yönlendirmesi kullanıldığında, iğne “*timsah-uçlu*” elektroda bağlanır (Şekil 80, solda). Miyokardiyal temas olunca iğnenin elektrodunda diğer EKG derivasyonlarında görülmeyen ST yükselmesi ile saptanabilir (Şekil 80).

### Kateterin yerleştirilmesi:

İğnenin doğru yerleşiminin kanıtlanmasını takiben J-uçlu kılavuz tel polietilen kılıftan perikard boşluğu içerisine ilerletilir (Şekil 78).

- Takiben 5 Fr veya 6 Fr intradüser kılıf- ve -dilatörü sokup yerleştirmek için cerrahi bıçağı (skalpel) ile küçük bir cilt insizyonu yapılır; (-sonra tel üzerinden dilatör ile cit, ciltaltı dokular dilate edilir, -tel yerinde bırakılarak dilatör çıkarıldıktan sonra bu kez tel üzerinden intraduser-kılıf sokulur).

- Sonra da Çok-delikli Pigtail kateter perikard boşluğuna yerleştirilen intraduser kılıfın içinden geçirilerek kılavuz tel üzerinden perikard boşluğuna sokulur.
- En sonunda intraduser- kılıfın çıkarılması ile sadece düzgün duvarlı Pigtail kateter yerinde kalır. Pigtail kateterin yerleşimi ekokardiyografi veya basınç ölçümü ile kanıtlanabilir.

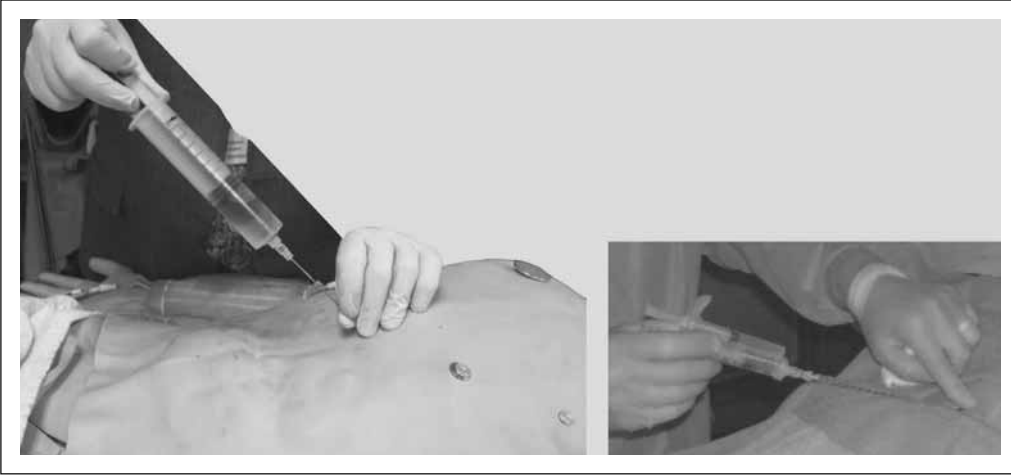
### Aspirasyon:

Perikardiyal efüzyonu boşaltılması için manüel teknikler (şırınga ile elle çekmek) veya vakum şişesi kullanılabilir (Şekil 76). Kardiyak perforasyona bağlı kardiyak tamponadta, perfore yerin viseral perikard ile sıvanmasını kolaylaştırmak için mümkün olduğunca boşaltılmalıdır.

- Devamlı perikardiyal efüzyona rağmen sıvının aspire edilememesi durumunda (lokalize koleksiyonlar ve tümör infiltrasyonu ve tüberküloz gibi heterojen perikard kalınlaşmalarında), ekokardiyografi ile görerek Pigtailin yeniden yerleştirilmesi denenmelidir. Nadiren, gergin perikardiyumun ponksiyonu perikard içeriğinin plevral boşluğa drenajına sebep olabilir, bu durum beklenenden daha az sıvı aspire edildiği büyük perikard efüzyonlarında akla gelmelidir.
- Atriyal basınçların normalleşmesinin eşzamanlı uygulanan sağ kalp kateterizasyonunda gösterilmesi, perikardiyal efüzyonun etkin olarak boşaltıldığını kanıtlar.
- Akut hemorajiye bağlı büyük miktarda volum boşaltılan hastalarda kan kaybını azaltmak için destek tedaviler (taze kan veya donmuş taze plazma) sıklıkla kullanılmaktadır.

### İŞLEMİN PRATİK İPUÇLARI:

- 1) Hasta toraksı ve başı yaklaşık 30 derece yükseltilmiş pozisyonda sırtüstü yatırılır (Şekil 82).
- 2) Hastada bilinci açık sedasyon sağlanır; gerekirse girişimden 1-2 saat önce oral Alprazolam (Xanax 0.5, 1.0 mg) ve intravenöz Fentanyl (Propafol 50-200 mcg) veya Midazolam verilir (Dormicum 2.5-7.5 mg). Zaten perikardiyal efüzyondan bozulmuş hemodinamide bu ilaçlar kan basıncını daha da düşürebilir, dikkatli olunmalıdır.
- 3) Operatör girişimsel kardiyojideki gibi steril önlük ve eldiven giymeli, hasta göğsünün ortasından göbek hizasına kadar cildi antiseptik solusyon ile temizlenir, steril örtüler ile örtülür (alt çene altından göbek düzeyinin altına kadar). Girişim için sternumun 1/3 alt ucu ve subksifoyidal bölge bir pencere ile açık bırakılır.
- 4) Cilt ve ciltaltı dokular lokal anestetik ile infiltre edilir; Ksifoyidin 1-1.5 cm altından orta çizginin tam soluna; yeterli lokal anestezi sağladıktan sonra ponksiyona buradan başlanır, sol omuzu nişanlamak için Kosta kartilajlarının alt kenarına mümkün olduğunca yakın kalınmalıdır (Şekil 79).
- 5) Perikardiyosentez iğnesi ksifoyid ve sol kosta kenarı arasındaki açıdan, yaklaşık 30 derece açı ile sol omuz nişan alınarak (hedef) sokulur. İğne yavaşça ilerletilir (şırınganın pistonu ile aspire eder gibi sürekli negatif basınç uygulayarak) ve her birkaç mm'de biraz daha Lidokayin injekte edilir.



**ŞEKİL 82.** Hemodinamisi anstabil hastada, perikard tamponadında yatakbaşı çok acil koşullarda yapılan subksifoidal giriş ve 20cc'lik şırınga ile aspirasyon: giriş yönü ve iğnenin giriş açısı ve ponksiyon noktasının işaretlenmesi.

- 6) Pariyetal perikardiyum delinip içine girilince, iğnede “esneme veya boşalma” hissedilir ve şırıngaya sıvı aspire edilir. İğnenin içinden J-uçlu kılavuz tel sokularak perikard boşluğuna yerleştirilir (Şekil 78).
- 7) Kılavuz telin pozisyonu görüntülenerek kontrol edilir; tel birtek kalp gölgesi içinde kulp yapmalıdır, superiyor vena kava ve pulmoner arter içine ilerlememelidir.
- 8) Sonra tel yerinde bırakılarak iğne çıkarılır. Bistüri ağzı ve dilatörler kullanılarak cilt insizyonu genişletilir.
- 9) Yan-delikli (veya Pigtail) kateter tel üzerinde perikardiyal boşluğa sokulur ve sonra da kateter yerinde bırakılarak tel çıkarılır. Perikardiyal basınç ölçülür.
- 10) Mikroskopik inceleme, kültür (kan kültürü şişeleri içine), sitoloji ve hematokrit için sıvı örnekleri alınır.
  - Hasta dikkatle izlenerek perikard efüzyonu kuruyana kadar aspire edilir.
  - En az 100 mL perikardiyal sıvı alınması ile semptomlar ve hemodinamik bulgular düzelmeye başlar. Sıvı ağırlıklı olarak kanlı ise, sıvı dikkatle çekilmelidir; Pigtail sağ atriya girmişse kanın çekilmesi perikardiyal kollapsa sebep olabilir.
  - Kateter drenaj torbasına bağlanarak drenaj serbest bırakılmalı.
  - Pigtail cilde dikilerek emniyete alınır ve steril tıkayıcı örtü ile kaplanır.

### İşlem sırasında dikkat edilmesi gereken tehlikeler:

**Komplikasyonlar:** Her invazif girişimde olduğu komplikasyonlar meydana gelebilir. İşlemin aciliyeti ve hayati tehlikesi ile ilişkili olan riski yüksek komplikasyonlar, kardiyak aritmiler, kalbin delinmesi, pnömotoraks ve koroner damar yaralanmasıdır.

Diğer komplikasyonlar; subksifoyidal yaklaşımla peritoneal delinme, karaciğer veya mide yaralanması, parasternal yaklaşımla internal torasik arterin delinmesi ve subksifoyidal yaklaşım ile diyafragmatik yaralanma. Perikardiyosentez ölümle de sonuçlanabilir.<sup>7,9</sup>

**Özet olarak:** Kardiyak tamponad bulunduğu zaman, acil perikardiyosentez hayat kurtaran girişim olabilir. Bu işlemin olası komplikasyonlarını azaltmak için ultrasonografi ve ekokardiyografi kullanılması tavsiye edilmiştir.<sup>10,11</sup> İşlem tamamlandıktan sonra tekrarlayan perikarditin semptom ve bulguları gözlenmeye devam edilmeli.

Perikardiyosentezin komplikasyonları (Tablo 14)'da özetlenmiştir.

1. *İğne özellikle kalbin epikardiyal yüzeyine dokunmuşsa, iğneden iletilen "tıklama" duyusu hissedilebilir:* İğne birkaç milimetre geri çekilmeli, iğnenin giriş açısı daha yüzeyelleştirilmeli (toraksın ön yüzüne daha paralel, daha az dik) ve dikkatle tekrar denenmeli, aspire edilirklen ilerletilmeli.
2. *Efüzyona girilmemiş, ve kalp ile karşılaşmamışsa:* İğne yavaşça geri çekilmeli ve tekrar ilerletilmeli, yönü sol omuza doğru fakat biraz daha derine yöneltilmeli. Bu deneme başarısız olmuşsa tekrar denenmeli, iğne daha mediyale yöneltilmeli (midklavikuler noktaya veya hatta suprasternal çentiğe). Apikal yaklaşımın uygulanması düşünülmelidir; ekokardiyografide kardiyak apekte yeterli sıvı görülüyorsa apekte laterale doğru fakat sağ omuza yönelerek giriş yapılarak başlanır.
3. *Temin edilebiliyorsa ilerletilirken iğneye bağlanan elektrod ile intratorasik EKG izlenebilir.* Bu yaklaşık klinik olarak faydalıdır, iğnenin miyokardiyuma penetrasyonu EKG'de ST elevasyonu ile doğru olarak teşhis edilebilir, iğnenin fazla ilerletildiğini ima eder
4. *Yan-delikli kateterin sokulmasında zorlanılıyorsa:* Giriş yolunun yeterli dilate edilmesine bağlıdır (daha büyük dilatör kullanılmalı). Kateter itilirken Telin çekilerek gergin tutulması yardımcı olabilir, telin perikardiyumun dışına çekilmemesine dikkat edilmelidir.
5. *Hemorajik efüzyon:* Venöz kan ve perikardiyal sıvının hemoglobin düzeyi karşılaştırılmalı. Sıvının bir miktarı temiz kaba konmalı; kan pıhtılaşabilir, oysa hemorajik infüzyon pıhtılaşmaz, kalp hareketinin "kırbaçlamasına" (çalkalaması) ile defibrine edilir. İğnenin yerleşimi ilk sıvının çekilmesi ile kanıtlanmalı ve sonra 10-20 mL kontrast floroskopi altında injekte edilmeli, kontrastın kalp gölgesi içinde kaldığı görülmeli. Al-

**TABLO14.** Perikardiyosentezin komplikasyonları

- Kalp boşluklarının penetrasyonu (sıklıkla sağ ventrikül)
- Epikardiyal damarın laserasyonu
- Aritmi (kılavuz tel ilerletilmesi, sağ ventrikül penetre olması ile ventriküler aritmiler)
- Pnömotoraks
- Abdominal organların perforasyonu (karaciğer, mide, kolon)
- Asending infeksiyon

ternatif olarak ekokardiyografi kılavuzluğunda 5-10 mL çalkalanmış SF injekte edilerek iğne ucunun bulunduğu boşlukta “küçük kabarcıklı kontrast” aranır. Periferik vene hızla injekte edilen 20 mL SF sağ atriyum ve sağ ventrikülde “kontrast” oluşturur, bu kalp boşluklarının perikardiyal boşluktan ayırt edilmesini sağlar. İğneye basınç yolu bağlanırsa sağ ventrikül penetrasyonunda karakteristik basınç dalgaları görülebilir.

### İşlemden Sonraki Bakım:

Perikardiyosentez tamamlandıktan sonra, sıvının çekildiğinden ve normal kalp fonksiyonlarının sağlandığından emin olmak için yatakbaşı ekokardiyografik değerlendirme yapılmalıdır. Tamponadın tekrarlama için hasta yakından izlenmeli (drenin obstrüksiyonu) ve ekokardiyografi ile takip edilmeli. Antikoagulanlar kesilmeli. Drenaj durduktan 24 saat sonra dren çıkarılmalı. Cerrahinin gerekliliği (cerrahi drenaj, biyopsi veya perikardiyal pencere) veya spesifik tedavi (malin efüzyonsa kemoterapi, bakteriyel antimikrobiyal tedavi, böbrek yetersizliğinde diyaliz gibi) gözden geçirilmeli

- Girişime hastanın hemodinamik cevabına bağlı olarak, özellikle acil koşullarda (hemodinamisi ve vital bulguları bozulmuş nabızsız elektrikli aktivite, kardiyak arrest) yapılan girişim sırasında devamlı resüsitasyon gerekir.
- Plevral efüzyon veya pnömotoraks gibi komplikasyonları değerlendirmek için işlem tamamlandıktan sonra göğüs radyografisi çekilmelidir.
- Hemodinamik instabilite bulguları ve perikard boşluğunda sıvı toplanmasının devam ettiğini düşündüren bulgular bulunan hastalar sürekli takip edilmeli, gözlenmelidir. Kesin bakım için özellikle (tekrarlaya perikard efüzyonları, malinite şüphesi ve kronik perikarditlerde) perikard boşluğuna kateter yerleştirilebilir veya perikardiyal pencere açılabilir.

**Perikardiyosentez sonrası Yaklaşım:** Pigtail kateter göğüs duvarına dikilir, 3 yönlü musluğa bağlanır ve açıklığını korumak için heparinli SF ile her 4-6 saatte bir yıkanır (flas edilir). Standart kalıcı kateter bakımı ile her 72 saatte örtülerin tamamen değiştirilmesi tavsiye edilmektedir.

- Drenaj çok az gelmeye (<25 mL/gün) başladığında ve ekokardiyografide efüzyonun tekrarlama gösterilmediğinde Pigtail kateter çıkarılabilir. Perikardiyal efüzyon tamamen drene edildiğinde belirli etyolojiler (bakteriyel infeksiyon, malinite gibi) hariç genellikle tekrarlama riski düşüktür (<%10).

### Kaynaklar

1. Roy CL, Minor MA, Brookhart MA, Choudhry NK. Does this patient with a pericardial effusion have cardiac tamponade? JAMA 2007;297:1810-8.
2. Spodick DH. Acute cardiac tamponade. N Engl J Med 2003;349:684-90.
3. Beck C. Two cardiac compression triads. JAMA 1935;104:714-6.
4. Gandhi S, Schneider A, Mohiuddin S, et al. Has the clinical presentation and clinician's index of suspicion of cardiac tamponade changed over the past decade? Echocardiography 2008;25:237-41.
5. Cooper JP, Oliver RM, Currie P, Walker JM, Swanton RH. How do the clinical findings in patients with pericardial effusions influence the success of aspiration? Br Heart J 1995;73:351-4.

6. Pepi M, Muratori M. Echocardiography in the diagnosis and management of pericardial disease. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2006;7:533-44.
7. Harper RJ. Pericardiocentesis. In: Roberts JR, Hedges JR, eds. *Clinical procedures in emergency medicine*. 5th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2010:287-307.
8. Salem K, Mulji A, Lonn E. Echocardiographically guided pericardiocentesis — the gold standard for the management of pericardial effusion and cardiac tamponade. *Can J Cardiol* 1999;15:1251-5.
9. Kennedy UM, Mahony NJ. A cadaveric study of complications associated with the subxiphoid and transthoracic approaches to emergency pericardiocentesis. *Eur J Emerg Med* 2006;13:254-9.
10. Heller K, Joing S, Dolan B, Reardon R. Emergency echocardiography. *Acad Emerg Med* 2007;14: 1157.
11. Garth AP, Hwang JQ, Schuur JD, Rosborough S. Ultrasound guided pericardiocentesis of cardiac tamponade. *Acad Emerg Med* 2009;16:811.

#### Okunması Tavsiye edilen Kaynaklar

1. Sorajja P. Pericardiocentesis. Kern (MJ) (edt): *The Interventional Cardiac Catheterization Handbook*. Elsevier Saunders 2013.
2. Nicks BA, Pariyadath M, McGinnis H, Manthey DE. Emergency Pericardiocentesis. *N Engl J Med* 2012;366:e17.
3. Bender JR, Russell KS, Rosenfeld LE, Chaudry S. *Oxford American Handbook of Cardiology*. Oxford University Press. 2011.
4. Shabetai R. Pericardial disease: Jeremies A, Brown DL (edt) *Cardiac Intensive Care*, 2nd. Saunders Elsevier 2010.
5. Spodic DH. Cardiac Tamponade. *N Engl J Med* 2003;349: 684-90.
6. Schiavonme WA. Cardiac Tamponade: 12 Pearls Diagnosis and Management. doi:10.3949/ccjm. 80a. 12052



### 3.8. TANI YA DA TEDAVİ AMAÇLI GİRİŞİMSEL KARDİYOLOJİ HASTALARINDA HEMŞİRELİK BAKIMI

Uzm. Hem. Serap Ulusoy

Günümüzde koroner arter hastalığının tanı ve tedavisinde uygulanan girişimsel yöntemler teknolojinin gelişmesi ile sürekli yenilenmekte, hastanede kalış süreleri kısalmaktadır. Hastaların planlı ya da acil şartlarda girişimsel işlemlere alınması, hasta güvenliğinin sağlanması, hastane yatışlarının uzamaması için acil servis, klinik servisler, koroner yoğun bakım ve kateter laboratuvarı arasında iyi bir iletişim ve iyi bir ekip çalışması gerekmektedir.

Tanı ya da tedavi amaçlı kardiyak kateterizasyon ve perkütan koroner girişim uygulanan hastalarda hemşirelik bakımı; komplikasyonların erken tanınmasını, değerlendirilmesini ve oluştuğunda iyi yönetimini; hasta rahatı ve güvenliğinin sağlanmasını; hasta ve yakınlarının eğitimi içerir. Hemşire hastanın hazırlanmasında, değerlendirilmesinde ve eğitiminde önemli bir role sahiptir.

#### İŞLEM ÖNCESİ HASTA HAZIRLIĞI

Hastanın işlem öncesi hazırlanması ve işbirliğinin sağlanması için işlem hakkında bilgilendirilmesi önemlidir. Hekim hastaya uygulanacak olan işlemi açıklarken işlem sonrası olası sonuçlar, komplikasyonlar ve bunların yönetim seçenekleri konusunda bilgilendirir. Hemşire hastanın işlem öncesi nasıl hazırlanacağı, işlem sonrası nelere dikkat etmesi gerektiği ve yatak istirahati süresi konusunda bilgilendirir (1, 2).

##### İşlem öncesi hastanın hazırlanması<sup>1-5</sup>

Hekim hastayı kendisine uygulanacak işlem hakkında bilgilendirir. Onam formunu imzalatır. Planlı vakalarda randevu verilirken işleme uygun olan hazırlık kitapçıkları verilir. Yatan hastalarda, hemşire işlem öncesi; yapılması gereken tetkikler, girişim yapılacak bölgenin temizliği, açlık süresi, işlem sırasında; steril bir ortamda çalışılacağı, çarpıntı, sıcaklık hissi, balon şişirildiği zaman göğüs ağrısının olabileceği, işlem sonrası; kılıfın çıkarılması, yatak istirahati süresi, sıvı alımının önemi gibi konularda bilgi verir.



- Hasta anksiyete belirtileri yönünden gözlenir, endişeleri varsa tespit edilip giderilmeye çalışılır, gerekiyorsa hekim istemiyle premedikasyon uygulanır. Acil girişimlerde ise zamanın sınırlı, hastanın göğüs ağrısı, bulantı, kusma, terleme vb rahatsızlık içinde olması nedeniyle işlem öncesi bilgilendirilme kısa ve öz olmalı, hastaya güven vermeli, korkuları giderilmeye çalışılmalıdır. Hasta rahatlatılmaya çalışılırken, hekimle beraber aynı zamanda hastanın bulaşıcı hastalığının varlığı, kronik hastalıkları, kardiyak hastalık öyküsü, kanamaya eğilimi, kullandığı ilaçlar sorgulanır.
- İşlem öncesi tetkiklerin hazırlanması: Özellikle BUN, kreatinin, sodyum, potasyum, açlık kan şekeri, hemogram, koagülasyon testleri, kan grubu ve serolojik tetkikler için kan numunesi alınır.

Modification of Diet in Renal Disease (MDRD) formülüne göre  $GFR < 60$  ise hidrasyona başlanır. Elektif işlemlerden 12 saat önce ve işlem sonrası 6-12 saat %09 İzotonik Na Cl ile 1 ml/kg (kalp yetersizliği olanlarda 0.5 ml/kg) ya da  $NaHCO_3$  infüzyonu uygulanır. Diğer farmakolojik tedaviler (N-asetil sistein gibi) hekim istemine göre uygulanır.

Hipokalemi aritmilere neden olabileceği için işlem öncesi hekim istemiyle replase edilir.

Hemogram; anemi varlığını, trombositopeni varlığını gösterir ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlar. Aynı zamanda işlem sonrası kanama komplikasyonu geliştiğinde karşılaştırmak için de önemlidir.

- İşlem öncesi hekim istemine göre ilaçların düzenlenmesi:
  - \* Warfarin kullanan hastalarda INR seviyesine göre işlemden 3-5 gün önce kesilir, tromboemboli riski olan hastalarda heparine geçilir. İşlem günü INR değeri  $< 1.5$  olmalıdır.
  - \* Acil durumlar dışında düşük molekül ağırlıklı heparin tedavisi olan hastalarda işlem sabahı olan dozu atlanır. Eğer uygulanmışsa kılıf çekimi için yarılanma zamanı beklenir.
  - \* İşlem günü metformin kesilir. İşlemden sonra kontrast ilişkili nefropati gelişmemişse 48 saat sonra başlanır. Biguanidler ağır ve fatal laktik asidoz ile ilişkilidir. Bu risk renal bozukluğu olanlarda artar.
  - \* Nefrotoksik ilaçlar ve nonsteroid antienflamatuar ilaçlar; kontrast ilişkili nefropati gibi renal komplikasyonları azaltmak için işlemden birkaç gün önce kesilir.
  - \* Kontrast ilişkili nefropati riski olan hastalarda kurum politikasına göre belirlenmiş medikal tedavi hekim istemine göre başlanır (N-Asetil sistein,  $NaHCO_3$ , teofilin, aminofilin vb)
  - \* Diüretik dozu işlem sabahı atlanır.
  - \* Perkütan koroner girişimden önce mutlaka klopidoğrel ve ASA verilir. Elektif vakalarda daha önceden hasta kullanmıyorsa işlemden önceki gün 300 mg klopidoğrel yükleme yapılır. Acil vakalarda yükleme dozu 600 mg olarak verilir.
  - \* Hastaya işlem sabahı antihipertansif ilaçları, antiplatelet ilaçları verilir.
- Diyabetik hastalar için iyi bir planlama yapılmalı, ana öğünlerini kaçırmamalıdır. Hasta aç olduğu süreçte diyabet ilaçları atlanmalıdır. İnsüline bağımlı diyabetik hastaların insülin tipine göre ilaç ayarlaması yapılır. Oral antidiyabetikler hastanın yemek yiyeceği saatlere göre ayarlanır.
- İşleme alınma sıralamasında diyabetik hastalara, diyaliz hastalarına öncelik verilir.
- Kontrast madde bulantı ve kusmaya neden olabileceği için işlem öncesi hastanın aç olması önemlidir. Gastrik boşalma sıvı ve yiyecekler için farklılık gösterir. Sıvının temizlenmesi katıdan daha hızlı olduğu için su alımı işlem öncesi 2-3 saate kadar güvenlidir. İşlem öncesi açlık süresi 4-6 saat olmalıdır.

- İşlem öncesi damar yolu açıklığı sağlanmalıdır. Tercihen sol koldan, radyal/brakiyal girişim uygulanacaksa işlem uygulanmayacak koldan damar yolu açılmalıdır.
- Girişim için seçilen yere göre hastanın kasık ya da kolundaki tüylerin uzaklaştırılması enfeksiyon riskini azaltmak için işleme mümkün olan en yakın zamanda yapılmalıdır. Yapılan araştırmalarda ıslak yada kuru tıraşın; depilasyon veya elektrikli tıraş makinesi-ne göre daha yüksek oranda enfeksiyona neden olduğu gösterilmiştir.
- Hastanın alerji öyküsü varsa (özellikle kontrast madde, kabuklu deniz hayvanları gibi iyot içerenlere karşı ya da penisilin vb alerjileri, lateks alerjisi) hekim istemiyle profilaktik tedavi protokolü (antihistaminik, kortikosteroid, H1 antagonistleri ve H2 antagonistleri) uygulanır.
- Önceden hasta kalp cerrahisi örneğin CABG olmuşsa operasyon notlarından yararlanılır. Graftlerin sayısı, yeri öğrenilir. Hekim tarafından hasta dosyasına kaydedilir.
- Girişim yapılacak bölge enfeksiyon, ödem yönünden değerlendirilir, sorun varsa hekime bildirilir.
- Dorsal nabızlar işaretlenir.
- Girişim yapılacak bölgenin altındaki ekstremiteler renk, ısı, hareket ve his yönünden kontrol edilir, ilgili forma kaydedilir.
- Hastanın boyu, kilosu ölçülür, kaydedilir.
- 12 derivasyonlu EKG kaydı alınır.
- Hayati bulgularda normalden sapmalara dikkat edilir. Ateş varlığı sistemik bir enfeksiyonu gösterebilir, gerektiğinde işlem ertelenebilir. Kan basıncının yüksek olması işlem sırasında veya sonrasında vasküler komplikasyonlara neden olabilir. Bu nedenle işlem öncesi hastanın kan basıncının sistolik < 150 mmHg olması tercih edilir, bunu sağlamak için medikal tedavi gerekebilir.
- Takma diş, takılar ve varsa ojeleri çıkartılır. İşlem boyunca, iletişimi sağlamak için genelde gözlük ve/veya ısıtma cihazları bırakılır.
- İşlem öncesi hastanın tuvalet ihtiyacını gidermesi sağlanır.
- İşlem öncesi bütün dökümanlar, kontrol formları tamamlanır. Hekim ve hemşire hasta güvenliğini sağlamak için anormallikleri rapor eder.
- Hazırlığı tamamlanan hasta; hasta hizmetlisi, gerektiğinde hemşire, hekim eşliğinde sedye/tekerlekli sandalye ile kateter laboratuvarına teslim edilir.

## İŞLEM SONRASI BAKIM

### İşlem Sonrası Hasta Bakım protokolünün prensipleri:

Kateter laboratuvarından hasta teslim edilirken;

- Giriş yeri
- Uygulanan işlem(ler)
- Kılıf çapı, kılıfın çıkarılıp, çıkarılmadığı
- Hemostaz zamanı ve kullanılan metod (manuel kompresyon, cihazlarla kompresyon, vasküler kapatma cihazları)
- Verilen ilaçlar
- Komplikasyon gelişimi vb yazılı olarak teslim edilmelidir.

İşlem sonrası hastaya verilen hemşirelik bakımı işlem sonrası komplikasyonları önleme ve tespit etmeye yöneliktir (1, 6).

İşlem sonrası,<sup>1-17</sup>

- Hasta işlem bölgesi kıvrılmadan sedyeden yatağına alınır.
- Vital bulgu ve girişim yerinin distalindeki nabızların kontrolü yapılır. Hastada bir sorun yoksa;
  - ▶ *Anjiyografi ve kateterizasyon sonrası*
    1. Hasta yatağına alındığında,
    2. İlk saat 30 dakikada bir
    3. Yatak istirahati süresince saatte bir
    4. Ayağı kaldırılmadan önce ve sonra ölçülür.
  - ▶ *PKG sonrası kılıf çekilmemişse*
    1. Hasta yatağına alındığında
    2. İlk yarım saatte 15 dakikada bir, sonra 30 dakikada bir
    3. Kılıf çekilene kadar saatte bir,
    4. Kılıf çekildikten sonra ise anjiyografi sonrasındaki takip uygulanır.
  - ▶ *Hastada kanama, allerjik reaksiyon, göğüs ağrısı, aritmi, tromboemboli bulguları gözleniyorsa;* vital bulguları stabil oluncaya kadar 15 dakikada bir alınır. Bilinç durumu gözlenir. Herhangi bir değişiklikte hekime haber verilir.
  - ▶ Kontrast madde osmotik diüzeze neden olabileceği için hipotansiyon görülebilir. Vazodilatasyon yapan ilaçların verilmesi sırasında dikkatli olunmalıdır. Yine kanama, vazovagal reaksiyonlar, yetersiz hidrasyon da hipotansiyona neden olabilir.
  - ▶ Solunum takibinde işlem sırasında sedasyon uygulanan, morfin verilen, fazla miktarda kontrast madde kullanılan hastalara özellikle dikkat edilir.
- Hastanın hemen sıvı alması sağlanır (4-6 saat içinde en az 1,5-2 lt. su içmesi, içemeyen hastalara hekime sorularak IV yoldan sıvı verilmesi sağlanır). Eğer hasta hemodiyaliz hastasıysa sıvı yüklenmesine gerek yoktur. İşlem günü; diyaliz günleri dikkate alınarak belirlenmelidir. Aynı gün veya ertesi gün hemodiyalize gidebilmelidir.
- Hastanın bulantı/kusması yoksa kılıf çekildikten 1-2 saat sonra hafif beslenmeye geçilir. PKG sonrası kılıf çekilene kadar sıvı gıda verilebilir. Kılıf çekiminden 1-2 saat sonra sulu, yumuşak beslenmeye geçilir.
- Hastanın yatak başı 30 dereceye kadar kaldırılabilir.
- Komplikasyonlara yönelik hemşirelik bakımı uygulanır:
  - ▶ *Periferik vasküler komplikasyonları önlemeye yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:*
    - \* İşlem bölgesi hareketsiz kalacak şekilde yatak istirahatine alınır. Femoral yol ile girişim yapılan huzursuz bacak sendromu olan ya da hareketsiz yatamayanlarda

ekstremitelerde düzgün tespit edilir. Radyal yol ile girişim yapılan hastalar ise etkilenen elini-kolunu hareketsiz tutmalıdır.

- \* Hastaya öksürme, hapşırma gibi durumlarda bandajın üzerine basınç yapması gerektiği söylenir.
- \* Hastaya işlem yerinde sıcaklık hissi, ıslaklık olduğunda hemşireye haber vermesi gerektiği söylenir.
- \* Femoral kılıf anjiyografi sonrası hemen, düşük molekül ağırlıklı heparin kullanılan hastalarda yarılanma süresi dikkate alınarak, perkütan koroner girişimlerden sonra, glikoprotein IIb/IIIa inhibitörleri / trombolitik tedavi uygulanan hastalarda 4 saat sonra APTT<50 saniye, ACT<175 saniye, kan basıncı <150 mmHg ise çekilebilir. Hastaya kılıf çekimi hakkında bilgi verilir, rahatsızlık hissedebileceği anlatılır. Girişim yerinin altındaki ekstremitelerde renk, ısı, nabız varlığı, dolgunluğu yönünden kontrol edilir. IV damar yolunun açıklığı kontrol edilir. Vazovagal reaksiyon açısından dikkat edilir. Femoral kılıf çekilmeden önce hasta yatakbaşı <10 derece olacak şekilde düz yatırılır. Kanla teması önlemek için koruyucu gözlük, maske steril eldiven giyilir. Çekmeden önce kılıf mutlaka aspire edilir. Manuel kompresyon, C-klemp ve Femostop kasık kompresyon yöntemleri karşılaştırıldığında vasküler komplikasyonların önlenmesinde birbirlerine üstünlükleri gösterilememiştir. 3 randomize çalışmada mekanik kompresyon cihazlarının hematomu önlemede etkili olduğu gösterilmiştir. Femoral nabız ponksiyon yerinin proksimalinde yer alır. Manuel kompresyonda üç orta parmak artere paralel yerleştirilir. Sonrasında kanamanın durdurulması için damar üzerine elle manuel kompresyon, klemp ile basınç uygulanabilir. Basınç uygularken 3-5 dk'da bir distal nabızlar kontrol edilir; uygulanan basınç distal dolaşıma izin verecek şekilde olmalıdır. Antikoagülan kullanımına göre 10-20 dk arası basınç uygulanır. Trombolitik tedavi, Glikoprotein IIb/IIIa uygulanan hastalarda daha uzun süre basınç uygulanır. Sonrasında kanama kontrolü yapılır. Kanama devam ediyorsa yeniden basınç uygulanır. Hastada ayrıca venöz kılıf varsa arteriyel hemostaz sağlandıktan sonra çekilir. Ponksiyon yerinin distaline 5-10 dk basınç uygulanır. Sonrasında basınçlı pansuman uygulanır. Kum torbasının kanama kontrolünde etkili olduğu kanıtlanamamıştır. Kollajen plak, cerrahi dikiş ya da klip içeren damar kapatma cihazlarının kullanımı son yıllarda artmıştır. Bazı çalışmalarda kapatma cihazlarının enfeksiyon oranını artırdığı ve geç vasküler komplikasyonlara neden olduğu gösterilmiştir. 31 randomize çalışmanın metaanalizinde vasküler kapatma cihazlarının kullanımı ile hemostaz süresinin kısalmasına rağmen manuel kompresyonla karşılaştırıldığında anlamlı farklılık gösterilmemişse de, enfeksiyon riskinde, alt ekstremitelerde iskemisinde, vasküler komplikasyonlarda cerrahi tamir ihtiyacında artış ile ilişkili bulunmuştur. ACUTY çalışmasında erken PKG uygulanan AKS'lu hastalarda vasküler kapatma cihazları manuel kompresyon ile karşılaştırıldığında majör kanamaları azalttıkları gösterilmiştir.
- \* Radyal kılıf kardiyak kateterizasyon ve PKG sonrası genelde hemen çekilir. Özel balonlu band-turnike ile basınç uygulanır. Balonun basıncı hemostaz sağlanın-

caya kadar tedricen azaltılır (Üretici firma önerisi dikkate alınır. Bu balonlu turnikelerin olmadığı durumda kılıf çıkarıldıktan sonra manuel basınç uygulanır ve hemostaz sağlandıktan sonra basınçlı pansuman yapılır. Bileğini oynatmaması, fleksiyon ve ekstansiyondan korumak için bir bilek sabitleyici- atel kullanılabilir. Dolaşım kontrolünde hem radyal hem de ulnar nabızlar değerlendirilir. Radyal nabız kaybı tromboz, diseksiyon, spazm ile ilişkili olabilir. Lokal şişlik olduğunda soğuk uygulama yapılır ve şişlik takip edilir. Tekrar kanama olursa basınç uygulanır ve etkilenen kol yükseltilir.

- \* İşlem bölgesi kanama, hematoma yönünden gözlenir:

Kardiyak kateterizasyon sonrası;

1. İlk saat 15 dakikada bir
2. İkinci saatte 30 dakikada bir
3. 6 saate kadar saat başı
4. Öksürme, bulantıya bağlı zorlanmadan hemen sonra
5. Mobilizasyon sonrası

#### PKG sonrası:

1. Kılıf çekilene kadar ilk saat 15 dakikada bir, ikinci saatte 30 dakikada bir ve kılıf çekilene kadar saat başı
2. Kılıf çekildikten sonra kateterizasyon sonrası gibi takip yapılır.

- \* Periferik vasküler komplikasyonlar; kanama, hematoma, retroperitoneal hematoma, femoral sinir nöropatisi, arteriyovenöz fistül, pseudoanevrizma, femoral, ilyak, aorta diseksiyonu, akut arter trombozu, enfeksiyondur.

Bu komplikasyonların gelişmesinde rol oynayan etkenler; işlemden önce trombolitik uygulanması, işlem sırasında veya sonrasında antikoagülan, glikoprotein IIb/IIIa inhibitörlerinin kullanımı, uygun olmayan yerden ponksiyon yapılması, birden fazla ponksiyon yapılması, femoral artere yerleştirilen kılıf çapının büyük ve kalış süresinin uzun olması, beraberinde venöz kılıf yerleştirilmesi, kılıf çıkarılma sırasında yeterli kompresyon yapılmaması, kapama cihazlarının kullanımı, hastaya tekrar işlem uygulanması, IABP kullanımı, kadın cinsiyet, obezite, düşük vücut ağırlığı, trombositopeni, kreatin yüksekliği, hastanın 70 yaş üstü olması, işlem sırasında ve sonrasında hipertansiyon varlığıdır. (OASIS 5 (Organization for the Assessment of Strategies for Ischemic Syndromes 5) ve ACUITY (Acute Catheterization and Urgent Intervention Triage Strategy) çalışmaları)

- \* Hasta, kanama bulguları olan sızıntı ya da fışkırır tarzda kanama, hematoma, ekimoz, ağrı; retroperitoneal kanama/retroperitoneal hematoma bulguları olan taşikardi, nedeni açıklanamayan ve yoğun sıvı tedavisine yanıt vermeyen hipotansiyon, hematokritte düşme, suprainguinal bölgede duyarlılık ve ponksiyon yapılan taraftaki bel bölgesinde ağrı, abdominal distansiyon yönünden gözlenir. Renal yetersizliği olan hastalarda antikoagülan dozlarının azaltılmasına dikkat edilir. Arter kapama cihazı kullanılan hastalarda retroperitoneal kanama olasılığı gözden kaçmamalıdır.

- \* AKS olup PKG uygulanan hastalarda majör kanama komplikasyonları, kardiyak iskemik olaylardan daha sık görülmekte, morbidite ve mortalite artışına neden olmaktadır. Majör kanamaya bağlı mortalite artışı; renal yetersizliğe, kardiyak iskemik olaylara, platelet aktivasyonuna, kan transfüzyonu komplikasyonuna bağlanabilir.
- \* İşlem yerinde kanama oluştursa 10 dakika manuel kompresyon uygulanır ve hekim haber verilir. Bandajdaki kanama miktarı değerlendirilir
- \* Radyal yol ile koroner anjiyografi ve PKG uygulaması güvenlidir ve hasta konforunu artırır. Femoral yolda daha çok kanama komplikasyonları görülmesine rağmen, radyal yolda radyal arter trombozu, radyal arter spazmı, hematoma, sinir basısı, pseudoanevrizma, daha az oranda kanama ile karşılaşmaktadır.
- \* Enfeksiyon, nadir görülse de kanama olması, kanamanın aseptik şartlarda durdurulmaması, kılıfın uzun süre damarda kalması, yakın zamanda daha önce aynı yerden girişim yapılması sebep olabilir. Enfeksiyon gelişmesi durumunda kılıfın yerleştirildiği yerde pseudoanevrizma, distal organlarda septik embolizasyon, bakteriyemi gelişebileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Ateş, ağrı, giriş yerinde akıntı, kızarıklık ve hassasiyet varlığı takip edilir (Tablo 15).

► **Kontrast ilişkili nefropatiye yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Önceden renal fonksiyon bozukluğu ve /veya DM olan hastalarda kontrast kullanımı sonrası gelişebilir.
- \* Çoğunlukla kreatin artışı ile beraber oligüri görülmez ve bir hafta içinde normal değerlere döner.
- \* İşlem öncesi başlanan hidrasyon ve farmakolojik tedaviye işlem sonrası da devam edilir.
- \* Aldığı-çıkarıldığı takibi yapılır. İşlem sonrası ilk 6 saatte idrar çıkışı 150 ml/saat olmalı ve daha fazla olduğunda verilen sıvı miktarı artırılmalıdır. Bu şekilde yapılan yeterli hidrasyon ve idrar çıkışı ile kontrasta bağlı nefropati %50 azaltılabilmektedir.
- \* İşlemden 48 saat sonra kreatinin kontrolü yapılır.
- \* Hasta metformin kullanıyorsa kreatinin seviyesi kontrol edilerek nefropati gelişmemişse işlem-den 48 saat sonra başlanır.

► **Aritmiye yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* İşlem sonrası hasta yatağına alındıktan sonra ve hasta kardiyak semptomlar görüldüğünde (göğüs ağrısı, aritmi vb) EKG çekilir.
- \* Monitörize edilir.
- \* Monitörde aritminin gözlenmesi, monitörize olmayan hastalarda nabızda düzensizlik, kalp hızında artma veya azalma, fenalık hissi, bilinç düzeyinde değişiklik gibi aritmi belirtileri takip edilir.
- \* Gelişen aritmiye göre ilaç tedavisi, kardiyoversiyon, ağırlı uyaranın sonlandırılması, hızlı sıvı replasmanı, geçici pacemaker yerleştirilmesi uygulanır.
- \* Acil ilaç ve malzemeler hazır bulundurulur.

TABLO 15. Vasküler komplikasyonlar

| Komplikasyon                          | Belirti ve Bulgular                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Uygulamalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hematom</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Giriş yerinin çevresinde büyüyen şişlik</li> <li>* Cilt altında sertlik</li> <li>* Kasık hematomunun sinir basısına neden olması sonucu motor ve sensoriyal kayıp</li> </ul>                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Basınç uygulanır.</li> <li>* Yeterli hidrasyon sağlanır.</li> <li>* Hematomun etrafı çizilip büyümesi takip edilir.</li> <li>* Vital bulgular sık takip edilir.</li> <li>* Kan sayımı izlenir. İhtiyaç olduğunda kan transfüzyonu verilir.</li> <li>* Yatak istirahati sürdürülür.</li> <li>* Antikoagülan ve antiplatelet tedavisi hekim istemine göre yeniden düzenlenir.</li> <li>* Hematomlar genelde birkaç hafta içinde yayılarak, yumuşak doku tarafından emilir.</li> <li>* Enfekte olmuş hematomlar cerrahi olarak boşaltılır.</li> </ul> |
| <b>Retroperitoneal kanama/hematom</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Retroperitoneal alanda kan birikmesi anlaşılmayabilir.</li> <li>* Açıklanamayan hipotansiyon</li> <li>* Taşikardi</li> <li>* İpsilateral yan ağrısı, sırt ağrısı</li> <li>* Abdominal ağrı veya distansiyon</li> <li>* Hb ve Htc düzeylerinde düşme</li> <li>* Skrotal hematom</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Femoral bölgeye basınç uygulanır.</li> <li>* Yeterli hidrasyon sağlanır.</li> <li>* Kan transfüzyonu yapılır.</li> <li>* Kan sayımı takibi</li> <li>* Ritim takibi</li> <li>* Saatlik diürez takibi yapılır.</li> <li>* Antikoagülanlar kesilir.</li> <li>* Yatak istirahati sürdürülür. Gerekirse trandelenburg pozisyonu verilir.</li> <li>* Kesin tanı BT ile konur. BT vb tetkikler için hasta hazırlanır.</li> </ul>                                                                                                                          |
| <b>Pseudoanevrizma</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Büyük ağrılı hematom</li> <li>* Pulsatil kitle</li> <li>* Kasıkta üfürüm veya titreşim</li> <li>* Pseudoanevrizma rüptür olursa aniden büyüyen şişlik ve şiddetli ağrı</li> <li>* Sinir basısı (Hematomun büyüklüğü ile orantısız şiddetli ağrı varlığında şüphelenilmeli)</li> <li>* Kasık hematomuna bağlı sinir basısının kuadriseps zayıflığına yol açması.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Büyük ağrılı hematomlar ultrason ile değerlendirilir.</li> <li>* &lt;2 cm olan pseudoanevrizmalar izlenir.</li> <li>* Büyük pseudoanevrizmalara ultrason altında baskı uygulanır ya da cerrahi tamir yapılır.</li> <li>* Ultrason altında trombin enjeksiyonu uygulanır.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Arteriyovenöz fistül</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Giriş yerinde sürekli üfürüm</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>* Ultrason ile ayırıcı tanı konur.</li> <li>* Çoğunlukla spontan kapanır. Nadiren cerrahi tamir gerekir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

► **Alerjik reaksiyona yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Çoğunlukla kontrast maddeye bağlı gelişse de lokal anestezi maddeye, cilt hazırlığında kullanılan iyot içeren dezenfektanlara karşı da gelişebilir.
- \* Bulantı, kusma, döküntü, kaşıntı, bül, kızarıklık, titreme, bronkospazm gibi alerji belirtileri gözlenir.
- \* Vital bulgular özellikle solunum sık takip edilir.
- \* Hekim istemine göre antihistaminik, kortikosteroid, H1 antagonistleri, H2 antagonistleri, vazopressör ajanlar verilir.
- \* Anafilaksi gelişirse ileri yaşam desteği uygulanır.

► **Akut tıkanma yönünden hasta izlenir:**

- \* PKG sonrası hastalarda göğüs ağrısı olabilir. Bunun nedeni işlem sonrası rezidüel ağrı, stente hassasiyet nedeniyle olabileceği gibi, akut stent trombozu, akut damar tıkanması, geçici koroner spazmı, yan dal kapanması, distal embolizasyon olabilir. Hastanın göğüs ağrısına önem verilmesi ve hekime bildirilmelidir.
- \* Stent trombozu; genelde aniden ortaya çıkan AMI bulgularıyla seyreden daha önce tedavi edilen damarın tıkanması ile uyumlu EKG değişikliğinin görüldüğü bir durumdur. Akut stent trombozları ilk 24 saat içinde, subakut stent trombozları ilk 30 gün veya sonrasında da görülebilir. İlaç salımlı stentlerde çok geç tromboz da görülebilmektedir.
- \* Kompleks girişim uygulanan, aynı damara birden fazla stent yerleştirilen ve diyabetik hastalarda akut tıkanma yönünden daha dikkatli olunmalıdır.
- \* Göğüs ağrısı, yeri, yayılımı, şiddeti, ST, T dalga değişiklikleri, terleme, kan basıncında düşme, kalp hızında artma/azalma gibi belirti ve bulgular takip edilir.
- \* İşlem sonrası ve her yeni kardiyak belirti ve bulgular ortaya çıktığında 12 derivasyonlu EKG çekilir.
- \* Kardiyak enzim takibi hekim istemiyle yapılır.
- \* Monitörize edilir. Derivasyonlar girişim yapılan arteri gösterecek şekilde seçilir (RCA için DII, DIII, aVF; LAD için V1-V4, CX için DI, aVL, V5-V6).
- \* Hekim istemine göre nitrogliserin, beta bloker, morfin sülfat, heparin, glikoprotein IIb/IIIa reseptör antagonistleri vb ilaç tedavisi uygulanır. Acil şartlarda yeniden perkütan koroner girişim için kateter laboratuvarına alınabilir. Hastanın hazırlığı yapılır. Hastaya durumu açıklanıp korkuları giderilmeye çalışılır.
- \* Hasta aritmi yönünden izlenir.
- \* Kan testleri sonucunda aspirin ve clopidogrel direnci tespit edilen hastalarda istem yapılan antitrombotik ilaç ile antiplatelet tedaviye devam edilir.

► **Periferik doku perfüzyonunda azalmaya yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Kılıf çekilmeden önce mutlaka aspire edilmesine dikkat edilir.
- \* Periferik nabızların varlığı ve kalitesi değerlendirilir.
- \* Ekstremiteler ısı, renk, ağrı, uyuşukluk, his kaybı yönünden değerlendirilir.
- \* Yatak istirahati süresince girişim yerinin hareketsiz olması, yatak başının 30 dereceden fazla yükseltilmemesi sağlanır.
- \* Girişim bölgesinin hematoma, pseudoanevrizma yönünden takibi yapılır.



► **Tromboemboliye yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Emboli gelişimine; koroner arterdeki aterosklerotik plağın yerinden oynatılması, işlem sırasında stentin balon üzerinden sıyrılması, hastanın periferik damar hastalığının olması, ileri yaş, hastanın diyabetik veya hipertansif olması, hareket kısıtlılığı sebep olabilir.
- \* Ekstremitelerin bilateral değerlendirilmesinde soğukluk, solukluk, ağrı, kapiller dönüş zamanının uzaması, his kaybı, hareket kusuru, distal nabızların alınamaması gibi dolaşım bozukluğu ve periferik emboli bulguları değerlendirilir. Radyal girişim yapılan hastalarda dolaşım kontrolü yapılırken girişim yapılan taraftaki başparmaktan SPO<sub>2</sub> kontrolü de yapılır.
- \* Bilinç düzeyinde, duyuşal ve motor fonksiyonlarda değişiklik, gibi serebral emboli bulguları
- \* Ani başlayan göğüs ağrısı, dispne, huzursuzluk, oksijen saturasyonunda ciddi düşme belirtileri gibi pulmoner emboli bulguları
- \* Göğüs ağrısı, terleme, bulantı, kusma, EKG’de ST, T değişiklikleri gibi koroner emboli belirti ve bulguları gözlenir.
- \* Hekim istemine göre antikoagülan, fibrinolitik tedavi uygulanır.
- \* Hekim istemine göre cerrahi tedavi gerekiyorsa hastanın hazırlığı yapılır.
- \* Hastaların ıkınma gibi valsalva manevralarından kaçınması gerekir. Diyetleri düzenlenir, gerektiğinde laksatif verilir.
- \* Hastaya daha ileri tetkik ihtiyacı olduğunda planlanan işleme göre hazırlık yapılır.

► **Serebral emboli, serebral kanama, geçici iskemik atak, kortikal körlük, posteriyor geçici lökoansefalopati gibi serebrovasküler komplikasyonlara yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Koroner anjiyografi uygulanmış hastaların %0.3’ünde klinik olarak belirgin inme görülür. Ancak büyük çoğunluğunda da asemptomatik serebral infarktüs görülmektedir. Lund ve ark. randomize olmayan çalışmasında radyal girişte femoral girişe göre daha fazla mikroemboli partikülleri görülmektedir. Diffüzyon MRI ile tespit edilen bu mikroemboliler serebral mikrodamarları kalıcı olarak tıkadıkları için daha önemlidir.
- \* Uykuya meyil, baş ağrısı, amnezi, disfaji, hemipleji, görme bozukluğu, motor bozukluk şuur bulanıklığı, konfüzyon bulgularına dikkat edilir.

► **Düşük kalp debisine yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Hastada taşikardi, hipotansiyon, jugular venöz dolgunluk, huzursuzluk, soğuk ve nemli cilt, akciğerlerde yaş raller duyulması idrar miktarının <30 ml/saat olması, kapiller dolum zamanının uzaması, nabız dolgunluğunda azalma gibi belirti ve bulgulara dikkat edilir.
- \* Vital bulgu takibi, aldığı-çıkardığı sıvı takibi, şuur takibi hastanın hemodinamik durumu düzelineceye kadar sık yapılır.
- \* Kardiyak tamponad, dehidratasyon, kanama, aritmi, miyokardiyal iskemi gibi düşük kalp debisine neden olabilecek durumlara dikkat edilir.

► **Sıvı yüklenmesini önlemeye yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* İdrara çıkamama, glob oluşumu, venöz dolgunluk, nefes darlığı, taşikardi, hipertansiyon, pulmoner ödem belirti ve bulgularına dikkat edilir.

- \* Sondası olmayan hastaların tuvalet ihtiyaçları yatakta giderilir.
- \* İdrara çıkamayan ve globu oluşan hastalar hekime haber verilir ve gerekirse idrar sondası uygulanır.
- \* Aldığı- çıkardığı takibi yapılır.

► **Vazovagal reaksiyona yönelik hemşirelik girişimleri uygulanır:**

- \* Hipovolemi, anksiyete, ağrı vazovagal reaksiyonları tetikler.
- \* Kılıf çıkartılırken hasta hipotansiyon, bradikardi, terleme, bulantı, esneme yönünden takip edilir.
- \* Hekim kılıfı çekerken TA aleti, steteskop, İzotonik NaCl, atropin hazırda bulundurulur.
- \* Vazovagal reaksiyon olursa nitrogliserin infüzyonu veriliyorsa durdurulur, bolüs şeklinde %0,9 izotonik NaCl ile hidrasyon ve atropin tedavisiyle birlikte girişim yerine dikkat edilerek hastanın bacakları kaldırılır veya trendelenburg pozisyonu verilir.
- \* Ağrının giderilmesi sağlanır.
- \* Eğer tedavi edilmezse şoka neden olabilir. Hipotansiyon devam ederse hekim istemiyle vazokonstriksiyon yapan ilaçlar başlanır.

► **Hastanın rahatsızlık hissine yönelik hemşirelik bakımı uygulanır:**

- \* Hastanın sırt ağrısı varsa işlem bölgesini hareket ettirmeden bası yerlerine masaj uygulanır.
- \* Küçük yastıklarla ağrıyan bölgeleri desteklenir.
- \* Yatak başı 30 dereceye kadar kaldırılabilir.
- \* Yatak içinde ihtiyaçlarının giderilmesine yardımcı olunur.
- \* Pozisyon vermek gerektiğinde kütük yuvarlama tekniği uygulanır.

► **İşlem sonrası yatak istirahati süresi;**

- Yatak istirahati süresi ve ambulasyon zamanı, planlı ya da acil girişim olmasına, hastaya uygulanan girişimin özelliğine, kurum politikasına, giriş yoluna, kılıf çapına, uygulanan hemostaz tekniğine ve işlem sonrası kullanılan antiplatelet ve antikoagülan tedaviye göre belirlenir.
- Hastanın femoral kılıf(lar)ı çıkarıldıktan 6-8 saat sonra vital bulgular normale basınçlı pansuman kaldırılır, pansuman küçültülür. Pansuman çıkartılırken cilt iritasyonu, çekilme, kızarıklık, bül oluşmasını önlemek için dikkatli olunur. Yatak istirahati ile ilgili yapılan çalışmalarda antikoagülan kullanımı olmayan, küçük çaplı kılıf kullanılan, komplikasyon gelişmeyen normotansif hastalarda hemostaz sağlandıktan 4 saat sonra, bunların dışındaki hasta gurubunda 6 saat sonra hasta mobilize edilebilir. Eğer vasküler kapatma cihazları kullanıldıysa üretici firmanın önerileri dikkate alınır. Genelde 2 saat sonra hasta mobilize edilebilir. Mobilize edilmeden önce hastada sıvı volüm yetersizliği olmamalıdır. Hasta mobilize edilirken ortostatik hipotansiyona, kanamaya dikkat edilir. Hasta önce yatak içinde, sonra ayakları sarkıtılarak yatak kenarında oturtulur. Mobilizasyon öncesi ve sonrası kan basıncı ve kalp hızı kontrol edilir. Kasıkta, bacakta/kolda, ağrı, uyuşukluk, etkilenen bacakta / kolda hareket, refleks kaybı gibi nöropati belirtileri yönünden gözlenir.

Genelde hastada komplikasyon gelişmemişse kardiyak kateterizasyon sonrası aynı gün, PKG sonrası ertesi gün taburcu edilir. Antonsen ve ark. yaptığı 1 yıllık kohort çalışmasında, renal disfonksiyonu, sol ventrikül siatolik fonksiyon bozuk-

luğu, ağır obstrüktif akciğer hastalığı olanlar dışındaki hastalarda agresif antiplatelet tedavi, işlem sırasında kiloya göre heparin uygulanması, femoral giriş yolu kullanılmasına rağmen PKG uygulanan hastalarda vasküler komplikasyonlarda artış görülmemiş ve aynı gün taburculuk güvenli bulunmuştur ancak bu çalışmada AngioSeal vasküler kapatma cihazı kullanılmıştır.

- Radyal arterden girişim yapılan hastalar 1-2 saat yatak/koltuk istirahatine alınır ve etkilenen kolun hareketi önlenir.

### Girişim Sonrası Hastanın Taburculuk Eğitimi:

Koroner anjiyografi yada perkütan koroner girişimlerden sonra yatış sürelerinin kısalması taburculuk eğitiminin önemini artırmaktadır. Hemşire tarafından hastaya verilecek taburculuk eğitimi; giriş yerinin değerlendirilmesi, olası komplikasyonlar, hekime haber vermesi gerektiği durumlar, aktivite sınırlaması, ilaç tedavisi ve risk faktörlerinin modifikasyonu gibi ana konuları kapsar (1, 3, 4, 5, 16, 17).

Hastalara yapılması gereken tavsiyeler:

- Hastaneden çıkışta bir yakını ile evine gitmesi,
- İlk 24 saat araba kullanmaması,
- İlk 24 saat içinde fiziksel ve psikolojik istirahat etmesi,
- İlk 24 saat içinde banyo yapmaması, sonrasında girişim yerini ovmadan ve duş şeklinde yapması,
- Pansumanını kuru ve temiz tutması, 24 saat sonra kasıktaki pansumanı çıkartması,
- İlk 2-3 gün ağır kaldırmaması, itme-çekme hareketlerini yapmaması,
- Merdiven çıkmak zorundaydı önce girişim yapılmayan taraftaki ayağını atması sonra diğer ayağını yanına getirmesi,
- İşlem yerinde ekimoz oluşmuşsa renginin açılarak birkaç haftada geçeceği,
- Sinir basısı olmuşsa bacağındaki güçsüzlüğün birkaç hafta/ayda geçeceği,
- İşlem radyal yoldan yapılmışsa 24 saat bileği fleksiyon ve ekstansiyondan uzak tutmak için bilek sabitleyici kullanabileceği,
- Girişim bölgesindeki hassasiyet geçene kadar sıkı giysiler giymemesi,
- Hastaneden taburcu olduktan sonraki ilk bir hafta içinde kendisini yoracak aktivitelerden kaçınmaları ve ev işi yapmamaları,
- İlk 3 gün cinsel aktiviteden kaçınması gerektiği anlatılır,
- İşlem öncesi kesilmiş ilaçların ne zaman başlanacağı anlatılır. Warfarin aynı gün, metformin 48 saat sonra başlanır. Kontrast nefropati riski olan hastalarda 48 saat sonra kreatinin kontrolü yapılır. Nefropati gelişmemişse metformin başlanabilir,
- İlaçlarını düzenli kullanması özellikle PKG uygulanmışsa doktoruna danışmadan klopidogrel / prasugrel ve aspirinin kesilmemesi gerektiği vurgulanır. Aksi durumda stentinin tıkanabileceği ve miyokard infarktüsü geçirebileceği anlatılır,
- PKG uygulanan hastalara aspirin ve klopidogrel / prasugrel kullandıkları için kanama risklerinin yüksek olduğu, diş ve diğer sistemleri ile ilgili özellikle cerrahi sorunları olduğunda doktorlarına bu durumlarını ve kullandıkları ilaçları belirtmeleri gerektiği açıklanır,

- Eğer hastaya stent takılmış ve MRI çekilmesi gerekiyorsa stent takılmasından 8 hafta sonra çekilebileceği,
- Randevularını düzenli takip etmesi,
- Diyetinin bol lifli, sebze, meyve, baklagil ağırlıklı, beyaz et özellikle balık tercih edilerek, yağdan fakir, tuzdan kısıtlanmış olmasının gerekliliği,
- Sigaradan ve içildiği ortamlardan uzaklaşması,
- Alkolü sınırlandırması,
- Düzenli fiziksel egzersiz yapması,
- Konstipe olmaması için bol lifli diyetle ilaveten bol sıvı alması,
- Stresle başa çıkma yolları konusunda bilgi verilir.

#### Hekime başvurulması gereken durumlar:

- Göğüs ağrısı, çarpıntı hissi, nefes darlığı, baş dönmesi, göz kararması, fenalık hissi, şuur bulanıklığı şikayetleri olursa,
- Girişim yerinde kanama, yeni oluşan/ artan şişlik, ele gelen sertlik, ağrı, kızarıklık, morarma ve ısı artışı, akıntı olduğunda,
- Girişim yapılan bacak yada kolda şiddetli ağrı, renk değişikliği, soğukluk, hissizlik, uyuşukluk olduğunda,
- Aniden idrar çıkışı azaldığında, ciltte ağrılı lezyonlar, bacak ve karında mor döküntüler, ayak parmaklarında soğukluk, solukluk ve morarma olduğunda (kolesterol embolisini düşündürür),
- İdrarında kan gördüğünde ya da siyah dışkılama olduğunda hekimine haber vermeli-dir. Hasta ve yakınlarına, girişim yerinde fişkirir tarzda kanama olursa hemen ambulans çağırılması, hastanın düz bir yere yatırılması ve yardım gelene kadar giriş yerinin üstüne basınç uygulaması öğretilir.

#### Kaynaklar

1. Bowden, T. Evidence-based care for patients undergoing coronary angiography. British Journal of Nursing. 2009; 18(13); 776-783
2. Sarı, İ., Göktekin, Ö. Hastanın koroner anjiyografiye hazırlanması, koroner anjiyografi teknikleri ve özelliği olan koroner anjiyografi uygulamaları. Türkiye Klinikleri Kardiyoloji. 2007; 3 (42); 24-37
3. Tok Özen, A., Şenol Çelik, S. Koroner anjiyoplasti ve intrakoroner stent uygulanan hastaların bakımı. Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi. 2010; 13(2); 60-67
4. Türk Kardiyoloji Derneği Perkütan Koroner ve Valvüler Girişimlerde Hemşirelik Bakım Klavuzu. 2007
5. Shoulders Odom B. (2008) Management of patients after percutaneous coronary Interventions. Critical Care Nurse 2008; 28(5); 26-41
6. Harper, J. Post-Diagnostic Cardiac Catheterization Development and Evaluation of an Evidence-Based Standard of Care. Journal for Nurses in Staff Development. 2007; 23(6); 271-276 Erişim Tarihi: 01.06.2013
7. Hamon, M., Coutance, G. Transradial intervention for minimizing bleeding complications in percutaneous coronary intervention. The American Journal of Cardiology (www.AJ Online.org) doi:10. 1016 (2009)104 55-59 Erişim Tarihi:19. 12. 2012
8. Cale, L., Constantino, R. Strategies for Decreasing Vascular Complications in Diagnostic Cardiac Catheterization Patients. Dimens Critical Care Nursing. 2012;31(1); 13-17 Erişim Tarihi:13. 05. 2013
9. Prada-Delgado, O. Safety and efficacy of femoral vascular closure devices in patients undergoing pri-

- mary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *American Heart Journal* (2011);161;1207-1213
10. White, H. D., Aylward, P. E. ve arkadaşları. Hematomas of at least 5 cm and outcomes in patients undergoing elective percutaneous coronary intervention: Insights from the Safety and Efficacy of Enoxaparin in PCI patients, an international randomized Evaluation (STEEPLE) trial. *American Heart Journal* (2010); 159(1); 110-116
  11. Antonsen, L., Okkels-Jensen, L., Thayssen, P. Outcome and safety of same-day-discharge percutaneous coronary interventions with femoral access: A single-center experience. *American Heart Journal* (2013); 165; 393-399
  12. Jurga, J., Nyman, J., Tornvall, P., Mannila, M. N., Svenarud, P., van der Linden, J., Sarkar, N. Cerebral Microembolism During Coronary Angiography A Randomized Comparison Between Femoral and Radial Arterial Access. *Stroke*. (2011); 42; 1475-1477
  13. Yang L., Wang M., Fang J. Observation and nursing care of postoperative complications of patients accepting coronary artery intervention treatment via radial artery approach [Chinese]. *Chinese Nursing Research*. (2010) 24(5C): 1323-5
  14. Chianca, T. C. M., Stival, M. M., Pereira, S. V. M. The implementation of NANDA nursing diagnoses for patients after cardiac catheterization. *International Journal of Nursing Terminologies and Classifications* (2006)17: 1 64-65
  15. Jolly, S. S., Niemela, K., Xavier, D., Widimsky, P., Budaj, A., Valentin, V. ve ark. Design and rationale of the Radial Vs. femoral Access for coronary intervention (RIVAL) trial: A randomized comparison of radial versus femoral access for coronary angiography or intervention in patients with acute coronary syndromes. *Am Heart J* (2011)161:254-260.
  16. Hamel, J. W. Femoral artery closure after cardiac catheterization. *Critical Care Nurse* (2009); 29:1 39-47
  17. Ökçün, B., Gürmen, T. (2007) Koroner anjiyografi komplikasyonları ve tedavisi. *Türkiye Klinikleri Kardiyoloji*, (2007); 3 (42);48-72

## BÖLÜM 4

# KALP PİLLERİ VE TRANSVENÖZ UYARI VERME

### 4.1.A. KALICI KALP PİLLERİ VE UYGULAMALARI

Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Cengiz Çeliker, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu

#### Genel Bilgiler:

İlk kalıcı kalp pilinin 1958 yılında takılmasından sonra geçen sürede olağanüstü teknolojik gelişmeler yaşanarak, kalp pilleri sadece kalbe uyarı veren cihazlar olmaktan çıkmış, bazı hastalıkların tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır. Transvenöz lead'lerin (kabloların) kullanılması, lityum bataryası ile ömrünün uzaması, dışarıdan programlanabilmeleri, çok fonksiyonlu, iki odacıklı, hız cevaplı, otomatik programlama yapabilen kalıcı kalp pillerinin üretilmesi ve kalp yetersizliği tedavisinde uygulanan biventriküler pacing (uyarı verme) önemli teknolojik adımlar olmuştur\*.

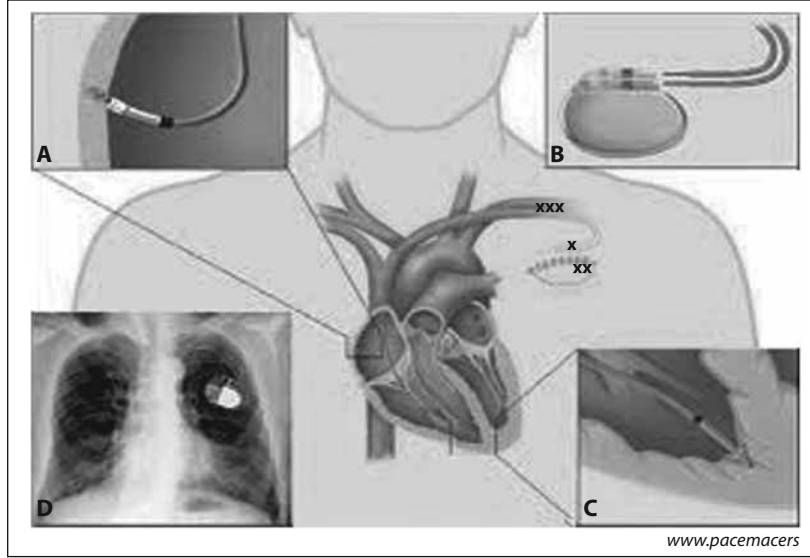
Kalıcı kalp pili, kalıcı semptomatik bradiaritmilerde yaygın olarak kullanılan etkin tedavi yöntemidir. Sistem transvenöz yolla kalp içine yerleştirilmiş bir veya iki endokardiyal kablo ile jeneratörden oluşmaktadır. Endikasyona göre kablo, sağ atriyum (A), sağ ventrikül (V) veya her iki odacığa yerleştirilmektedir (Şekil 1). İnterventriküler senkronizasyon bozukluğunun eşlik ettiği, sol dal bloğu (LBBB) olan kalp yetersizlikli hastalarda, senkronizasyonun düzeltilmesi amacıyla sağA ve sağV lead'lerine ek olarak, sol ventriküle (SV) uyarı verme için koroner sinüs yoluyla üçüncü bir kablonun yerleştirildiği üç odacıklı (biventriküler) kalp pilleri kullanılmaktadır.

#### KALICI KALP PİLLERİNİN PARÇALARI

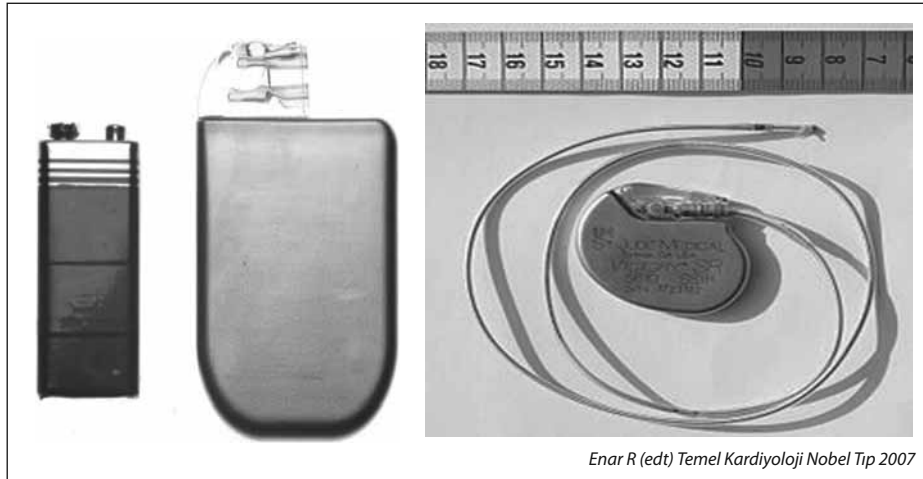
##### A. Jeneratör

1. **Güç kaynağı** (batarya): Lityum iyodür bataryalarda kullanılan kimyasal bileşik olup, bu bataryalar öngörülebilir zamanda tükenmektedir (Şekil 2).
2. **Devre sistemleri**
  - a) **Çıkış güç** (output) **devreleri**: Bu devreler pacing'in programlanabilen amplitüdünü (voltaj) ve genişliğini (süre) kontrol etmektedir.

\*Pacemaker: Kalp (yürek) pili, Pacing: Uyarı verme, Lead: Kateter, tel, kablo, Coil: Sarım, örgü



**ŞEKİL 1.** Kalıcı kalp pili implantasyonunun A, B, C, D'si: sol infraklavikular giriş için subklavyan vene ponksiyon (x), uyarı verme kablosunun hazırlanması (A); venöz yol ile (xxx) kablunun sağ ventriküle sokulup yerleştirilmesi (B); uyarı verme ve algılama, kontrolü yapıldıktan sonra jeneratöre bağlanıp (B); kalp pili cebine (xx) yerleştirilmesi ve en sonunda göğüs radyografisi ile kablo ve cebin kontrol edilmesi ve incelenmesi (D).

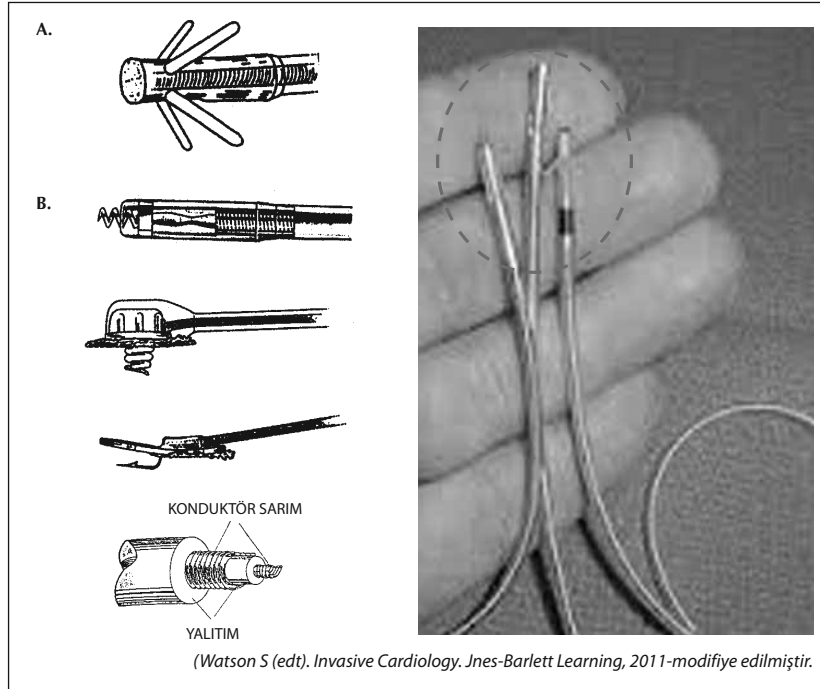


**ŞEKİL 2.** (Solda)-Kalp pili kutusu ve radyo pilinin (9V) büyüklüğünün mukayesesi. (Sağda)- Transvenöz uygulamada kullanılan kalıcı kalp pili kutusu ve kablusunun boyutlarını göstermek için ölçülmüş kalp pili ve kutunun büyüklüğü: kutunun gövdesi yaklaşık 3-4 cm, Kablosu 50-60 cm uzunluğundadır (20-24 inç).

- b) **Algılama (sensing) devreleri:** Bu devreler intrakardiyak elektrogram sinyallerini yükseltip, filtre ederek, hastanın ritminin algılanmasını sağlarlar.
- c) **Zamanlama devreleri:** Pacing aralığını ve algılama/refrakter kalma sürelerini kontrol etmektedir.
- d) **Telemetri devreleri:** Kalp pillerinin dışarıdan programlanabilmesi için programlayıcı ile jeneratör arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.
- e) **Mikro işlemci:** Bazı kalp pillerinde bulunan bellekli bilgisayar çipleri, geriye dönük kalp ritmiyle ilgili çeşitli tanısıl veriyi depolayabilmektedir.

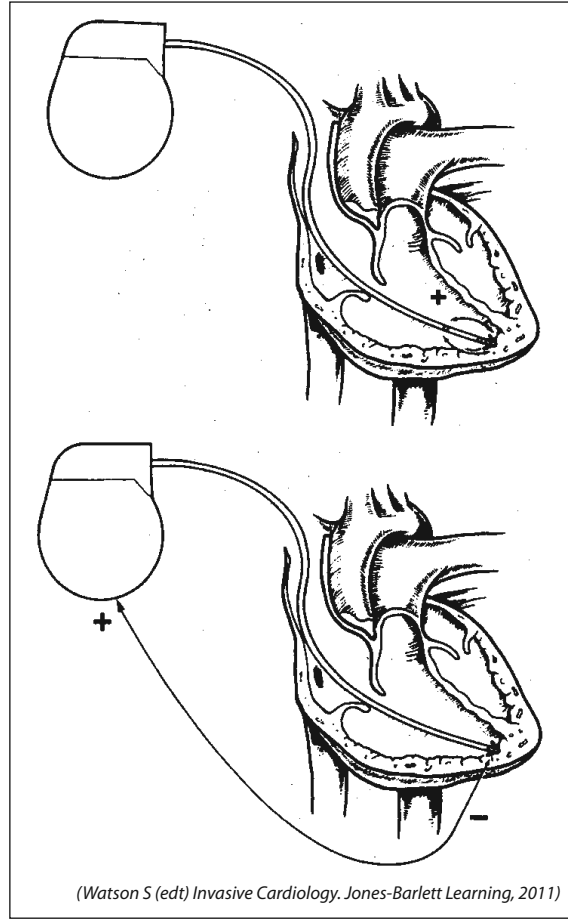
**B. Lead (uyarı veren kateter, tel, kablo):**

1. **Uç kısım:** Lead'in proksimal kısmı jeneratöre bağlanan erkek bölümüdür.
2. **Gövde:** İletken ve yalıtım maddesi içerir. İletken tel uyarı verme yapan ve algılayan elektrodları uç kısma bağlar. Lead'lerin yalıtımında çoğunlukla silikon veya poliüretan kullanılmaktadır.
3. **Pacing yapan/algılayan elektrod:** Atriyum veya ventrikül miyokartına sabitlenmiş lead'in distal ucudur (Şekil 3).
4. **Sabitleme:** Pasif sabitlemede kablolar yüzgeç veya diş gibi takılma mekanizmaları ile endokart trabeküllerine demirlenmektedir. Bu kablolar erken dönemde yerinden



**Şekil 3.** (Solda-Fiksasyona göre kablo tipleri, uçları ve yapısı: **A**-Pasif fiksasyon; **B**-Aktif fiksasyon. (Sağda)-Kalıcı kalp pili uyarı verme kablolarının uçları (noktalı çemberde).





**ŞEKİL 4.** Bipolar ve Unipolar uyarı verme kablo sistemleri.

oynayabilmektedir. Aktif sabitlemede ise, lead'ler endokarta vidalandığından, bu lead'lerin pasif sabitlemeye göre yerinden oynama oranı düşüktür. Aktif sabitlemede lead ucunu saran fibrozis ve nebde oluşumu nedeniyle, kronik pacing eşiği daha yüksek olabilmektedir.

### C. Polarite

Bu tanım kablo elektrodunun veya jeneratörün polarite durumunu ifade etmektedir (Sayfa 656, Şekil 5). Polarite unipolar (lead'in distal ucu eksi, jeneratör artı) veya bipolar (kablunun distal ucu eksi, proksimal halkası artı) olabilmektedir (Şekil 4). Unipolar polarite de EKG'de uyarı verme 'spike'ları daha büyük görülmektedir. Pektoral adale aktivitesi gibi dış sinyallerin yanlışlıkla QRS gibi algılanması, eşiği yüksek hastalarda yüksek pacing amplitüdünün jeneratör çevresindeki adalelerde kasılmaya neden olabilmesi unipolar polaritenin dezavan-

**TABLO 1. Kalp pillerinin jenerik kodları;** uyarlanan (adaptive) hız, antibradikardi ve çok konumlu, pacing (uyarı verme)

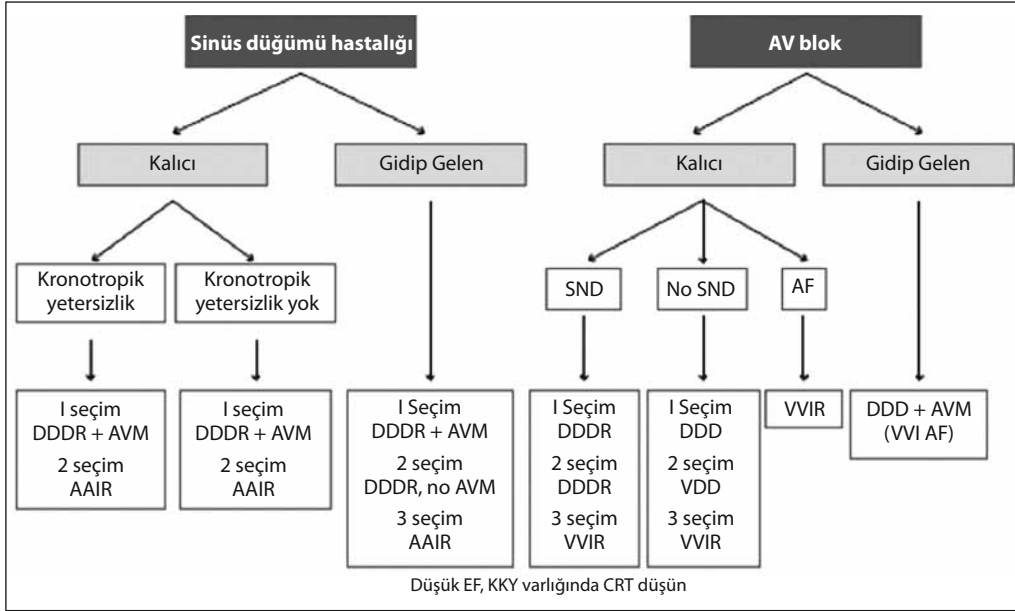
| I                                                                                                                        | II                                                                                                  | III                                                                                                                                               | IV                                                                                  | V                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pace edilen boşluk(lar):</b><br>0 = Hiçbiri<br>A = Atriyum<br>V = Ventrikül<br>D = Dual (A + V)<br>S = Tek (A veya V) | <b>Duyum alınan boşluk(lar):</b><br>0 = Hiçbiri<br>A = Atriyum<br>V = Ventrikül<br>D = Dual (A + V) | <b>Duyuma cevap:</b><br>0 = Hiçbiri.<br>T = Triggered (tetiklenir, pacing başlar)<br>I = Inhibited (baskılanır, pacing durur)<br>D = Dual (T + I) | <b>Programlanabilirliği, hız modülasyonu:</b><br>0 = Hiçbiri<br>R = Hız modülasyonu | <b>Çok-terafli Pacing:</b><br>0 = Hiçbiri<br>A = Atriyum<br>V = Ventrikül<br>D = Dual (A + V) |

tajlarıdır. Bipolar kablolarda karmaşık yapıları nedeniyle fonksiyon bozukluğuna daha sık rastlanmaktadır ki, bu durumda programlayıcı ile uyarı verme ve algılama polaritesi unipolarlara değiştirilerek fonksiyon düzeltilebilir.

### Kalıcı Kalp Pili Sınıflaması

Kalıcı kalp pillerinin bilimsel adlandırılması ve sınıflaması ‘North American Society of Pacing and Electrophysiology’ (NASPE) ve ‘British Pacing and Electrophysiology Group’ (BPEG) tarafından beş harfli kodlama şeklinde, ilk olarak 1987 yılında yayınlanmış, 2002 yılında yenilenmiştir (Tablo 1). Bu sınıflamaya göre:

- **Birinci harf** pacing yapılan kalp boşluğunu tanımlamaktadır.  
(A: atriyumdan, V: ventrikülden, D: hem atriyum, hem de ventrikülden pacing)
- **İkinci harf** algılanan kalp boşluğunu tanımlamaktadır.  
(A: atriyumu, V: ventrikülü, D: hem atriyumu, hem de ventrikülü algılayan)
- **Üçüncü harf** algılanan aktiviteye cevabı (I: inhibe olan; T: tetiklenen; D: hem inhibe olan, hem de tetiklenen) ifade etmektedir. Örneğin, VDD yalnız ventrikülden pacing yapan; hem atriyum, hem de ventrikülden algılayan ve bu algılamaya hem inhibe olma, hem de tetiklenme şeklinde cevap verebilen bir kalp pilini tanımlamaktadır.
- **Dördüncü harf** programlanabilme ve hız cevabı özelliklerini tanımlamaktadır.  
(P: basit programlanabilme, M: çoklu programlanabilme, R: hız cevabı özelliği) Günümüzdeki kalıcı kalp pillerinin tamamı dışarıdan programlanabilme özelliğine sahiptir. Hız cevabı özelliği, kalp pilinin hastadaki bazı parametreleri (kas aktivitesi, vücut ısısı, solunum hızı, QT aralığı gibi) algılayarak organizmanın artan metabolik gereksinimine göre pacing hızını artırma veya azaltabilme özelliğidir. Bu özellik hastanın egzersiz, emosyonel stres gibi durumlarda kalp hızının yeterli artmamasında (kronotropik yetersizlikte) yararlıdır.



**ŞEKİL 6. ESC 2013 kılavuzuna göre sinüs düğümü hastalığı ve AV blokta kalıcı kalp pili modlarının seçimi.**

Kısaltmalar: AV-Atrioventricular; AVM-AV delay management; SND-sinustnode dysfunction; AF-Atrial fibrillation; KKY-Konjestif kalp yetersizliği.

- **Beşinci harf** antitaşikardik özellikleri (P: “pacing”, S: şok, D: P+S) ifade etmektedir. Kalp pillerinde bazı özel durumlar dışında, beşinci özellik nadiren bulunmaktadır (Resim M, Fig-Mode) Ventriküler tek başına-pacing leadinin daha yüksek AF sıklığı ve Pacemaker sendromu olasılığı vardır.

### Temel Pacing (Uyarı Verme) Modları

Hastaların büyük bölümünün atriyal-temelli uyarı vermesi vardır (AAI veya DDD). Kalıcı kalp pili ve uyarı verme tipinin seçimi esas olarak hastanın ritm ve ileti bozukluğuna, atriyo-ventriküler (AV) senkronizasyon ve hız cevabı gereksinimine göre yapılmaktadır (Tablo 2) (Şekil 6). Aşağıdaki tüm modlarda (*mode* = biçim) hız cevaplı pacing özelliği varsa, mod’a dördüncü harf olarak ‘R’ eklenmektedir.

### Tek Odacıklı:

**AAI mod**, atriyal gereksinime göre uyarı verme:

- AAI mod da, atriya yerleştirilen kablo ile atriyumdan algılama ve uyarı verme yapılmaktadır. AV iletisi sağlam, AV bloğu olmayan, sinüs düğümünde fonksiyon bozukluğu

**TABLO 2.** Uyarı Verme için Seçilmiş İndikasyonlarda Kalp Pili Jeneratörünü Seçme Kılavuzu

| Kalp pili jeneratörü                                             | Sinüs düğümü Disfonksiyonu                                                                                      | AV blok                                                                                                                   | Nöral aracılı Senkop veya karotis hiperreaktivitesi                        |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tek- odacıklı Atriyal kalp pili</b>                           | AV iletide anormallik ve gelecekte AV-blok gelişme riski yok. RR arzu ediliyorsa AV senkroni sürdürebilir.      | Uygun değil                                                                                                               | Uygun değil sistematik olarak AV blok dışlanmadıkça.                       |
| <b>Tek- odacıklı Ventriküler kalp pili</b>                       | Uyarı verme sırasında AV senkroninin sürdürülmesi gerekli değil. Arzu edilirse RR sağlanabilir.                 | Kronik AF veya diğer atriyal taşiaritmiler veya AV senkroninin sürdürülmesi gerekli değil, arzu edilirse RR sağlanabilir. | Kronik AF veya diğer atriyal taşiaritmiler. RR arzu edilirse sağlanabilir. |
| <b>İki- odacıklı kalp pili</b>                                   | AV senkroni uyarı verme sırasında arzu edilir. AV iletide anormallikten şüphelenilen veya AV blok riski artmış. | Atriyal uyarı verme arzu edilir. RR arzu edilirse sağlanabilir.                                                           | Sinüs mekanizması bulunur. RR arzu edilirse sağlanabilir.                  |
| <b>Tek- başlı Atriyal uyarıyı hisseden ventriküler kalp pili</b> | Uygun değil                                                                                                     | Normal sinüs fonksiyonu ve atriyal uyarı verme için gerekmez. Kalp pili kateter sayısını kısıtlamak arzu ediliyorsa.      | Uygun değil                                                                |

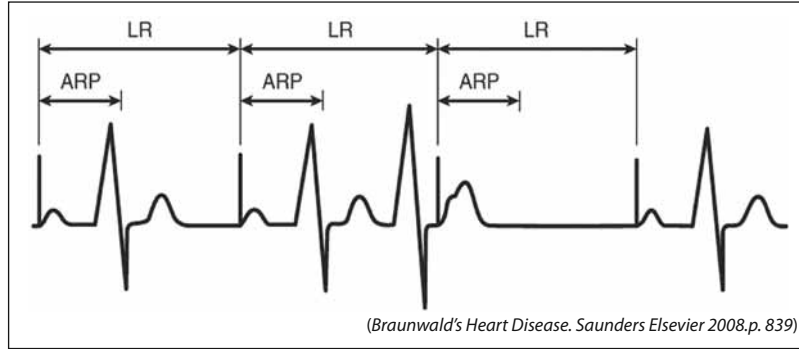
(Griffin BP, Topol EJ (edt). Manual of Cardiovascular Medicine. Lippincott Williams, Wilkins, 3th Edt, 2009)

RR-Rate response = hız cevabı.

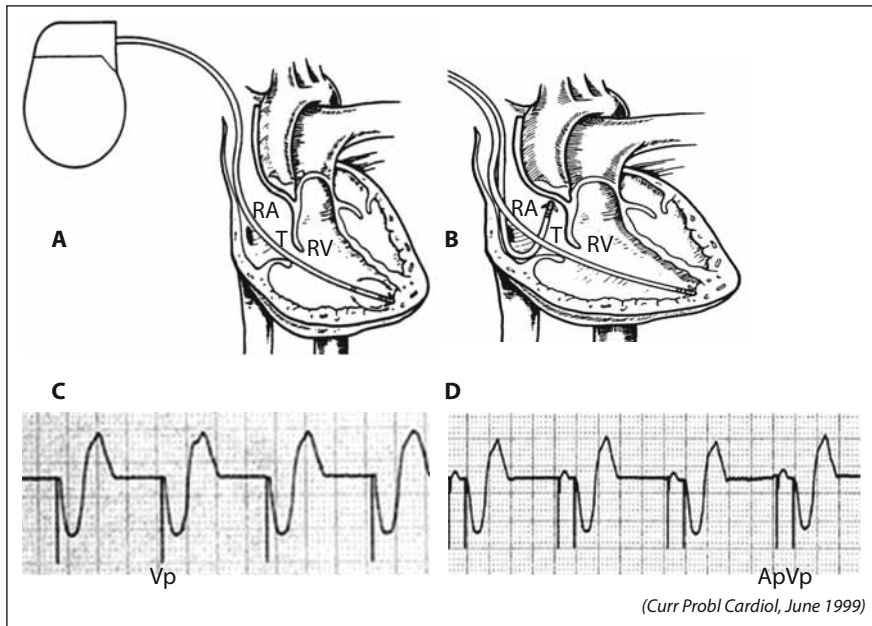
bulunan hastalarda uygulanmaktadır. Algılanmış atriyum aktivitesi (p dalgası) atriyal uyarı vermeyi inhibe eder. P dalgasının hızı, kalp pilinin programlandığı hızın altına düştüğünde, atriyal pacing başlar (Şekil 7). AV blok geliştiğinde, ventriküler uyarı verme yapılamaması kullanılmasını kısıtlamaktadır.

**VVI mod**, ventriküler gereksinime göre uyarı verme (Şekil 8):

- VVI mod da, ventriküle yerleştirilen kablo ile ventrikülden algılama ve uyarı verme yapılmaktadır. Algılanmış ventrikül aktivitesi (QRS dalgası) ventriküler uyarı vermeyi in-

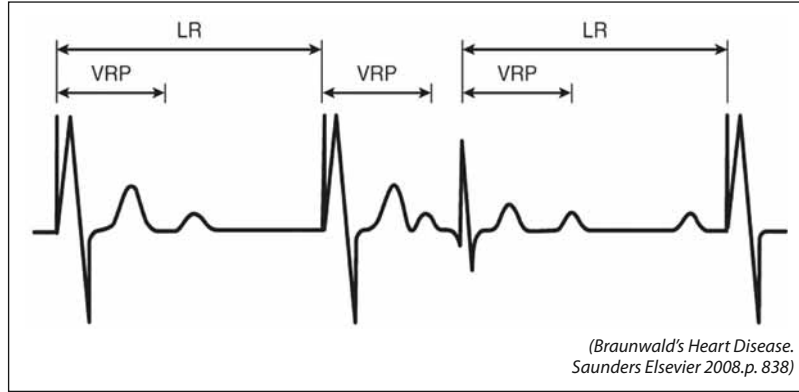


**ŞEKİL 7. AAI** zamanlama tanımlı siklusu düşük hız sınırını (LR) ve atriyal refrakter periyodu (ARP) ihtiva eder. LR tamamlandığında uyarı- (artifaktı) hissedilen atriyal olay yokluğunda atriya teslim edilir. Şayet intrinsek P dalgası meydana gelmişse, LR bu noktadan başlatılır. ARP her hissedilen veya uyarılan aktivite ile başlar. AAI siklusu ventriküldeki olaylardan etkilenmez (VEA gibi).

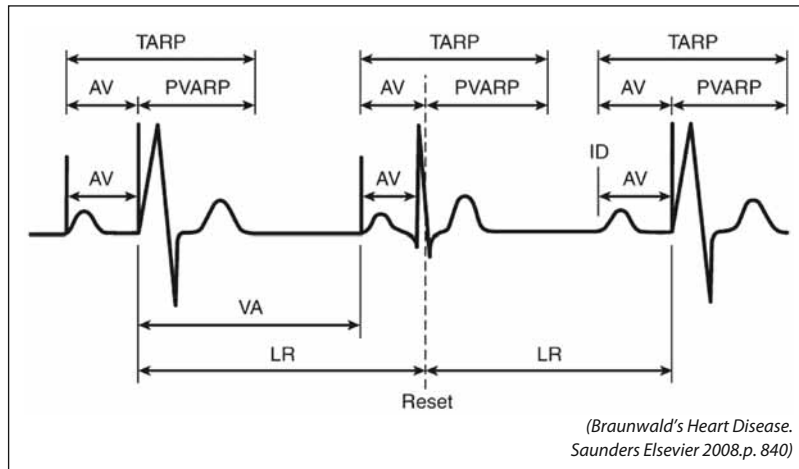


**ŞEKİL 8.** Tek odacıklı ventriküler kalp pilinin şematik görünümü (A) ve VVI modundaki bu pilin ventriküler pacing (Vp) EKG trasesi (C) görülmektedir. Sağ tarafta (B) ise iki odacıklı (sağ atriyum ve sağ ventrikül) kalp pili kablolarının şematik görünümü (B) ve DDD modundaki bu pilin hem atriyal, hem de ventriküler uyarı verme (pacing) (ApVp) EKG trasesi (D) yer almaktadır.

Kısalt: RA-Sağ atriyum; RV-Sağ ventrikül; T-Triküspid kapak



**ŞEKİL 9.** VVI zamanlama tanımlı siklusu düşük hız sınırını (LR; lower rate limit) ve ventriküler refrakter periyodu (VRP) ihtiva eder. LR zamanlayıcı tam olduğunda, uyarı- (artifaktı) intrinsek ventriküler olay yokluğunda verilir. Şayet intrinsek QRS meydana gelmişse, zamanlayıcı bu noktadan başlar. VRP her hissedilen veya uyarılan ventriküler aktivite ile başlar.



**ŞEKİL 10.** DDD zamanlama siklusu. Düşük hız sınırı (LR), AV interval, postventriküler atriyal refrakter periyodu (PVARP) ve üst hız sınırını ihtiva eder. AV interval ve PVARP birlikte total atriyal refrakter periyodu (TARP) oluşturur. Şayet intrinsek atriyal veya ventriküler aktivite LR mola vermeden önce oluşmuşsa, her iki kanal inhibe edilir ve uyarı verme olmaz. Şayet intrinsek atriyal veya ventriküler aktivite olmazsa, burada görülen ardışık uyarı verme vardır (birinci dizi). Şayet ventrikülo-atriyal (VA) interval tamamlanmadan önce atriyal hissedilen aktivite bulunmuyorsa; atriyal uyarı-artifaktı teslim edilir, AV intervali başlatır. Şayet AV interval tamamlanmadan önce intrinsek ventriküler aktivite oluşursa, kalp pilinden ventriküler çıkış inhibe edilir; burada görülen atriyal uyarı vermedir (ikinci dizi). Şayet VA interval tamamlanmadan önce P dalgası hissedilirse atriyal kanaldan çıkış inhibe edilir. AV interval başlatılır ve AV interval sonlanmadan önce hissedilen ventriküler aktivite bulunmuyorsa, ventriküler uyarı-artifaktı teslim edilir (üçüncü dizi).

hibe eder. QRS hızı, kalp pilinin programlandığı hızın altına düştüğünde, ventrikül uyarı vermesi başlar (Şekil 9). Ventrikül hızı düşük kronik atriyal fibrilasyonlu hastalar VVI mod için en uygun hasta grubudur. Sinüs ritmdeki hastalara VVI mod uygulandığında, AV senkronizasyon kaybolduğundan, pacemaker sendromu görülebilmektedir.

### İki Odacıklı

**DDD mod:** Bu modda, atriyum ve ventriküle yerleştirilen iki kablo ile hem atriyumdan, hem de ventrikülden algılama ve uyarı verme yapılmaktadır. Algılanmış atriyum aktivitesi atriyal uyarı vermeyi, ventrikül aktivitesi ventriküler uyarı vermeyi inhibe eder (Şekil 10). Algılanan aktiviteler kalp pilinin programlandığı hızın altına düştüğünde, atriyal ve/ veya ventriküler uyarı verme başlar. Atriyum aktivitesinden sonra programlanan AV aralık içinde ventrikül aktivitesi saptanmazsa, ventriküle uyarı verme tetiklenir. Sinüs ritminde, AV iletisi bozuk, özellikle sinüs bradikardisi olan hastalarda DDD mod en fizyolojik uyarı verme şeklidir.

**VDD mod:** Bu mod da, atriyum aktivitesini algılayan elektrod içeren tek ventriküler lead ile hem atriyum'dan, hem de ventrikül'den algılama, yalnız ventrikül'den pacing uygulanmaktadır. Ventrikül aktivitesi ventriküler pacing'i inhibe eder (Şekil 11). AV iletisi bozuk, sinüs düğüm fonksiyonu normal hastalarda kullanılır. Atriyal pacing yapılamadığı için sinüs düğüm hastalığında uygulanamaz. VDD modlu kalıcı kalp pili takılmış hastalarda sinüs bradikardisi gelişirse, kalp pili programlandığı alt hızdan VVI pacing uygulandığından, AV senkronizasyon bozulmaktadır.

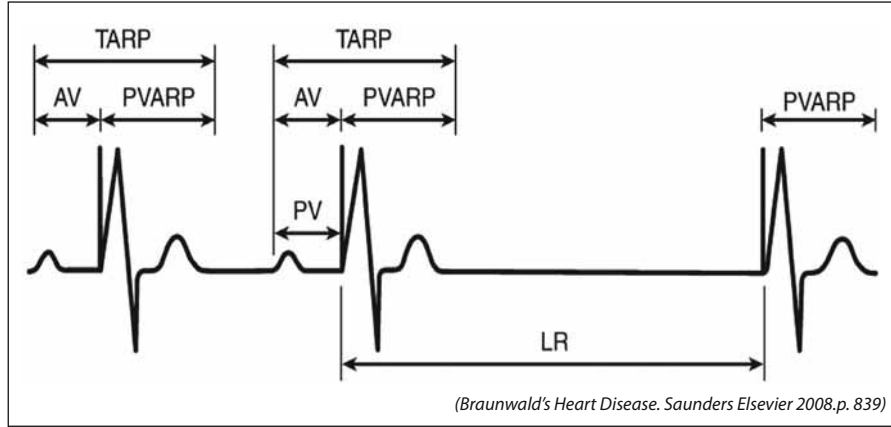
**DDI mod:** DDD mod'a benzerdir. Atriyum ve ventrikül'ün ikisi de algılanmakta ve uyarı verme yapılmaktadır. Ancak, atriyum aktivitesi ventrikül uyarı vermeyi tetiklemez, inhibisyon vardır (Şekil 12). Yüksek atriyum hızlı atriyal fibrilasyon ve atriyal flutter'da, hastada tetiklenebilecek yüksek hızlı ventriküler uyarı vermeyi önlemek için, kalıcı kalp pillerinde uygulanan otomatik mod değişikliği programı sırasında kullanılan uyarı verme şeklidir.

### Kalıcı kalp pili implantasyonunun temel prensipleri:

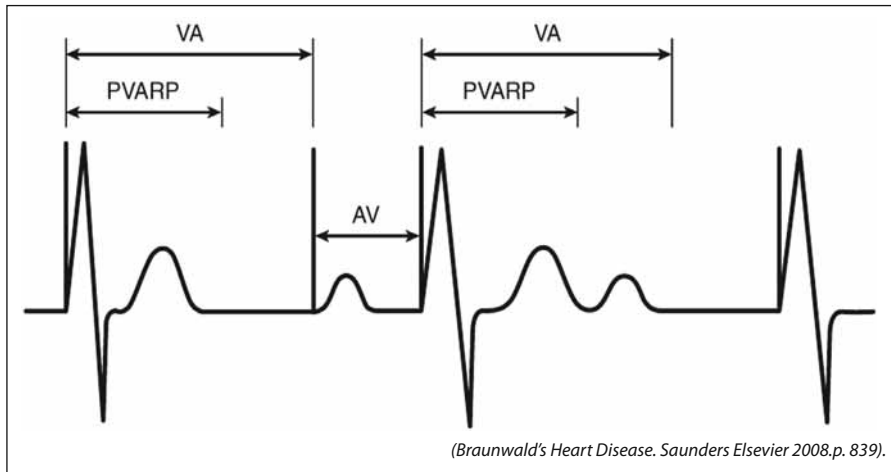
Genellikle sol veya sağ klavikulanın altında subkutan veya submüsküler yerleştirilen kalıcı kalp pilleri, küçük çocuklarda batına yerleştirilebilmektedir. Transvenöz girişin mümkün olmadığı hastalarda, kablo cerrahi yolla epikart'a implante edilmektedir.

Kalıcı kalp pili kabloları çoğunlukla subklavyan ven, daha düşük oranda sefalik veya aksiller venler kullanılarak, transvenöz yolla implante edilmektedir.

- Cilt dezenfektan ile temizlenip, lokal anestezi uygulandıktan sonra, klavikulanın yaklaşık 2 cm altından deltopektoral oluğun içinden geçen, klavikulaya paralel 4-6 cm uzunluğunda insizyon yapılır (Şekil 5). Sonra da Sefalik ven diseke edilerek çevresindeki yumuşak dokulardan ayrılarak ortaya çıkarılır. Sefalik venin çapı sıklıkla tek kablonun geçişi için uygun olmaktadır. Nadiren iki kablo da sefalik ven yoluyla yerleştirilebilmektedir.

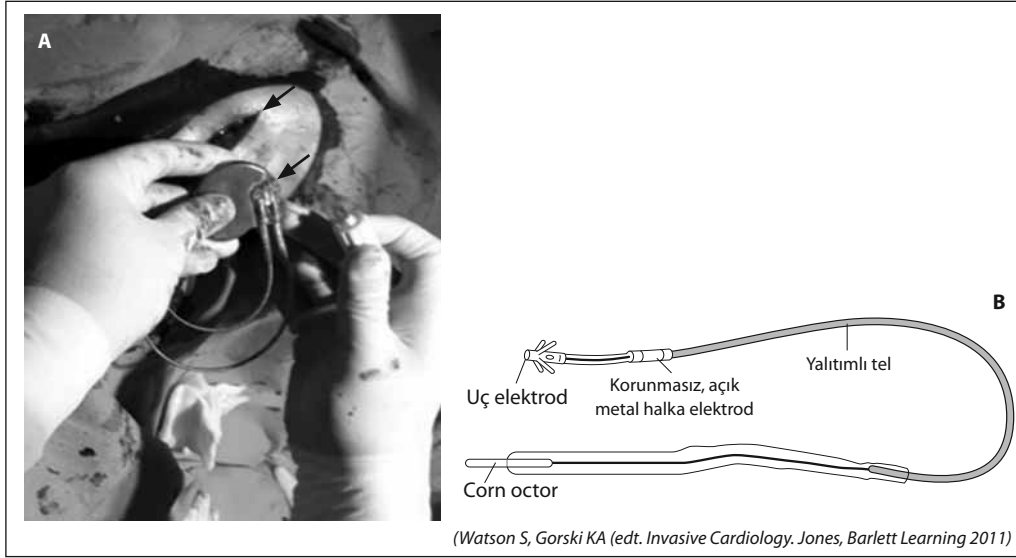


**Şekil 11.** VDD zamanlama siklusunun düşük hız sınırı (LR), AV interval, ventriküler refrakter periyodu (VRP), postventriküler atriyal refrakter periyod (PVARP) ve üst hız sınırını ihtiva eder. Hissedilen P dalgası AV intervalini başlatır (AV interval sırasında, atriyal hissetme kanalı refrakterdir). AV intervalinin sonunda, şayet hissedilen intrinsek ventriküler aktivite bulunmuyorsa, ventriküler uyarı- artifaktı teslim edilir; bu P dalgasını izleyen uyarı vermeyi gösterir. Uyarılan veya hissedilen ventriküler aktivite PVARP'yi ve ventriküloatriyal intervali başlatır (LR sınır intervalinden AV intervalinin çıkarılması). Şayet P dalga aktivitesi meydana gelmiyorsa, kalp pili LR'de ventriküler uyarı- (artifaktı) ile kaçır.

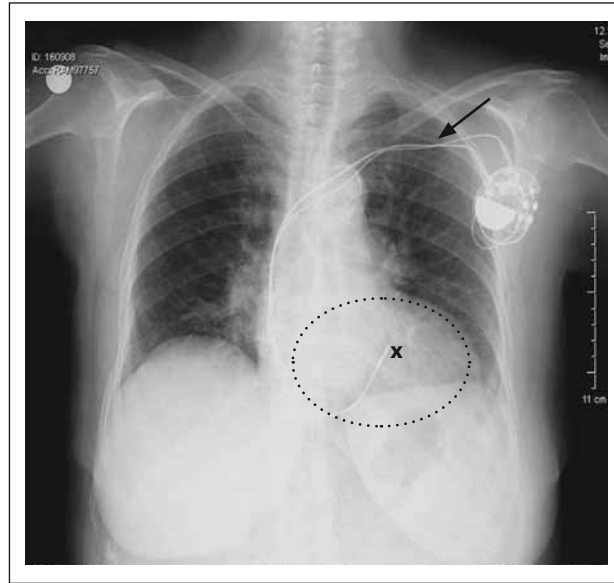


**Şekil 12.** DDI zamanlama siklusunun alçak hız sınırı, AV intervali, ventriküler refrakter periyod (VRP) ve atriyal refrakter (ARP) periyodu ihtiva eder. VRP her hissedilen ve uyarılan ventriküler aktivite ile başlatılır, ARP her hissedilen veya uyarılan atriyal aktivite ile başlatılır. Düşük hız sınırı, yüksek hızda sinüs hızı oluşursa aktive olmayabilir.





**Şekil 5.** Bipolar kablo: Sağ ventriküler yerleştirilmiş kablunun kalp pili kutusu başına (**uzun ok**) takılması (A) ve cebin ağzı (**kısa ok**). Bipolar kabloda distal uç elektrodu ve proksimal halka elektrodu herikisi de vardır. Unipolar kablunun ise sadece distal uç elektrodu bulunur (B).



**Şekil 13.** İki-odacıklı kalp pilinin sol subklavyan ven yolu ile sokulmuş (ok) uyarı verme kablolarından, septal bölgeye (x) yerleştirilmiş sağ ventrikül kablusunun telekardiyografideki görünümü.

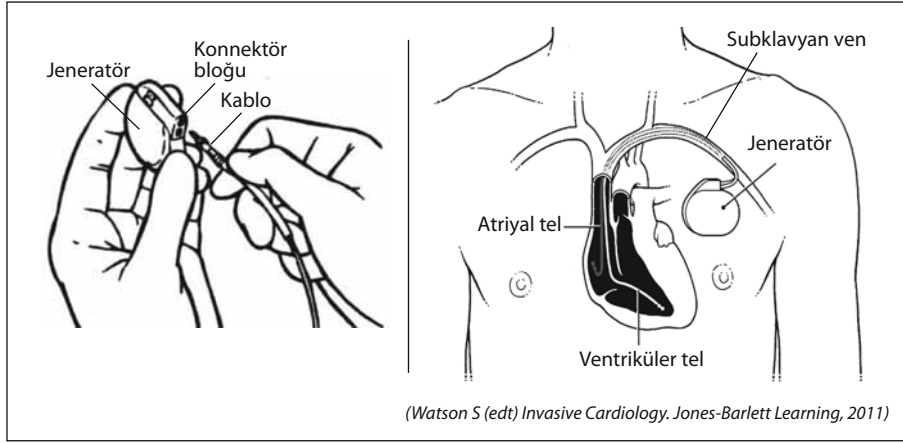
Sefalik venin çok ince olduğu, kablonun ilerletilmesinin mümkün olmadığı hastalarda veya sefalik ven yoluyla implantasyon işleminde deneyimi olmayan hekimler tarafından kablolar doğrudan subklavyan ven yoluyla Seldinger yöntemiyle yerleştirilmektedir. Kalıcı kalp pili kablolarının içine, manipulasyonu kolaylaştıracak şekillendirilmeye uygun ince tel 'stilet' geçirilmesi mümkün olmaktadır (Şekil 1).

- Ventrikül lead'i standart olarak triküspid kapak geçildikten sonra, sağV apeksine yerleştirilmektedir. Son yıllarda sağV apikal uyarı vermenin SV disfonksiyonuna neden olabileceği gösterildikten sonra, sağV'ün his demeti, septal ve çıkış yolu gibi farklı bölgelerinden uyarı verme uygulamasının güvenilirliği, etkinliği ve stabilitesi yaygın olarak araştırılmaktadır. Henüz apikal uyarı verme terkedilip, herkesin kabul ettiği yeni standart sağV uyarı verme bölgesine geçiş olmamıştır. SağV apeksinde hem pasif, hem de aktif fiksasyonlu kablolar kullanılabilirken, septal veya sağV çıkış yolundan uyarı verme için yalnız aktif fiksasyonlu kablolarla stabilize sağlanabilmektedir (Şekil 13). Atriyal kablosu standart olarak sağA apendiksine yerleştirilmektedir. Uç kısmı J şeklinde olan atriyum kablolarının hem pasif, hem de aktif fiksasyonlu olanları kullanılmaktadır.
- Kablolar uygun, stabil pozisyonlara yerleştirildikten sonra, uyarı verme ve algılama eşikleri kablonun proksimal ucuna bağlanan steril ara kablo ile her kalp pili markasının kendi analizörü kullanılarak ölçülür. Uygun eşikler saptandıktan sonra (Tablo 3), kalp içinde kablonun gerilmeden salınımı için yeterli uzunluk bırakılıp, kablonun zedelenmesini önleyici 'sleeve' (kol dikişi gibi) çevresinden geçirilen ipek sütürle, oynamaması için kablo adaleye tespit edilir.
- Ardından lead'in proksimal ucu kalp pilinin lead giriş yuvasına yerleştirilir (Şekil 14) ve vidalanarak, sabitlenir. Kalp pili ve lead'in uzun kalan kısmı döndürülerek, pilin altında kalacak şekilde, subkutan olarak pektoral adalenin üstüne, nadiren adalenin altına yerleştirilir (Şekil 5). Kalp pilinin kenarındaki delikten geçirilen ipek sütürle, pil oynamaması için adaleye tespit edilir. Son olarak önce eriyebilir sütürle cilt altı, sonra cilt uygun şekilde dikilerek kalp pili loju kapatılır. Üzerine steril pansuman konulur.

**TABLO 3.** Kalıcı Kalp Pilinin Yeni Uyarı Verme Kabloları için Optimal Uyarı Verme Parametreleri\*

| Parametreler:         | Atriyum:       | Ventrikül      |
|-----------------------|----------------|----------------|
| <b>Eşik:</b>          | <1.5V          | <1.0V          |
| <b>Sensivite:</b>     | >1.5 mV        | 4.0 mV         |
| <b>Döndürme hızı:</b> | >0.2 V/saniye  | >0.5 mV        |
| <b>İmpedans</b>       | 400- 1000 ohms | 400- 1000 ohms |

\*Kullanılan vuru genişliği 0.5 ms.



**ŞEKİL 14.** (Çizilmiş resimde sağda)-Sağ ventrikülde ve sağ atriyumda (kırmızı) uyarı verme telleri (kablo) ile Pektoralis major adalenin üstüne yerleştirilmiş jeneratör ve (solda)-Konnektör bloğuna kabloların sokulması şematize edilmiştir (Bakınız, Şekil 5).

### Kalıcı kalp pili implante edilen hastaların izlenmesi:

Kalıcı kalp pili implante edilmiş hastaların belirli aralıklarla kontrol edilmeleri gerekmektedir. Bu kontrollerde kalp pilinin bataryasının ömrü, kablolarının fonksiyonları, uyarı verme ve algılama eşikleri gibi temel ölçümlerin yanısıra; hastanın klinik durumunda ve elektrokardiyografisindeki değişikliklere göre kalp pili yeniden programlanmalıdır (Tablo 4-1). SağV apikal uyarı vermek uzun dönemde SV fonksiyonlarını bozduğu için, programlama sırasında sağV uyarı vermenin asgari düzeyde tutulması amaçlanmaktadır.

### KALICI KALP PİLİ ENDİKASYONLARI

Kalıcı kalp pili takılan hastaların büyük bölümünde neden sinüs düğüm disfonksiyonu (SDD) veya edinsel AV blok olduğundan, burada bu konuda yayınlanan son kılavuz olan, ACC/AHA/HRS'nin 2008 yılında açıkladığı ve 2012'de de yenilenen, kardiyak ritm anormalliklerinde cihaz tedavisi kılavuzundaki bu iki hastalığa ait endikasyonlar (Bakınız, Kılavuz) geniş olarak ele alındı (Tablo 4-2).

#### Sinüs Düğüm Disfonksiyonu (SDD):

SDD, sinüs düğümünde, atriyum'da uyarı oluşumu ve yayılımındaki çeşitli bozuklukları ifade etmektedir. Bu grupta persistan sinüs bradikardisi; atriyum, AV kavşak veya ventrikül miyokartından kaynaklanan kaçış ritmi ile yedeklenen paroksizmal veya persistan si-

**TABLO 4-1.** Kalp Pillerinin Programlanabilen Bazı Fonksiyonları

**BEKLEMEDEKİ YEDEK (standby) HIZ (bazal hız, düşük hız sınırı):** Spontan ritm daha hızlı olmadıkça hastanın uyarıldığı hız

**ÜST HIZ SINIRI:** Atriyal hıza 1:1 cevap veren ventrikülün uyarılan en yüksek hızı.

**AV İNTERVALİ:** Uyarılan ve hissedilen P dalgası ve ventrikülen verilen uyarının teslimatı arasındaki interval.

**ATRIYAL REFRAKTER PERİYOD:** Hissedilen P dalgası veya teslimatı atriyal kanalın elektriki sinyallere refrakter olduğu sırada atriyal çıkış vurusundan sonraki zaman; refrakter periyod uyarılan QRS kompleksini izler PVARP diye de bahsedilir (Bakınız Şekil 12).

**VENTRİKÜLER REFRAKTER PERİYOD:** Uyarılan QRS veya ventriküler kanal elektriki sinyallere refrakter olduğu sıradaki ventriküler çıkış vurusundan sonraki zaman.

**SENSİVİTE (atriyal ve ventriküler kanallar):** Hissedilen İntrensek atriyal ve ventriküler depolarizasyonların amplitüdü.

**ENERJİ ÇIKIŞI (atriyal ve ventriküler kanallar):** Volt, akım ve vuru süresi.

**FONKSİYON MODELLERİ (modları):** AAI, VVI, AOO, VOO, D00, DDD, 000

nüs durması ve nedeni belirlenemeyen kronotropik yetersizlik sayılmaktadır. Semptomatik paroksizmal atriyal fibrilasyon ve sinüs bradikardisi veya sinüzal bradiaritmiler aniden birinden diğerine geçiş gösterdiklerinden, “Taşı-bradi sendromu” olarak tanımlanmışlardır (Şekil 15).

### Sinüs Düğümü Disfonksiyonunda kalıcı kalp pili endikasyonları

(ACC, AHA/HRS, 2008 Kılavuzu):

#### Sınıf I

1. Semptomatik sık sinüs pause’leri dahil, belgelenmiş semptomatik sinüs bradikardili SDD. (Kanıt Düzeyi: C)
2. Semptomatik kronotropik yetersizlik. (Kanıt Düzeyi: C)
3. Tıbbi durumlarda gerekli ilaç tedavisinin neden olduğu semptomatik sinüs bradikardisi. (Kanıt Düzeyi: C)

#### Sınıf IIa

1. Kalp hızı <40/dk olan SDD’de, bradikardi ile uyumlu anlamlı semptomlar arasında açık ilişki bulunup, bradikardinin belgelenememesi. (Kanıt Düzeyi: C)
2. Kaynağı açıklanamayan senkopta, sinüs düğüm fonksiyonunda anlamlı anormallik klinik olarak keşfedilmesi veya elektrofizyolojik çalışmada provoke edilmesi durumu. (Kanıt Düzeyi: C)

**TABLO 4-2.** 2008 NASPE4'ye göre (Prensip olarak) Sürekli Uyarı Verme İndikasyonları**KESİN İNDİKASYONLAR:**

Semptomatik üçüncü- derece AV blok.  
 Semptomlu bradikardi.  
 ≥ 3 san pause (ara, duraklama).  
 Uyanırken ventrikül hızı <40/dk.  
 Semptomatik ileri ikinci derece AV blok.  
 AF ve bradikardi ile pause >5 san, üçüncü veya ikinci derece AV bloklu hastalar.  
 İleri ikinci derece AV blok ile >3 san pause.  
 Bifasiküler blok ile intermitan üçüncü derece, ikinci derece aV blok veya alterne eden dal bloğu.  
 Trifasiküler blok ile intermitan ikinci veya üçüncü derece AV blok.  
 STEMI'den sonra sürekli yüksek derecede AV blok bulunması.  
 Semptomatik sinüs düğümü disfonksiyonu.  
 Semptomatik kronotropik yetersizlik  
 Karotis sinüs hipersensivitesi ile tekrarlayan senkop.  
 Pause'nin sebep olduğu süreğen VT.  
 Semptomatik bradikardiye sebep olan ilaç gereken durumlar.

**RÖLATİF İNDİKASYONLAR:**

Aseptomatik, ventrikül hızı <40 üçüncü-derece AV blok .  
 Sinüs düğümü disfonksiyonu ile kalp hızı <40 ve semptom-EKG ilişkisi bulunmayan hastalar.  
 Uzun QT'li yüksek risk hastaları.  
 Kronik kronotropik yetersizlik (kalp hızı <40).  
 Tilt testinde nörokardiyojenik senkop ile anlamlı bradikardi.  
 Semptomatik hipertrofik kardiyomiopati ile çıkış-yolu gradiyenti.

(AHA/ACC/NASPE JACC 2008;51:2085-2105)

**Sınıf IIb**

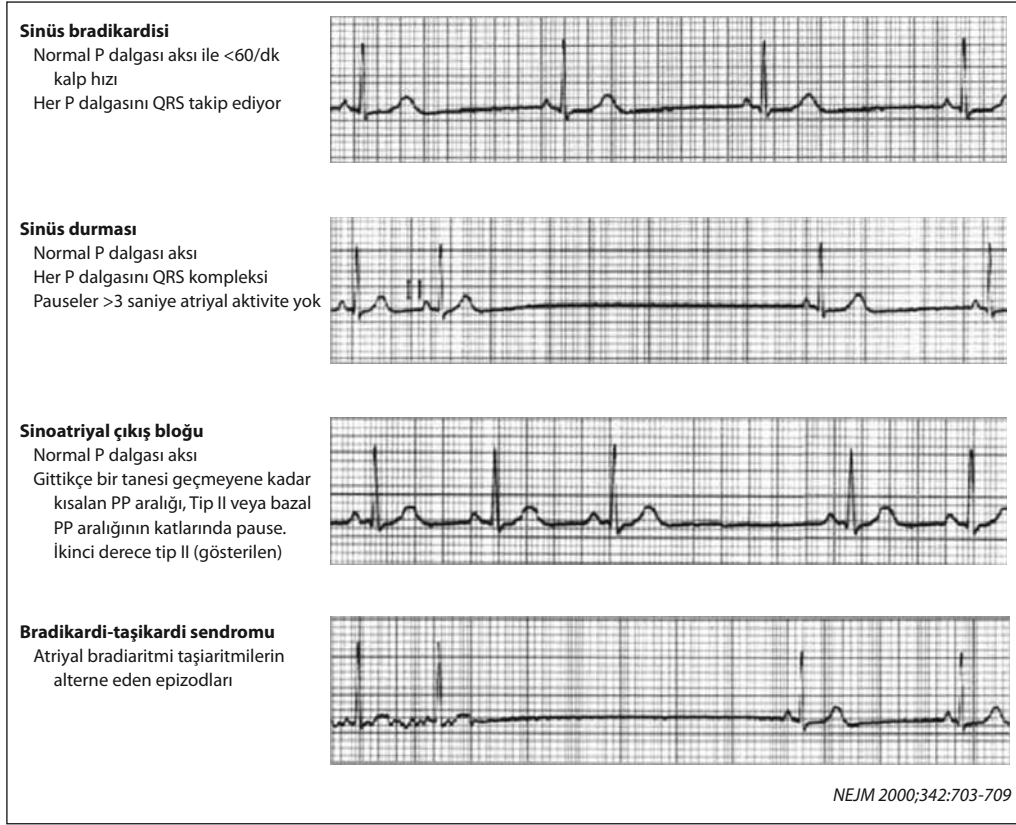
1. Uyanık durumda kronik kalp hızı <40/dk olan çok az semptomatik hastalar. (Kanıt Düzeyi: C)

**Sınıf III**

1. Aseptomatik hastalar. (Kanıt Düzeyi: C)
2. Bradikardiyi düşündüren semptomların, bradikardi olmadan oluştuğunun açık olarak belgelendiği hastalar. (Kanıt Düzeyi: C)
3. Gerekli olmayan ilaç tedavisinin neden olduğu semptomatik bradikardi. (Kanıt Düzeyi: C)

**Edinsel Atrioventriküler Blok:**

Birinci, ikinci ve üçüncü-derece (tam) AV blok olarak sınıflanmakta, anatomik olarak supra-, intra- veya infra-His diye tanımlanmaktadır.

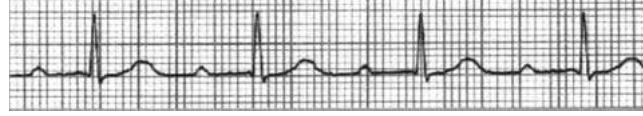


**ŞEKİL 15.** Sinüs düğümü disfonksiyonu ile ilişkili EKG bulguları.

- **Birinci-derece AV blok:** PR aralığında anormal uzama olarak tanımlanmıştır (>0.20 sn).
- **İkinci-derece AV blok:** Tip-I ve Tip-II olarak sınıflandırılmıştır. Tip-I ikinci-derece AV blokta, iletilmeyen P dalgasından önce PR aralığı progressif olarak uzamaktadır. En kısa PR aralığı bloktan sonra bulunur (Şekil 16). Tip II ikinci-derece AV blok, iletilmeyen P dalgasından önce de, sonra da PR sabitdir, sıklıkla geniş QRS kompleksi ile birlikte. İleri ikinci-derece AV blokta, iletilen vurular ile beraber ardışık iki veya daha fazla P dalgası bloke olmaktadır. Atriyal fibrilasyonda uzamış (>5 sn) pausede, ileri ikinci-derece AV blok düşünülmelidir.
- **Üçüncü-derece AV blok (tam blok):** AV iletinin olmamasıdır. P dalgaları ile ventriküler kaçış QRS dalgaları arasında bir ilişki yoktur (P ve sonra gelen QRS arasındaki PR aralığı sabit değildir, AV disosiyasyon).

**Birinci derecede atriyoventriküler blok**

PR aralığı >2 saniye  
Her P dalgasını QRS kompleksi takip etmekle

**İkinci derece atriyoventriküler blok****Mobitz tip I (Wenckebach blok)**

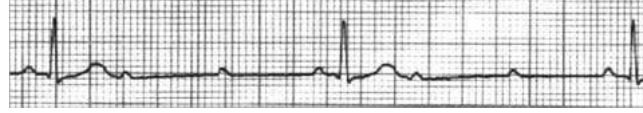
P dalgası bloke olana kadar PR aralığının uzaması  
PR aralığının kısalması  
Bloke edilen P'den sonraki PR aralığı önceki PR aralığından daha kısadır

**İkinci derece AV blok Mobitz tip II**

Intermitan P dalgasının bloke olması sabittir  
İletilmeyen vurunun P dalgasının PR

**İkinci derece, yüksek dereceli AV blok**

3:1 veya daha yüksek oranda iletim

**Üçüncü derece AV blok**

Atriyal ve ventrikül aktivite ilişkili dissosiyasyon  
Atriyal hız ventrikül hızdan daha yüksek, kavşak veya ventrikül kaynaklı



NEJM 2000;342:703-709

**ŞEKİL 16.** Atriyoventriküler ileti bozukluğu ile ilişkili EKG bulguları.

### Edinsel AV blokta kalıcı kalp pili endikasyonları (ACC, AHA/HRS 2008 Kılavuzu):

#### Sınıf I

1. Herhangi bir anatomik düzeyde, semptomatik bradikardi (kalp yetersizliği dahil) veya AV bloğa bağlı olduğu tahmin edilen ventriküler aritmi ile birlikte üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
2. Herhangi bir anatomik düzeyde, aritmiler ve semptomatik bradikardiye neden olan ilaç tedavisi gereken medikal durumlar ile birlikte üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
3. Herhangi bir anatomik düzeyde, hızı <40/dk herhangi bir kaçış ritmi veya AV düğüm altında kaçış ritmi bulunan veya uyanırken asemptomatik sinüs ritmindeki hastada belgelenmiş  $\geq 3$  sn asistol ile birlikte üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
4. Herhangi bir anatomik düzeyde, uyanırken asemptomatik AF'li hastada bir veya daha fazla en az 5 sn veya daha uzun pause'li bradikardi ile birlikte üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
5. Herhangi bir anatomik düzeyde, AV düğüm katater ablasyonu sonrası üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)

6. Herhangi bir anatomik düzeyde, kalp cerrahisi sonrası düzelmesi beklenmeyen üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
7. Herhangi bir anatomik düzeyde, nöromusküler hastalığı (miyotonik müsküler distrofi, gibi) bulunan hastalarda asemptomatik veya semptomatik üçüncü-derece ve ileri ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
8. Bloğun tipi veya yeri ne olursa olsun, semptomatik bradikardi ile birlikte ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
9. Herhangi bir anatomik düzeyde, uyanırken ortalama ventrikül hızı  $\geq 40$ /dk olan, kardiyomegali veya solV disfonksiyonu ile birlikte veya blok yeri AV düğüm altında olan asemptomatik persistan üçüncü-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
10. Miyokardiyal iskemi saptanmayan, egzersiz testi sırasında gelişen ikinci veya üçüncü-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)

#### Sınıf IIa

1. Asemptomatik, kardiyomegalisi olmayan,  $>40$ /dk kaçış hızlı hastada persistan üçüncü-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
2. Elektrofizyolojik çalışmada intra veya infra-His blok saptanan asemptomatik ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
3. Pacemaker sendromu benzeri semptomatik veya hemodinamik bozuklukla birlikte birinci veya ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
4. Asemptomatik, dar QRS ile birlikte Tip II ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)

#### Sınıf IIb

Nöromusküler hastalığı (miyotonik müsküler distrofi, gibi) bulunan hastalarda asemptomatik veya semptomatik her derecede AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)

1. İlaç bırakılmasına rağmen tekrar oluşacağı beklenen, ilaç kullanımına ve/veya toksisitesine bağlı AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)

#### Sınıf III

1. Asemptomatik birinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
2. İntra veya infra-His düzeyde olduğu bilinmeyen veya supra-His düzeydeki asemptomatik Tip I ikinci-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)
3. Düzeliş, tekrar oluşmayacağı tahmin edilen AV blok. (İlaç toksisitesi, geçici vagal tonus artışı, asemptomatik uyku apne sendromunda hipoksi sırasında) (Kanıt Düzeyi: B)

### Hipersensitif karotis sinüs sendromu ve Nörokardiyojen senkop:

Hipersensitif karotis sinüs sendromu, karotis sinüsünün uyarılmasına aşırı refleks vazodepresör cevap sonucunda gelişen senkop veya presenkop olarak tanımlanmaktadır. İki major komponenti bulunur: 1. Kardiyoinhibitör, artmış parasempatik tonus ile ortaya çıkan sinüs hızının yavaşlaması veya PR uzaması ve ileri AV blok veya bunların kombinasyonudur. 2. Vazodepresör, sempatik aktivitenin azalmasına sekonder vasküler tonusun kaybolması ve hipotansiyondur. Bu etki kalp hızı değişikliklerinden bağımsızdır. Karotis sinüs uyarılmasına hiperaktif cevap, karotis sinüs masajı sırasında 3 sn'den uzun süren, sinüs durması veya AV bloğa bağlı asistoli görülmesi, sistolik kan basıncında önemli semptomatik düşüş saptanması veya her ikisinin birlikte olmasıyla tanımlanmaktadır. Spontan olarak karotis sinüsünün uyarılması ve karotis sinüs basıncının neden olduğu 3 sn'den uzun ventriküler asistole bağlı tekrarlayan senkopta, sınıf I kalıcı kalp pili takılma endikasyonu vardır.



### **Akut miyokart enfarktüsü (AME) sonrası AV blok:**

Akut ME (miyokart enfarktüsü) sonrası AV blokta kalıcı kalp pili endikasyonu büyük ölçüde intraventriküler ileti bozukluğu saptanınca konmaktadır. AV bloklu ST elevasyonlu ME'de hastaların uzun dönem prognozu AV bloktan çok, primer hasarın yaygınlığı ve intraventriküler ileti bozukluğuna bağlı olmaktadır. İzole sol anterior fasikül bloğu hariç, intraventriküler ileti bozukluğu olan akut ME hastalarının kısa ve uzun dönem prognozları iyi değildir ve ani ölüm riski yükselmiştir.

### **Akut ME'ünün akut fazından sonra kalıcı kalp pili endikasyonları (ACC, AHA/HRS 2008 Kılavuzu):**

#### **Sınıf I**

1. ST elevasyonlu akut ME sonrası, His-Purkinje sisteminde kalıcı ikinci-derece AV blok ile alterne eden dal bloğu veya His-Purkinje sistemi içinde veya altında üçüncü-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: B)
2. Geçici ileri ikinci-derece AV blok veya üçüncü-derece infranodal AV blokla birlikte dal bloğu. Bloğun yeri belirsiz ise elektrofizyolojik çalışma yapılmalı. (Kanıt Düzeyi: B)
3. Persistan ve semptomatik ikinci veya üçüncü-derece AV blok. (Kanıt Düzeyi: C)

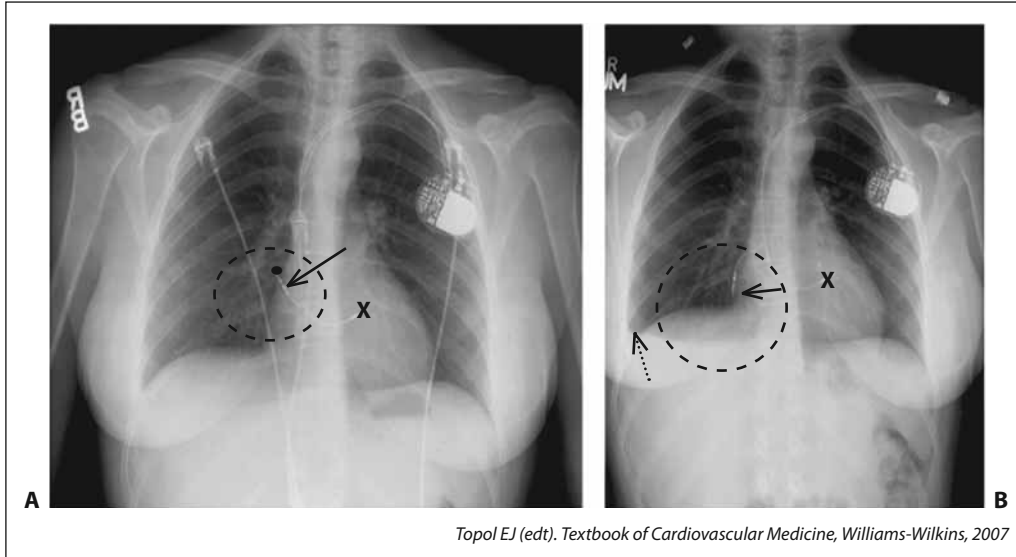
## **KALICI KALP PİLİ KOMPLİKASYONLARI**

### **A. Akut komplikasyonlar:**

**Pnömotoraks/Hemotoraks:** Bu komplikasyon semptomatik olabilir veya göğüs radyografisinde teşhis edilir. Kalp pili implantasyonundan sonra hasta dispne ve plöretik ağrıdan yakındığında pnömotoraks veya hemotoraks düşünülmelidir. Küçük pnömotoraks girişime gerek kalmadan, kendiliğinden rezorbe olabilir. Ancak, ciddi semptomatik hastada, akciğerin %10'undan büyük, giderek genişleyen veya persistan pnömotoraksta, toraksa kapalı drenaj tüpü takılması gerekir.

**Kalp pili cebi hematomu:** Kalp pili cebinde hematoma kalp pili implantasyonunun en sık komplikasyonlarından olup, pil cebi içerisine küçük venöz kanamalara bağlıdır. Kanama arteriyel de olabilir veya kabloların vene giriş deliğinin yanından cebe geriye retrograd akımdan kaynaklanabilir. Hematomda ağrı, şişme ve pil loju derisinde morarma başlıca semptomlardır. Küçük hematomlar basınçlı sargı uygulanarak, antiagregan ve antikoagülan ilaçlar kesilerek, konservatif olarak (yatağın başının 45 derece yükseltilmesi gibi) tedavi edilebilir. Büyük ve genişleyen hematomlarda, cerrahi eksplorasyon ve hematomun boşaltılması gerekir. Müdahale edilmezse insizyon yerinden açılma ve dışarı kanama görülebilir, enfeksiyon riski artar. Hematomu perkutan iğne ile drene etmek de, enfeksiyon riskini artırdığından uygulanmamalıdır.

**Kardiyak veya santral venöz perforasyon:** Kablonun ucunun sağA'yı veya sağV'yi perfor etmesi sonucunda perikard efüzyonu ve kalp tamponadına sebep olabilir (Şekil 17). Perikardiyal tipte ağrı, hipotansiyon ve perikard sürtünme sesi duyulduğunda tamponad



Topol EJ (edt). Textbook of Cardiovascular Medicine, Williams-Wilkins, 2007

**ŞEKİL 17.** (A)- DDD Kalp Pili implantasyonundan 10 gün sonra plöretik ağrısı olan hastanın göğüs radyogramı. Atriyal kablo sağ atriyum kenarından dışarda görülmekte (noktalı çember içinde ok). (B)-Daha sonraki filmde, kablo perikardiyal boşluğun içine geç etmiş ve yönü de değişmiştir (noktalı çember içinde ok). Sağda küçük pleval efüzyon da var (noktalı ok). Çember içindeki ok atriyal kablonun ucunu göstermekte (B4de); sağ ventrikül kablosu ise sabitlenmiş A ve B’de de.

araştırılmalıdır. Göğüs radyografisinde kalp büyüklüğünün artması (“*sürahi şeklinde kardiyomegali*”) ve lead ucunun kalp gölgesinin dışında, ekstrakardiyak görülmesi (özellikle lateral grafide ve floroskopide) önemli ipuçlarıdır. Ventriküler uyarı verme morfolojisinin değişmesi, özellikle sağ dal bloğu gelişmesi kablonun yerinin değiştiğini düşündürür. Hemodinamik bozukluk olduğunda, acilen perikardiyosentez ile efüzyonun boşaltılması gerekir. Kablo geri çekildiğinde kanama çoğunlukla durur, ancak bazen kablonun kendisinin yaptığı tamponlama ortadan kalktığında, kalp adalesi deliği kapatamazsa kanama artabilir ve acilen cerrahi olarak deliğin kapatılması gerekebilir. Bu nedenle hastanın durumunun iyi değerlendirilmesi ve kablonun ameliyathanede çekilmesine karar verilebilir.

**Diyafragmatik uyarılma:** SağV apikal bölgesine uyarı verilmesi sol diyafragmanın uyarılmasına neden olabilir. Özellikle yüksek uyarı verme voltajında kalp perforasyonu düşünülmelidir. Atriyum kablosunun yer değiştirmesi ile sağ frenik sinirin uyarılmasına bağlı olarak sağ diyafram uyarılabilmektedir.

**Lokal adalede uyarılma:** Unipolar uyarı verme sırasında, özellikle yüksek uyarı verme voltajında jeneratör pektoral adale ile doğrudan temas ederek, uyarılmaya neden olabilmektedir. Kablo kırıldığında, akım çevresindeki adaleyi uyarak kasılma yapabilmektedir.

**Kalp pili disfonksiyonu, kablunun yerinden oynaması veya zarar görmesi:** Bu sorunlar, kablo implantasyonundan hemen sonra gelişebilir. Efektif uyarı verme 'capture' (yakalama) olmaması, telemetride ve EKG'de algılama sorunlarının saptanması durumunda şüphelenilmelidir. Göğüs radyografisinde ve floroskopide kablo ucunun kontrol edilmesi, pacing/algılama eşik testlerinin yapılması, lead direncinin ölçülmesi ile tanı konulur. Kablonun implantasyon sonrası geri çekilmiş olması veya aşırı sıkı dikişlerle adaleye sabitlenirken zarar görmesi kablo disfonksiyonuna neden olabilir. Kablonun dış izolasyonunun zedelenmesi kablo direncinin 300  $\Omega$ 'un (ohm) altına düşmesine, lead iletkenindeki kırılma (Şekil 18) ise kablo direncinin 2000  $\Omega$ 'un üzerine çıkmasına neden olmaktadır.

### B. Kronik komplikasyonlar:

**Sistemik enfeksiyon:** Enfeksiyon yalnız kalp pili cebinde veya sistemik olabilir (Şekil 19). Ardından sepsis gelişebilir. Stafilokokus aureus gibi neden olan organizma genellikle cilt florasında bulunmaktadır. Kültür sonucuna göre intravenöz antibiyotik tedavisi gerekir. Sistemik enfeksiyon geliştiğinde, kalp pili ve kablolar çıkartılmadan enfeksiyon tedavi edilemez. Cihazın çıkarılması hastanın klinik durumuna bağlıdır. Gecikme hastanın hayatını riske edebilir.

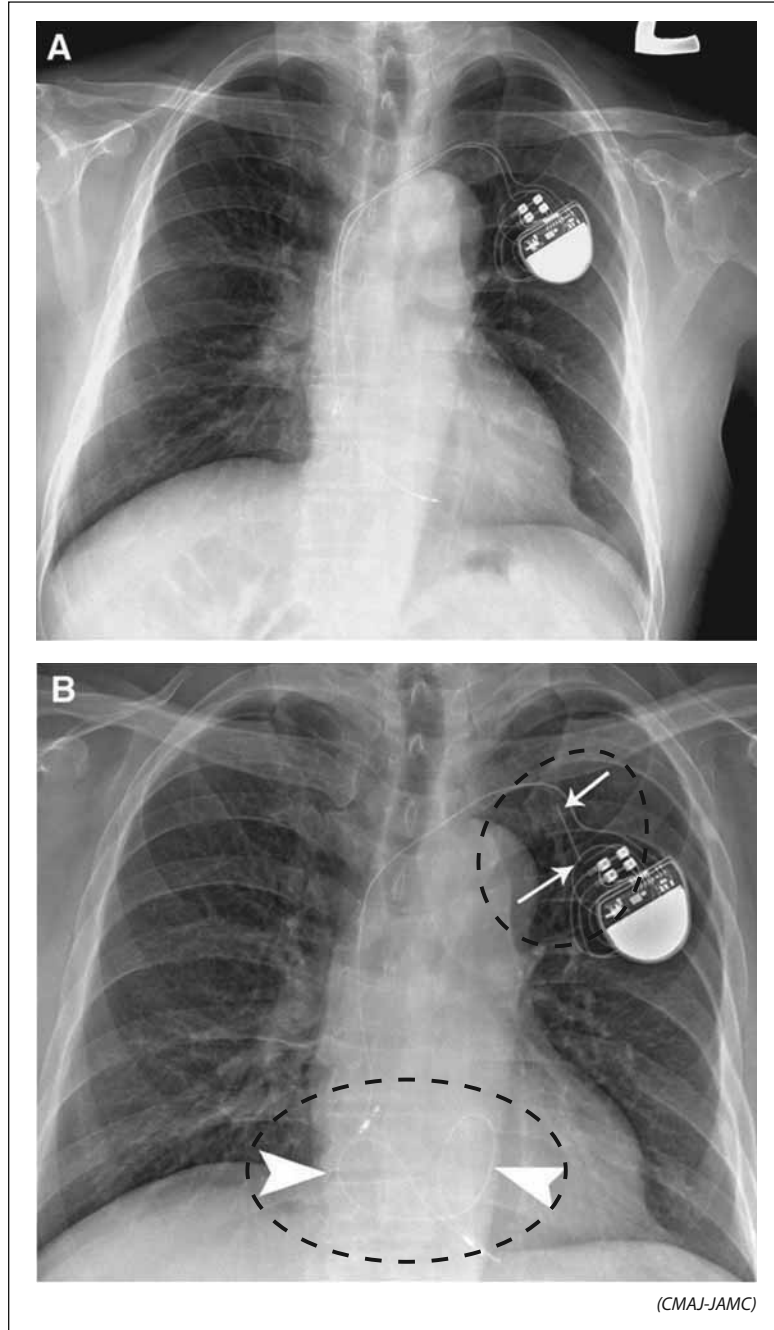
**İntravasküler tromboz veya obstrüksiyon:** Vasküler komplikasyonlar asemptomatik venöz oklüzyondan, üst ekstremité ödeme kadar değişik klinik tablolarda görülebilir. Vasküler komplikasyonların mortalitesi düşüktür. Semptomatik subklavyan ve aksillar venlerin trombozunda, sistemik antikoagülasyon ve/veya trombolitik tedavi (fibrinolitik) uygulanır. Vena kava superiyor sendromunda perkütan balon dilatasyon veya cerrahi müdahale gerekebilir.

**Twiddler sendromu:** Bilinç bulanıklığı olan hastaların, kalp pilini cebin içinde döndürerek, kabloyu geri çekmesidir (Şekil 20).

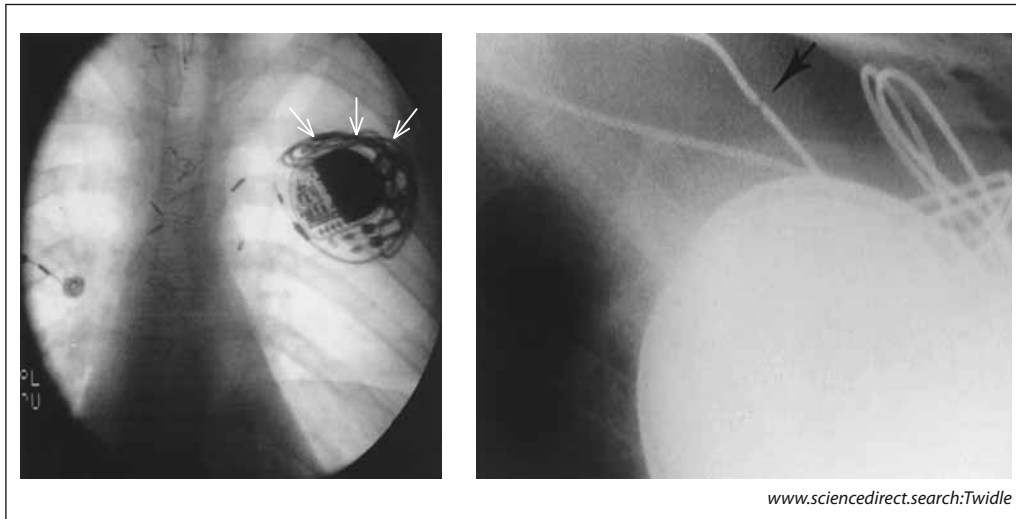
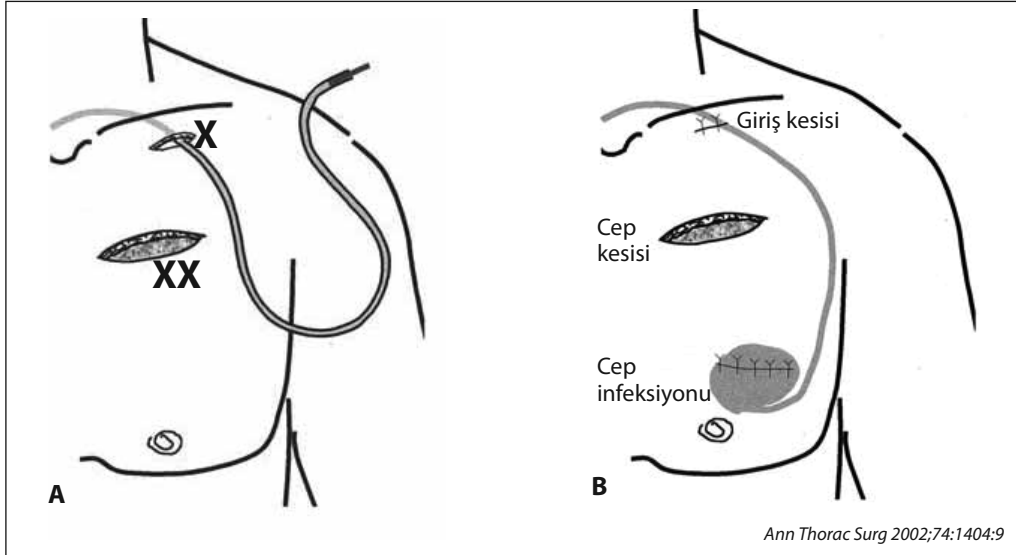
**Pacemaker sendromu:** Sinüs ritminde mevcut olan atriyum ve ventrikül kontraksiyonları arasındaki senkronizasyonun bozulması sonucu oluşan semptom ve bulgular olarak tanımlanmaktadır. Mitral ve triküspid kapaklar kapalı iken, atriyumların kontraksiyonu bu duruma neden olmaktadır. Sinüs ritmindeki hastalarda VVI mod'lu uyarı verme uygulandığında veya programlanan en düşük kalp hızının altında sinüs bradikardisi gelişen 'VDD' mod'lu, nadiren DDD kalp pillerinde görülmektedir.

### C. Kalp pili sisteminin disfonksiyonu:

Fonksiyon bozukluğundan şüphelenilen hastalarda EKG'nin dikkatle yorumlanması önemlidir. Kalp pilinin kaydettiği intrakardiyak elektrogramlar incelenmeli, batarya durumu, kablo direnci ve uyarı verme/algılama eşiklerine bakılmalıdır. EKG holteriyle kalp pilinin programlandığı parametrelere uygun çalışıp çalışmadığı değerlendirilmelidir.



**ŞEKİL 18.** İki odacıklı kalp pili: Radyografide; **(A)** İmplantasyondan hemen sonra, **(B)** İmplantasyondan 2 yıl sonra: Jeneratör cebinde ve subklavyan vene giriş noktasında iki kablo fraktürü (oklar). Kırılmış kablonun distal segmenti sağ ventriküle göç etmiş (noktalı çemberde, ok başları), kablonun kulpları sağ atriyum ve ventrikülde



**Kalp pilinin neden olduğu taşikardi, 'Pacemaker Mediated Tachycardia' (PMT):** Kalp pilinin aktif katılımı ile uyarı vermenin neden olduğu taşikardidir. İlk bakışta bipolar uyarı vermenin küçük 'spike'ları EKG'de görülmediğinden, bu geniş QRS'li taşikardiye yanlışlıkla ventriküler taşikardi tanısı konabilmektedir.

- Atriyal taşiaritmi sırasında iki-odacıklı kalp pilleri, yüksek hızlı atriyum aynı hızda ventriküler uyarı vermeyi tetikleyerek, PMT'ye neden olmaktadır.
- Atriyal kanalda miyopotansiyellerin fazla algılanması PMT'ye neden olmaktadır.
- 'Endless-loop' taşikardi (ELT): Retrograd atriyal aktivitenin algılanması sonucunda ortaya çıkan, pilin programlandığı maksimum hızda ventriküler uyarı verme olup, pil üzerine mıknatıs konulduğunda sonlandırılabilir. Ventrikülden atriyuma retrograd iletiyi önlemek için, ventriküler uyarı verme sonrası atriyal refrakter aralığın (PVARP) süresi uzatılmalıdır.

#### D. Kalıcı kalp pilli hastalarında özel durumlar:

Hastanın sağkalımını ve yaşam kalitesini etkileyen kalp pilinin fonksiyonu ve donanımına zarar veren koşullar kalp pili implantasyonundan sonra hastaneden çıkarmadan ve normal yaşam koşullarına dönmeye önce hastaya sözel ve/veya yazılı olarak anlatılmalıdır (Tablo 5).

#### Cerrahi operasyon

**A. Operasyon öncesi değerlendirme:** Hastanın fizik muayenesi yapıldıktan sonra, kalp pilinin programlanmış parametreleri, uyarı verme ve algılama eşikleri ve kablo direnci, hastanın pile bağımlı olup olmadığı kontrol edilmelidir.

- Kalp piline bağımlı hastalarda geçici kalp pili ve kablo sistemi kullanıma hazır bulundurulmalıdır.
- Operasyon yapılan alan kalp pilinin yakınında bulunuyorsa, jeneratörün operasyon sırasında meydana gelebilecek titreşimlerden etkilenip, uygunsuz hızlanmasını önlemek için hız cevabı kapatılmalı veya kendi ritmi olmayan hastalarda asenkron mod'a programlanmalıdır.
- Unipolar elektrokoter kullanılmamalıdır.

**B. Operasyon sonrası yaklaşım:** Kalp pili fonksiyonları kontrol edilmelidir.

- Kalp cerrahisi gibi kablosunu etkileyebilecek operasyon geçiren hastalarda, kablo direncinde değişiklik olup olmadığına bakılmalı, kablonun zedelenmesi veya yerinden oynaması göğüs radyografisi veya floroskopiyle değerlendirilmelidir.

#### Elektromanyetik etkileşim:

##### A. Hastane ortamında

**Manyetik rezonans (MR) görüntüleme:** Manyetik alan kalp pili disfonksiyonuna neden olarak, kalp pilini kapatabilir veya asenkron uyarı verme görülebilir. Radyofrekans sinyaller uyarı verme inhibisyonuna, hızlı uyarı vermeye neden olabilmekte veya pil modunu başlangıç programına döndürebilmektedir. Unipolar kalp pilleri MR'dan etkilenmeye daha hassastır. Son yıllarda MR uyumlu kalp pilleri üretilerek takılmaya başlanmıştır. Ancak,

TABLO 5. Cihaz etkileşimleri

| Kaynaklar                                             | Olası Etkiler                                                                                                 | Uyarılar                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cerrahi elektrokoter</b>                           | Programlama, gürültü dönme bölümleri zarar görür, geçici veya kalıcı malfonksiyon, miyokardiyal hasar         | Bipolar koter pil bölgesinden uzak, topraklama yapılmış (akım yolunu en aza indirir), düşük enerji ayarlı, izleme, asenkron uyarı verme, işlem sonrası değerlendirme |
| <b>Kardiyoversiyon/ defibrilasyon</b>                 | Yukarıdakiler gibi, yakalamanın geçici kaybolması                                                             | Kaşıklar uzak yere yerleştirilmeli, enerji ayarlanmalı, uyarı verme sistemi değerlendirilmeli                                                                        |
| <b>Magnetik Rezonans Görüntüleme</b>                  | Geçici veya kalıcı Malfonksiyon, kaçak uyarı verme, gürültü reversiyonu (eski haline dönme, kutup değiştirme) | Girişim engellenmeli, kontrindike                                                                                                                                    |
| <b>Litotripsi</b>                                     | Geçici malfonksiyon, aktivite sensörü malfonksiyonu/zararı                                                    | Beam uzaklığı 8-10 cm, asenkron uyarı verme, uyarı verme sistemi değerlendirilmeli                                                                                   |
| <b>Radyoterapi:</b>                                   | Tekrar programlanma, bölüm hasarı, geçici veya kalıcı malfonksiyon, birikerek artan zarar                     | koruyucu kalkan, cihazın tekrar yerleştirilmesi                                                                                                                      |
| <b>Kaynak makinesi:</b>                               | Geçici veya kalıcı malfonksiyon, gürültü reversiyonu (eski haline dönme, kutup değiştirme)                    | Kaçınmalı, uzaklık, cihaz bakımı, uyarı verici sistem değerlendirilmeli                                                                                              |
| <b>Diatermi:</b>                                      | Geçici veya kalıcı malfonksiyon, bölüm zararı                                                                 | Uzaklık, izleme, uyarı veren sistem değerlendirilmeli                                                                                                                |
| <b>Transkutanöz sinir stimülasyonu (TENS) ünitesi</b> | Geçici malfonksiyon, inhibisyon, tetiklenme (triggering)                                                      | Uzaklık, uyarı verme sistemi değerlendirilmeli                                                                                                                       |
| <b>Elektrokonvulsif tedavi:</b>                       |                                                                                                               | İzleme, enerji cihazı                                                                                                                                                |
| <b>Havalimanında Metal detektörü:</b>                 | Geçici malfonksiyon                                                                                           | Detektörün içinden geçerken uyarmalı, elle-tutulan detektörlerden uzak durulmalı                                                                                     |
| <b>Radio operatörü:</b>                               | Malfonksiyon, gürültü (eski haline dönme, kutup değiştirme) tekrar programlanma                               | Uzak durulmalı, güç ayarlanmalı                                                                                                                                      |

ekonomik nedenlerle her hastaya bu piller takılamamaktadır. MR uyumlu olmayan kalp pili takılmış hastalarda MR görüntüleme kontrendikedir.

**Ekstrakorporal şok dalga litotripsi:** Böbrek taşı kırılmasında kullanılan su altı hidrolik şok dalgalarından kalp pili etkilenebilir. Aktiviteyle hızlanan pillerde hareketi algılayan “piezo-elektrik kristal” hasar görebilir. Şok dalgaları yanlış olarak atriyum dalgaları gibi algılanarak, hızlı ventrikül uyarı vermeye neden olabileceği için, iki-odacıklı kalp pilleri VVI mod’a programlanmalıdır. Kalp pili litotripsi şokunun merkez noktasından mümkün olduğunca uzakta olmalıdır.

**Radyasyon tedavisi:** Tanı amaçlı radyasyon kalp pillerinin fonksiyonunu etkilememektedir. Akciğer ve meme malignitelerinde toraksa uygulanan tedavi amaçlı radyoterapi etkileşime ve/veya giderek artan hasara neden olabilmektedir. Hasar uygulanan radyoterapinin birikmiş radyasyon dozu ile ilişkilidir. Kalp pili tedaviden önce ve sonra değerlendirilmelidir. Kalp piline bağımlı hastaların girişim sırasında EKG ile izlenmesi önerilmektedir. Jeneratör iyonizan radyasyondan koruyucu kalkan ile korunmalıdır.

**Transdermal elektrikle sinir uyarılması (TENS):** Bipolar kalp pilli hastalarda emniyetlidir. Unipolar kalp pillerinin algılaması azaltılmalıdır.

**Diş cihazları:** Unipolar kalp pillerinde inhibisyona neden olabilmektedir. Titreşimler aktiviteye bağlı hız cevaplı kalp pillerinde uyarı verme hızını arttırabilir.

**Kardiyoversiyon/Defibrilasyon:** DC kardiyoversiyon veya defibrilasyon, jeneratörde hasara neden olabilir veya cihazın programı başlangıç değerlerine dönebilir. DC kardiyoversiyon veya defibrilasyon gerektiğinde, pedallar jeneratörden mümkün olduğunca uzağa, en uygun olarak göğsün (toraks kafesinin) ön ve arkasına (sırtta) yerleştirilmelidir. İşlemden sonra kalp pilinin kontrolü yapılmalıdır.

**Elektrokonvulzif tedavi:** Kalp pilinin fonksiyonunu etkilemez. Her seanstan önce ve sonra kalp pilinin fonksiyonu kontrol edilmelidir. Girişim sırasında nöbet aktivitesiyle oluşan miyopotansiyeller, unipolar kalp pillerinin inhibisyonuna neden olabilmektedir.

**Diatermi:** Jeneratöre yakın bölgelere uygulandığında, kalp pilinde etkilenme veya harabiyet meydana gelebilir.

#### **B. Çevresel etkileşimler:**

**Selüler (mobil, cep) telefonlar:** Telefon ile aranırken veya mesaj gönderilirken, kalp pilleri etkilenebilmektedir. Analog selüler telefonlar, dijital olanlara göre daha emniyetli görünmektedir. Hasta kalp piline yakın cebinde selüler telefon taşımamalı, telefonu kalp pilinin karşı tarafındaki kulağına tutmalıdır.



**Endüstriyel elektrikli cihazlar:** Kaynak makinası gibi değişik tipte cihazlar, güçlü elektriksel alan meydana getirerek, unipolar kalp pilinin fonksiyonlarını bozabilir.

**Mikrodalga fırınlar:** Mikrodalga fırınların daha iyi kapatılması, jeneratörlerin iyi koruyucuları nedeniyle, mikrodalga fırınlar kalp pillerini etkilememektedir.

**Metal dedektörler:** Havaalanı, alışveriş merkezleri gibi kamusal yerlerde metal dedektörler kalp pili fonksiyonunu etkileyebilmektedir.

**Yüksek voltaj gerilim hatları:** Bu bölgelerde unipolar kalp pillerinde inhibisyon veya asenkron uyarı verme görülebilir.

**Elektromanyetik etkileşime kalp pilinin yanıtları:** Uyarı vermenin inhibe olması, uyarı vermenin hızlanması, asenkron uyarı verme ve kalp pilinin başlangıç programına geri dönmesidir.

## GEÇİCİ KALP PİLLERİ

Geçici kalp pili, hemodinamik bozukluğa neden olan bradikardi olgularında hastanın durumunu düzeltmek için, esas tedaviye ek ve uygulanacak kesin tedavi öncesi dönemde geçici tedavi amaçlı, çoğunlukla acil koşullarda zaman zaman yatak başında kısa sürede takılması gereken kalp pilidir.

### Endikasyonlar:

1. Bradikardi veya asistoli: Tedavi ile düzelebilecek akut hemodinamik bozukluğa neden olan hastalıklara; dijital, beta-bloker, kalsiyum antagonisti, antiaritmik gibi ilaçların kullanımına bağlı veya hiperkalemi gibi elektrolit bozuklukları sonucunda gelişen geri dönüşümlü olarak bradikardi görülen durumlarda endikedir (Tablo 6).
  - Bu durumda primer sebebin tanısı konularak, hastalığın tedavisi, neden olan ilacın kesilmesi ve elektrofizyolojik etkisi kaybolana kadar veya elektrolit dengesinin düzeltilmesi ile bradikardi geçene kadar geçici uyarı verme uygulanır.
2. Taşikardileri sonlandırmak (yüksek hızda pacing): Atriyal flutter veya reenteran mekanizmaya bağlı supraventriküler taşikardilerin sonlandırılmasında, taşikardiden daha yüksek hızla geçici pacing başarılı olabilir.
3. Kalıcı kalp pili uygulaması öncesi: AV tam blok, yüksek derece ikinci derece AV blok, ciddi sinüs düğüm disfonksiyonu ve asistolide kalıcı kalp pili takılana kadar geçen sürede, geçici kalp pili uygulaması endikedir.
4. Kalıcı kalp pili implantasyonunun ertelenmesini gerektiren, endokardit veya sistemik enfeksiyon gibi akut hastalıklarda endikedir.
5. Ventriküler taşikardi (VT): Bradikardiye bağlı VT, uzun QT'nin neden olduğu sekonder tekrarlayan taşikardilerde endikedir.
  - Monomorfik VT yüksek hızda ventriküle uyarı verme ile sonlandırılabilir.

**TABLO 6.** Kalp pili ile geçici uyarı vermenin sık uygulandığı klinik indikasyonları:

| GEÇİCİ KALP PİLİNİN (GEÇİCİ UYARI VERME) KULLANIM AMACINA GÖRE SIK İMPLANTE EDİLDİĞİ DURUMLAR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | KLİNİK DURUMA GÖRE GEÇİCİ KALP PİLİ İMPLANTASYONUNUN İNDİKASYONLARI:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>TEDAVİ AMAÇLI:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sinüs düğümü disfonksiyonu veya yüksek-derece ve komplet AV bloğa bağlı semptomatik bradikardide, kesin tedaviyi beklerken.</li> <li>Bazı supraventriküler taşikardileri overdrive supresyon ile sonlandırmak .</li> </ul> <p><b>PROFLAKTİK:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AMİ'Li ve kalp cerrahisinden sonra (aort kapak replasmanı), yüksek derece AV bloktan korunmak.</li> <li>Bradikardiye bağlı ventriküler taşikardiden korunmak.</li> </ul> <p><b>TANISAL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>AV blokun yerini belirlemek amacı ile.</li> <li>Optimal kalıcı kalp pili sisteminin tipinin değerlendirilmesi için.</li> </ul> | <p><b>ACİL/AKUT:</b></p> <p><b>Akut miyokard infarktüsü</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistoli</li> <li>Semptomatik bradikardi (sinüs bradikardisi ve hipotansiyon, Tip I ikinci-derece AV blok ile atropine cevapsız hipotansiyon).</li> <li>Bilateral dal bloğu (alterne eden LBBB veya RBBB ile alterne eden LAH/LPH).</li> <li>Mobitz Tip II AV blok.</li> </ul> <p><b>AMİ ile ilişkili olmayan bradikardi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistoli.</li> <li>Hemodinamik bozukluk veya dinlenimde senkop ile ikinci veya üçüncü derece AV blok.</li> <li>Bradikardiye sekonder ventriküler aritmiler.</li> </ul> <p><b>ELEKTİF:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bradikardiye destekleyen girişimlere yardımcı olması için,</li> <li>Genel anestezi ile: <ul style="list-style-type: none"> <li>İkinci veya üçüncü derece AV blok.</li> <li>İntermitan AV blok.</li> <li>Birinci derece AV blok ile bifasiküler blok.</li> <li>Birinci derece AV blok ve LBBB.</li> </ul> </li> <li>Kalp cerrahisi (olağan değil). <ul style="list-style-type: none"> <li>Aort, Triküspid kapak cerrahisi.</li> <li>Ventriküler septal defekt kapatması.</li> <li>Ostium Primum tamiri.</li> </ul> </li> <li>Nadiren sağ koroner arterin balon anjiyoplasti için düşünülür.</li> <li>Bradiaritmilerin "overdrive" supresyonu.</li> </ul> |

(JACC1996;28: 1328-1428/Heart 2000;83: 715-720)

Kısalt: AV-Atriyoventriküler, LBB-Soldal bloğu, RBBB-Sağ dal bloğu, LAH-Sol ön fasikül bloğu, LPH-Sol posteriyor fasikül bloğu.

6. Akut miyokart enfarktüsü (ME): Bifasiküler blok gelişimi (sağ dal bloğu ile sol anterior hemiblok veya sol posterior hemiblok); yeni sol dal bloğu ile birinci derece AV blok; alterne eden sol ve sağ dal bloğu; Mobitz Tip II AV blok ve AV tam blokta (anterior ME'de çoğunlukla solV disfonksiyonu ile birliktedir) endikedir.
  - AV senkronizasyonun kaybolduğu, hemodinamiği bozulmuş inferior ME ile sağV enfarktüsünde ve anterior ME ile solV disfonksiyonunda iki odacıklı geçici uyarı verme uygulaması yararlı olabilmektedir.
7. Düzelebilecek AV bloklu durumlar: Miyokardit sırasında görülen veya kalp cerrahisi sonrası geçici bloklarda düzelme olasılığı yüksek ise geçici uyarı verme endikedir.
8. Akut aort regürjitasyonu (AR): SV diyastol sonu basıncı yükselmiş olan akut AR'li hastalarda geçici uyarı verme ile kalp hızını yükselterek, ventrikül doluş zamanı kısaltıldığında, stabil olmayan hemodinamik durumda düzelme sağlanabilmektedir.
9. Profilaktik: Sağ kalp kateterizasyonu, miyokart biyopsisi, AV düğüm arterinin çıktığı sağ koroner artere kompleks perkütan koroner girişim uygulaması sırasında veya kardiyoversiyon uygulanacak hasta sinüs sendromlu hastalarda endikedir.
  - Bu hastalarda eksternal kalp pili de tercih edilebilmektedir.
  - Alkol ile septal ablasyon işlem sırasında AV blok riski yüksek olduğundan profilaktik geçici transvenöz kalp pili uygulanmalıdır.

#### **Kontrendikasyonlar:**

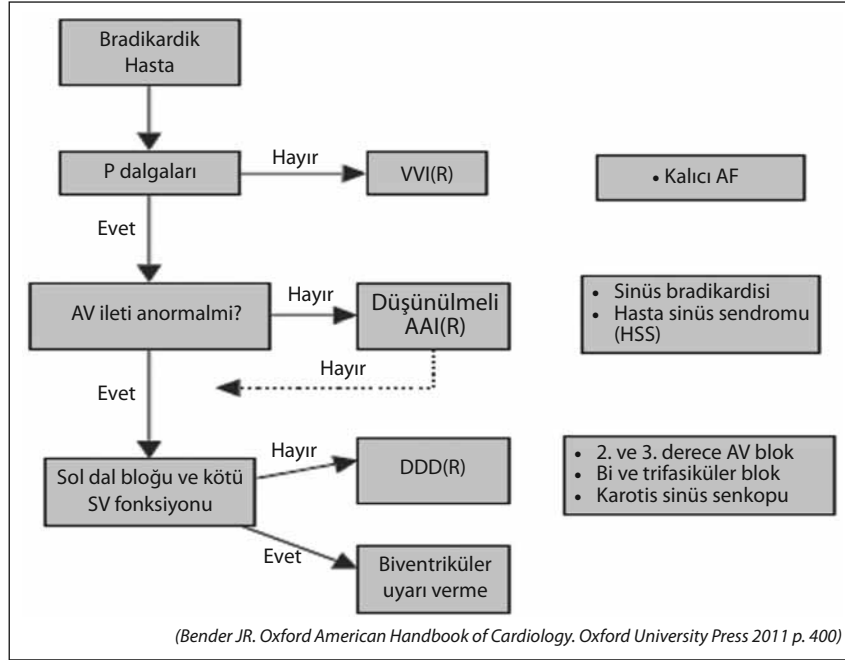
1. Venöz sistem hastalıkları (özellikle subklavya, internal juguler ve femoral venlerde)
2. Kanamaya eğilimli hemostaz bozukluğu olan hastalarda veya antikoagülan kullananlarda (INR >1,8 ve trombosit sayısı <50,000 ise)

#### **Geçici transvenöz geçici kalp pili implantasyonu:**

##### **İşlem, Teknik Prensipleri ve Pratik İpuçları:**

İşlem öncesi hastanın yazılı onamı alınmalıdır. Hasta bradikardi nedeniyle (ventrikül hızı çok düşmüş ise) hemodinamik olarak stabil değilse, acilen geçici kalp pili takılmalıdır. İşlem elektif koşullarda yapılacaksa, intravenöz kanül işleme başlamadan önce takılmalıdır.

1. Girişim kardiyopulmoner resüsitasyon için donanımlı, floroskopi bulunan yarı steril bir ortamda, tercihen kateter laboratuvarında yapılmalıdır.
2. Giriş yeri: Geçici kalp pili kablusunun takılması için tercih edilen venöz giriş internal juguler vendir. Subklavyan, femoral ve eksternal juguler venler de kullanılabilir. Ardından kalıcı kalp pili implantasyonu düşünülüyorsa, geçici kalp pili kablosu subklavyan vene yerleştirilmemelidir. Kateter laboratuvarında en kolay giriş yolu genellikle femoral vendir.
3. Hasta sırtüstü yatırılmalıdır. İnternal juguler ven ve subklavya veninin ponksiyonu için hasta Trandelenburg pozisyonuna alınmalıdır.
4. Lokal anestezi uyguladıktan sonra, uygun vene 5Fr venöz kılıf yerleştirilir (dışında plastik kılıf bulunan intradüser ponksiyon iğnesi ile direkt veya ön-duvar iğnesi ile Seldinger yöntemine göre indirekt) ve venöz giriş kılıfının içine 5Fr geçici uyarı verme kablosu sokularak ilerletilir. Bu kabloların içi kapalı olup, kalıcı kalp pili kabloları gibi içine 'stylet' yerleştirilememektedir.

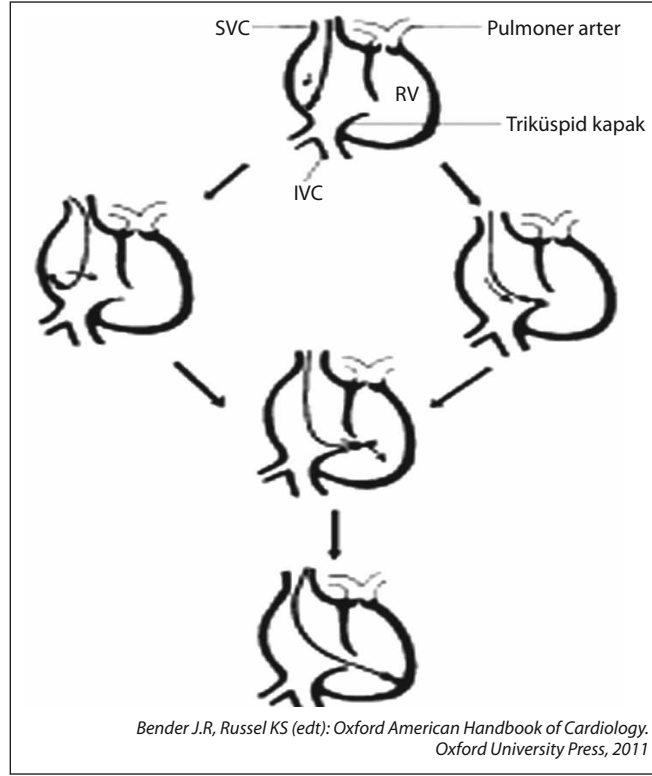


**ŞEKİL 21.** Optimal uyarı verme biçimini seçme algoritmi (2008 AHA/HRS).

Kısalt: AF-Atrial fibrilasyon; SV-Sol ventrikül.

5. Kablonun yerleştirilmesi: Kablo floroskopi altında ventriküler uyarı verme için sağV (sağ ventrikül) apeksine, atriyal pacing için sağA apendiksine doğru ilerletilir. SağV'e geçiş için kablonun ucu önce triküspid kapağın üzerine getirilir, sonra ucu öne gelecek şekilde saat ibresi yönünde veya saat ibresi tersi yönünde döndürülür. Bazen lead hafifçe öne doğru itilerek, orta bölümünün kendi üzerinde dönerek, ( $\alpha$ ,  $\gamma$ ) şeklini almasıyla, kapağı geçip sağV içine düşmesi sağlanır. Bazı hastalarda hiçbir manevra yapmadan ilerletildiğinde, kablonun ucu kapağı geçebilmektedir.

**Pratik manevra:** Triküspid kapak geçilemiyorsa, sağA'un yan duvarına kablonun ucunu dayayıp, 'kulp' yaptıktan sonra, triküspid kapağın tam üstünde iken, bu kez kulpu mediyale atriyum septumuna karşı döndürerek, sağV'e geçilebilir. Kablo sağV'e girince, ucu sağV sistolinde inferiyora apeksi gösterecek şekilde hafifçe döndürülür. Kablo ventrikül içinde daha kolay yönetilebilmesi için ucu sağV çıkış yoluna doğru da ilerletilebilir (orta bölümü sağV'de halkalanmadan kıvrılır), sonra sağV içine düşünceye kadar yavaşça geri çekilir. Kablonun ucu sağV'e düşünce apekse doğru ilerletilir. Kablo biraz bükülebilir, ancak aşırı bükülme sağV'nin perforasyon riskini arttırabilir (Şekil 21).



**ŞEKİL 22.** Ventriküler uyarı verme telini sağ ventriküle sokma tekniği.

Kısalt: IVC-Inferior vena kava; RV-Sağ ventrikül; SVC-Superior vena kava.

2013 ESC kılavuzu kalıcı kalp pili uyarı verme modlarının seçimini hastanın klinik ve elektrokardiyografik durumuna göre yenilemiştir (Bakınız Şekil 22).

6. Lead'in (uyarı verme teli, kablosu) ucu sağV apeksi yakınında olmalıdır. İdeal lead yeri sağV'ün diyafragmatik zemininde orta nokta ile apeks arasındır. Ventrikülün proksimal zemini ise ikinci seçenektir. SağV apeksi kablo ucunun yerleşmesi için uygun değildir. Bu bölgeden uyarı verme EKG'de sol dal bloğu (LBBB) ve sol aks deviasyonu (LAD) örneği gösterir. SağV çıkış yolunda lead vidalanmadan stabil olmaz. Bu bölgeden uyarı verme ile EKG'de sol dal bloğu ve LAD örneği görülebilmektedir\*.

\*Uç kısmında balon olan geçici uyarı verme kablosunun daha kolay geçirilebildiği için floroskopinin olmadığı acil koşullarda (gebelerde, acil serviste, ambulansda ve kardiyopulmoner resüsitasyon sırasında) kablunun EKG kılavuzluğunda yerleştirilmesi mümkün olabilir.

7. Atriyal uyarı verme: SağA (sağ atriyum) en kolay ulaşılan ve uyarılan kalp boşluğudur. Burada stabil pozisyon genellikle sağA apendiksinde sağlanır. Atriyal uyarı verme için 5F J- uçlu atriyal kablo kullanılır.

**Pratik manevra:** Atriyal apendiks anatomik olarak triküspid anulusun üzerinde öne doğru yönelmiştir ve birçok farklı açılı projeksiyon kullanılarak doğru lokalizasyon gösterilmelidir. Floroskopide sol anteriyor oblik pozisyonda kateter “J” şeklinde, sağ anteriyor oblik pozisyonda ise “L” gibi görünür. Hem atriyal, hem de ventriküler uyarı verme kablosu koroner sinüse yerleştirilerek yapılabilir. Lead koroner sinüsün proksimal bölümünde solA’a (sol atriyum) doğru yönlendirilir. Ventriküler pacing ise lead’i büyük kardiyak vene yerleştirerek elde edilebilir.

8. Taşikardiyi sonlandırma: Reenteran taşiaritmiler uyarı verme ile sonlandırılabilir. Bu reenteran devrenin bulunduğu kalp boşluğundan uyarı verme yapılır.

- “Overdrive pacing” (aşırı hızda uyarı verme) işleminde, kalp pili ile taşikardiden 10-15 vuru daha yüksek bir hızda uyarı verme ile başlanır. Birkaç yakalama vurusu oluşturmak için 10-15 sn kadar süren uyarı vermeden sonra aniden durdurulur. Taşikardi devam ediyorsa, uyarı verme hızı 10’ar vuru arttırılarak uyarı verme tekrarlanır.

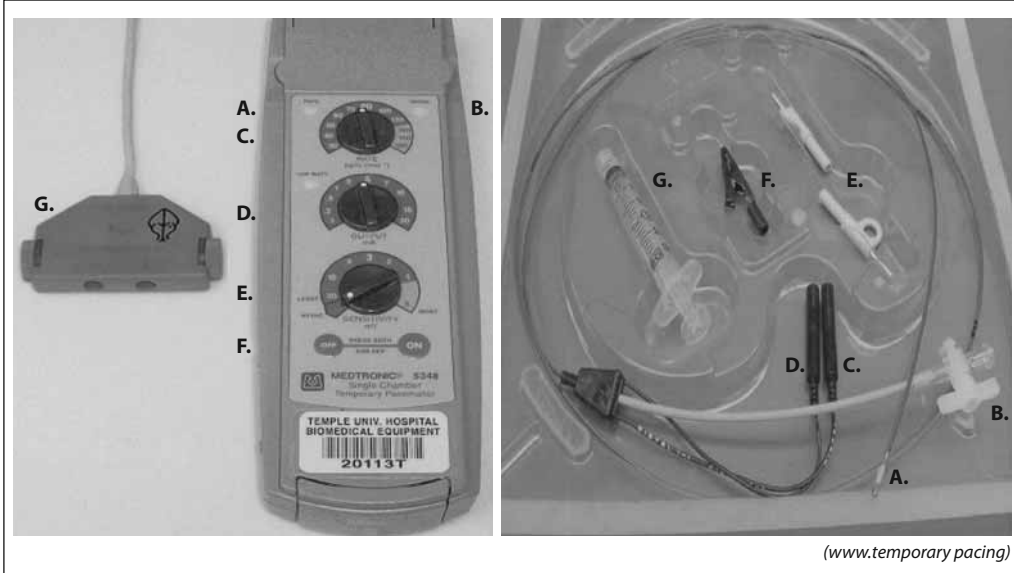
Bu işlemin major komplikasyonu aritminin daha hızlı veya anstabil ritme dönüşebilmesidir. Uyarı verme ile taşiaritminin tedavi edilmesinin avantajı, aritmi döndürüldükten sonra görülebilen uzun posttaşikardik pause’nin uyarı verme uygulanması ile sorun oluşturmamasıdır.

9. Pacing eşik testi: Kolda stabil pozisyona yerleşince, uyarı verme eşikleri test edilmelidir (Tablo 3). Kablonun proksimal kısmındaki artı ve eksi uçlar, geçici kalp pilinin uygun kutuplarına sokulur (Şekil 23).

- Uyarı vermeye, 5 mA çıktı (output) ile intrinsek hızdan 10-20 vuru daha yüksek hızla başlanır. Bu sırada efektif uyarı verme sağlanamıyorsa, kablonun yeri değiştirilmelidir. Efektif uyarı verme ‘yakalama’ görülünce, voltaj efektif uyarı verme kaybolana kadar yavaş olarak azaltılır. Saptanan en düşük efektif pacing voltajına ‘pacing eşiği’ denilmektedir.
- Lead iyi pozisyonda ise, pacing eşiği <1 mA olmalıdır. Uyarı verme voltajı ise eşiğin en az iki katı olmalıdır. Kablonun yerinden çok az oynaması bile eşiğinde major değişikliklere sebep olabilir, bu nedenle uyarı verme voltajını yüksek tutmak güvenilir uyarı verme sağlar.

10. Algılama (sensing) eşik testi: Hastanın kendi ritmi varsa, algılama ayarı (mV) EKG’de hastanın ritmini algılamayan uyarı verme (programlanan hız süresini beklemeden, hastanın QRS’inin üstüne veya yakınına uyarı verme QRS’i oluşturan) görülünceye kadar yavaşça düşürülür. Bu değer algılama eşiğidir. Geçici kalp pilinin algılaması algılama eşiğinin iki katına ayarlanmalıdır.

11. İki odacıklı uyarı verme için AV aralığın programlanması gerekir. Standart değer olarak 150 ms kabul edilmektedir. Optimal AV aralık hastadan hastaya farklı olabilir. Diyas-



(www.temporary pacing)

**ŞEKİL 23. (solda)**-Geçici kalp pili jeneratörü: **(A)** Uyarı verme göstergesi. **(B)** Algılama göstergesi. **(C)** Hız kontrol topuzu. **(D)** Pacing çıkışı kontrol topuzu. **(E)** Duyarlılık kontrol topuzu. **(F)** Açma/kapama kontrolü. **(G)** Uyarı verme elektrodu için Adaptör. **(sağda)** **Transvenöz Kalp pili kateteri** (kullanıma hazır paketlenmiş): **(A)** Ucu balonlu kateter. **(B)** Balonu şişirme ağzı. **(C)** Negatif elektrod; **(D)** Eksternal uyarı verme jeneratörüne bağlanan elektrodlar; **(F)** EKG'nin V derivasyonuna bağlayan klip (timsah); **(G)** Balonu şişiren şırınga.

tolik disfonksiyonda optimal ventrikül dolumu için daha uzun AV aralık gerekebilir. Kardiyak rezervi sınırda olan hastalarda, değişik kalp hızı ve AV aralıklarda kalp debisi ölçülerek, optimal kalp hızı ve AV aralık belirlenebilir.

12. Geçici kalp pili gereksinimi kısa süreli değil ise, kablo stabil bir yere yerleştirilip, efektif uyarı verme ve algılama eşikleri sağlandıktan sonra, kablo yerinden oynamaması için giriş bölgesinde dikiş ile sabitlenmelidir.
13. Hasta bakımı: Kablonun giriş bölgesi steril pansuman malzemesi kullanılarak her gün kontrol edilmelidir. Monitörden uyarı verme etkinliği, düzenli olarak uyarı verme ve algılama eşikleri, hastanın spontan ritmi ve geçici kalp pilinin batarya durumu kontrol edilmelidir. Kablo yerleştirildikten sonra hastada pnömotoraksı düşündüren klinik tablo ortaya çıkmış ise, hemen akciğer grafisi çekilmelidir. SağV apeksine yerleştirilmiş kablonun ucu vertebra sütununun soluna, inferiyora ve anteriora; koroner sinüse yerleştirilmiş kablonun ucu ise vertebra sütununun soluna, posteriyora ve superiyora doğru yönelmiş olmalıdır.

**Komplikasyonlar:**

- Santral venöz giriş ile ilgili komplikasyonlar: Pnömotoraks, hemotoraks, hava embolisi, tromboz ve enfeksiyon.
- Kardiyak aritmiler, ventriküler ve atriyal erken vurular, ventriküler taşikardi ve sağ dal bloğudur. Bu komplikasyonlar kablonun sağ kalp boşluklarını, triküspid kapağı ve sağV çıkış yolunu mekanik olarak irrite etmesine bağlıdır.
- Miyokart perforasyonu ve kalp tamponadı: Kablonun ucundan alınan unipolar kayıta, proksimal elektroda göre, normalde belirgin ST elevasyonu görülürken, perforasyonda ST depresyonu saptanır.
- Kalp pili disfonksiyonu, batarya yetersizliği, algılama sorunu veya kablonun oynaması sonucu uyarı vermenin efektif olmamasına bağlı görülebilmektedir.
- AV tam blok, LBBB'li hastalarda, sağ dalın kablo ile irritasyonuna bağlı olarak gelişebilmektedir.

**YERLEŞTİRİLEBİLEN KARDİOVERSİYON DEFİBRİLATÖRÜ**

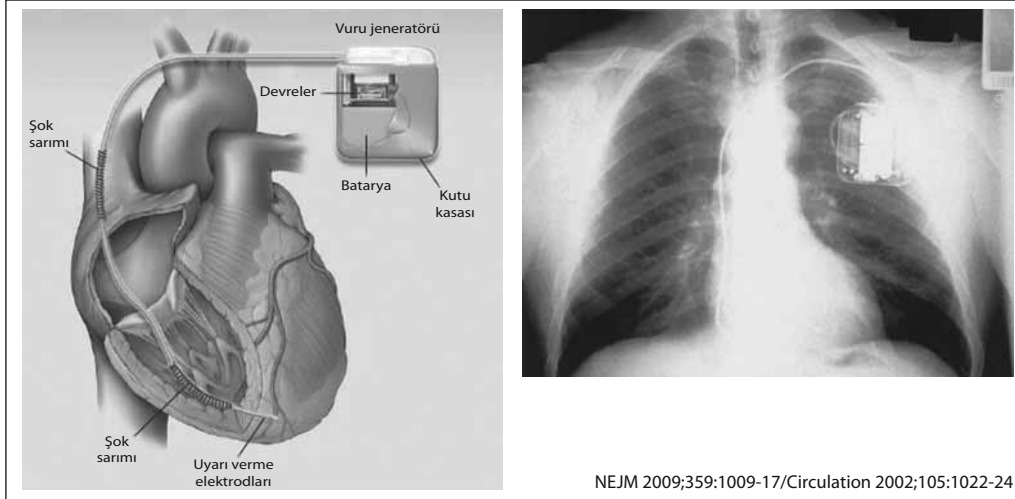
Defibrilatör ani kalp ölümünden korunmak için başlangıçta epikardiyal kabloyu torakotomi ile implante ederek uygulanmıştır (1980, Mirowski). Jeneratörü büyük olduğundan abdominal cebe yerleştirilmiştir. Yararlarının kanıtlanmasından sonra teknolojisi hızla gelişmiş olup, günümüzde kablo transvenöz yolla implante edilmekte ve jeneratörü pektoral bölgeye yerleştirilmektedir.

Yerleştirilebilen kardiyoversiyon defibrilatörü (ICD) kalıcı kalp pili özelliklerini taşıyan, ancak farklı olarak hastada meydana gelen ventriküler fibrilasyon (VF) ve ventriküler taşikardi (VT) algılayıp bu aritmileri şok (defibrilasyon, kardiyoversiyon) ve antitaşikardik uyarı verme uygulayarak düzeltme özelliği bulunan cihazlardır (Şekil 24). ICD'ler, kompleks algılama akış basamakları kullanarak, aritmileri tanıyıp, miyokart hasarını en aza indiren uyarı verme ve şoklama gibi tedavi dizisi kullanarak aritmileri tedavi ederler.

Kalıcı kalp pillerinde olduğu gibi ICD'ler de tek, iki veya üç odacıklı olarak uygulanabilmektedirler (Şekil 25). Günümüzde ICD implantasyonu, kardiyologların kateterizasyon laboratuvarında veya geniş işlem hacimli merkezlerde ayrı laboratuvarlarda gerçekleştirilen bir işlemdir. İşlem nadiren genel anestezinin gerektiği kısa defibrilasyon testi dışında, lokal anestezi ve sedasyon uygulanarak yapılmaktadır.

ICD tedavisi, ani ölüm riski yüksek hastaların primer ve sekonder korunmasında başarılı olmuş ve mortaliteyi azalttığı gösterilmiştir. ICD şoklarının hissedilmesi hastadan hastaya, uygulanan enerji miktarı ve sayısı gibi etkenlere göre değişmekle birlikte, genellikle ağrısızdır. Son zamanlarda tek başına veya iki odacıklı ICD'ye entegre edilmiş, atriyal fibrilasyon ve diğer atriyal taşikardilerin tedavisinin de mümkün olduğu cihazlar kullanılmaktadır. Bu hastalara atriyal defibrilasyon ve atriyal antitaşikardik uyarı verme gibi tedaviler uygulanmaktadır. ICD'ler aritmik olaylardan korur, ventrikül yapısı ve fonksiyonuna direkt etkisi yoktur, bu nedenle kardiyomiyopati değişmeden kalır.





NEJM 2009;359:1009-17/Circulation 2002;105:1022-24

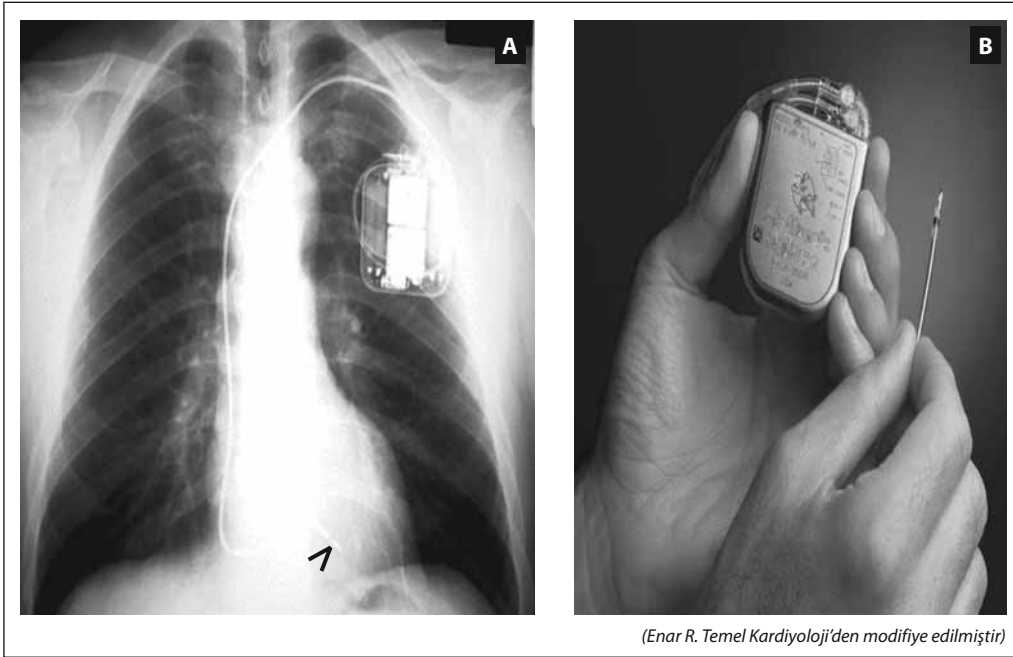
**ŞEKİL 24.** Tek odacıklı ICD: Kutusu genellikle pektoral bölgeye subkutan cebin içine yerleştirilir. (Solda) -ICD'nin kutu/kasası uyarı verme elektrodunun sokulduğu başlık ile kateter girişleri, pil, kapasitörler ve hafıza mikroçipleri, bütünleştirilmiş devreler, mikroişlemciler ve telemetri modülü ihtiva eder. Transvenöz sağ kateteri şok sarımı (coil) ve uyarı verme elektrodlarını ihtiva eder. Ek olarak sağA ve SV uyarı verme kateterleri, bağlanabilir (Sağda)-PosteroAnteriyor göğüs radyografisinde jeneratör ve sağ ventriküldeki (sağV) çift sarımlı kablo.

### ICD cihazının parçaları

ICD sadece "otomatik şok kutusu" olmayıp, akıllı gelişmiş kompleks bir cihazdır. Jeneratör ve kabloları içermektedir. Jeneratörün parçaları; lityum gümüş vanadiyum oksit batarya, alüminyum elektrolit kapasitör (kondansatör; meksefe), osilatör düzeltici mekanizma kullanan DC-DC çevirici, mikro-işlemci, ritm analizi ve tedavinin verilmesini kontrol eden birleştirilmiş devreler, elektrokardiyografi ve diğer verileri depolayan hafıza çipleri, telemetri iletişimini sağlayıcı sarımlar ve bunların bağlantılarıdır. (Tablo 7) ICD'lerde şok konumunda jeneratör aktif elektrod görevi gördüğünden "hot-can" (sıcak-kutu) olarak tanımlanmaktadır. Batarya tam şarj olduğunda 3.2 V üretebilmektedir. ICD'lerin çoğunda seri bağlı iki pil kullanıldığından, şarj olmuş başlangıç voltajı yaklaşık 6.4 V'dir. Jeneratör de 7-30 saniyede 30-40 J enerji depolayabilen kapasitör bulunur ki, tedavi gerektiğinde bu enerji 10-20 msn'de kalbe verilebilir. ICD intrakardiyak lokal elektrogramı algılayan ve ses gibi iskelet miyopotansiyellerini filtre eden devreler içermektedir. Defibrilatörün sağ ventrikülde pacing/algılama ve defibrilasyon için en az bir kablosu vardır. Proksimal yerleşimli superior vena kavada (SVK), distaldeki sağ ventrikülde olmak üzere tek kablo üzerinde iki şok verici sarım (coil) bulunur (Şekil 24). Defibrilatör kabloları miyokardı yaralamadan kalbe şok verebilmelidir. Her kablo yüksek voltajlı boşalım sırasında ısıyı dağıtan bir veya iki sarımı kapsar. Defibrilasyon kablosu ventriküler uyarı verme ve algılamada kullanılan bipolar elektrodları da içerir. Aktif veya pasif sabitlenen kablo sistemleri kullanılmaktadır. İki odacıklı ICD'lerde atriyum kablosu için, resenkronizasyon tedavisi uygulayabilen biventri-

**TABLO 7.** İmplant edilebilen kardioverter- defibrilatörlerin standart üretim şartnamesi

- Ağırlık: 50-120 g.
- Volum: 30-70 ml.
- Pil: Lityum-gümüş vanadium oksid.
- Kapasitör: Alüminyum veya alüminyum klorid elektrolitik.
- Jeneratör kutusu: Titanyum.
- Kateterler: Transvenöz defibrilasyon bobinleri (sarımları).
- SağA, SağV, SV hissedene ve uyarı veren elektrodlar.
- Aktif kutu.
- Epikardiyal veya subkutan yamalar.
- **Fonksiyonlar:**
  - Ventrikül: Şok, sağV veya biventriküler hissetme, uyarı verme.
  - Atriyum: Hissetme, uyarı verme (şok).
- Hesaplanmış Pil ömrü (yıl): 4-9.



**ŞEKİL 25.** Tek odacıklı ICD implante edilmiş bir hastanın akciğer grafisi görülmektedir (**A**). ICD jeneratörü sol pektoral kas altına yerleştirilmiş olup, çift sarımlı ICD kablosunun ucu sağ ventrikül apeksindedir (ok başı). Sağ tarafta ise ICD jeneratörü ve kablosu görülmektedir (**B**).

küler ICD'lerde ek olarak sol ventrikül (koroner sinüs) kablosu için bağlantı uçları bulunmaktadır. Biventriküler ICD'lerde, sağV ve solV kabloları ile algılama "çift sayılma"ya neden olarak, yanlışlıkla taşikardi tanısı konulduğundan, yeni cihazlarda algılama yalnız sağV kablosundan yapılmaktadır. Şok tedavisi sistemlerin çoğunda sağV ile SV sarmalları ve aktif jeneratör kutusu birleştirilerek uygulanmaktadır. Bazen yalnız sağV bobini ile sıcak-kutu görevi yapan jeneratör şok vermektedir. Modern teknoloji tüm bu elektrodları ve bobinleri tek kabloda birleştirerek, kalp pilleri gibi implante edilebilir duruma getirmiştir.

### Kılavuzlara göre ICD Takılma Önerileri (ACC, AHA/HRS 2008):

#### Sınıf I

*Sınıf I Tavsiyeler:* (ICD tedavisi mutlak endike olan hastalar)

##### Kanıt düzeyi: A

- Miyokart enfarktüsünden en az 40 gün sonra, geçirilmiş ME'ye bağlı solV EF $\leq$  %35, NYHA fonksiyonel kapasitesi sınıf II veya III
- Miyokart enfarktüsünden en az 40 gün sonra, geçirilmiş ME'ye bağlı solV EF $\leq$  %30, NYHA fonksiyonel sınıf I
- Nedeni araştırılan, düzelen nedenlere bağlı olmayan, ventriküler fibrilasyona (VF) veya hemodinamik bozukluk yapan sürekli ventriküler taşikardiye (VT) bağlı kalp durmasından kurtulanlar

##### Kanıt düzeyi: B

- İskemik olmayan dilate kardiyomiyopatiye (DKM) bağlı solV EF $\leq$  %35, NYHA fonksiyonel sınıf II veya III
- Geçirilmiş ME'ye bağlı süresiz VT'li, solV EF $<$  %40, elektrofizyolojik çalışmada VF veya sürekli VT indüklenenler
- Hemodinamik olarak stabil olan veya olmayan, organik kalp hastalığı ile birlikte spontan sürekli VT
- Klinik olarak uygun, nedeni belirlenemeyen senkoplu, elektrofizyolojik incelemede hemodinamik bozukluk yapan sürekli VT veya VF indüklenenler

#### Sınıf IIa-(ICD implante edilmesi mantıklı olan hastalar)

##### Kanıt düzeyi: B

- Beta bloker kullanırken, senkop ve/veya VT geçiren, uzun QT sendromlu hastalarda ani kardiyak ölümlü azaltmak için

##### Kanıt düzeyi: C

- Ciddi solV disfonksiyonlu, iskemik olmayan DKM ve açıklanamayan senkop
- Normal veya normale yakın ventrikül fonksiyonu ve sürekli VT
- Beta bloker kullanırken, senkop ve/veya belgelenmiş sürekli VT'li katekolaminerjik polimorfik VT
- Aritmojenik sağ ventrikül displazi (kardiyomiyopati)'li, ani kardiyak ölüm için bir veya daha fazla risk faktörü bulunan hastalarda ani kardiyak ölümü önlemek için
- Ani kardiyak ölüm için bir veya daha fazla majör risk faktörü bulunan hipertrofik kardiyomiyopati
- Kalp durmasıyla sonuçlanmayan senkop veya belgelenmiş VT'li Brugada sendromu
- Kardiyak sarkoidozlu, 'giant cell' miyokarditli veya Chagas hastalığı
- Transplantasyon bekleyen, hastanede yatmayan hastalar
- Kronik, optimum medikal tedavi uygulanan ve mantıklı olarak bir yıldan fazla iyi fonksiyonel durumda yaşam beklentisi olan hastalar

**ICD Kontrendikasyonları:**

Kılavuzların önerilerine göre aşağıdaki durumlarda genel fikir birliği ile ICD tedavisi yararlı olmamakta, hatta zarar verebilmektedir (Sınıf III).

1. Nedeni açıklanamayan senkopta, yapısal kalp hastalığı olmaması, VT veya VF uyarılmaması.
2. Aralıksız devam eden ventriküler aritmiler kontrol edilmeden.
3. Tedavi edilebilen veya ablasyon uygulanabilen nedene bağlı VT veya VF: Wolff-Parkinson-White sendromu, çıkış yolu VT'leri, fasiküler VT'ler.
4. Ağır psikiyatrik hastalık.
5. Yaşam beklentisi 12 aydan az olan terminal hastalık.
6. Düzelebilen nedene bağlı VT'ler: Akut ME, miyokart iskemisi, elektrolit bozukluğu, ilaç toksisitesi, hipoksi, sepsis.

**ICD İMPLANTASYONU:**

Günümüzdeki cihazlar kalıcı kalp pilleri gibi sol pektoral bölgeye yerleştirilebilecek kadar küçülmüştür. Sıcak-kutu ICD'ler sol pektoral veya aksiller bölgeye yerleştirildiğinde, defibrilasyon etkinliği daha yüksek bulunmuştur. Bu bölgeleri sağ pektoral ve abdominal bölgeler izlemektedir. Sol tarafta venöz giriş problemi bulunan veya sol pektoral bölgeden cerrahi müdahale geçirmiş olanlarda (mastektomi gibi) sağ pektoral bölgenin kullanılması gerekebilir. Defibrilasyon eşiği yüksek olan hastalarda ek kablo yerleştirilmektedir. Transvenöz kablo implantasyonu mümkün olmayan hastalarda ve bilateral pektoral bölgede veya triküspid kapak cerrahisi geçirmiş olanlarda ameliyatla epikardiyal 'patch' uygulanmalıdır.

**İşlemin Teknik Prensipleri:**

1. Pektoral bölgede klavikulanın yaklaşık 1 cm altında, deltopektoral oluğa paralel 5-8 cm uzunluğunda transvers kesi yapılır.
2. Kablo transvenöz olarak subklavyan ven ponksiyonu veya seyrek olarak sefalik venin diseke edilmesi (cutdown) ile yerleştirilir. Bu şekilde kablo yerleştirilmesi pnömotoraks, subklavyanın ezilmesi ve hasarına bağlı kablo fonksiyon bozukluğu risklerini en aza indirmektedir.
3. Lead floroskopi kılavuzluğunda, subklavyan ven yolu ile sağA ve triküspid kapaktan geçirilerek, sağV apeksine doğru ilerletilir. Aktif fiksasyonlu kablo kullanılıyorsa vidalanarak, pasif lead ise trabeküllerin içine sokularak sabitleştirilir.
  - İmplantasyon sırasında kablodan alınan sinyallerin kalitesini değerlendirmek önemlidir. Bu sinyaller kablonun algılama fonksiyonunun uzun dönemde yeterli olacağıının en iyi göstergesidir. Defibrilasyon eşiği, kablo sağV apeksine yerleştirildiğinde optimize olabilir. Hastada sağV apeksinde daha önce takılmış kalıcı kalp pili lead'i bulunuyorsa, ICD kablosu sağV'ün septal bölgesine yerleştirilebilir. Ancak, kablo lead arasında etkileşimi önlemek için birbirlerinden mümkün olan en uzak yerde olmalıdırlar.
  - Nadiren sağV'de uygun defibrilasyon ve efektif uyarı verme/algılama eşikleri farklı lokalizasyonlarda saptanırsa, ICD kablosuna ek olarak kalıcı kalp pili kablosunun yerleştirilmesi gerekebilir.

4. Kablonun uyarı verme ve algılama eşikleri eksternal yüksek voltaj sistem analizörü veya uyarı verme sistem analizörü kullanılarak test edilir. Genel olarak kabul edilebilir akut uyarı verme eşiği  $\leq 2$  V, R-dalga amplitüdü  $\geq 5$  mV ve kablo direnci 300-1200  $\Omega$ 'dur.
5. Kablo uygun eşikli bir yere yerleştirildikten sonra, başlangıçta hazırlanan submüsküler cep içine dikiş ile sabitlenir. Atriyal ve/veya SV kabloları da kullanılıyorsa, bunlar da implante edilirler. Kablolar jeneratöre bağlanır ve sistem submüsküler cebin içine yerleştirilir. Jeneratörün 'up' logosu yukarı gelmelidir. Kabloların fazla uzunluğu, eksternal programlamayı etkilememesi için cebin içinde jeneratörün arkasına dolandırılarak sarılmalıdır. Cihaz ile uygun iletişimden emin olmak için, cihaz telemetri ile test edilip sorgulanır. Uyumu göstermek için uyarı verme/algılama eşikleri telemetri ile kontrol edilir. Gerçek zamanlı elektrogram (EGM) ile şok algılayan kablolardaki sinyal sesi düzeyi belirlenebilir.
6. Defibrilasyon eşik (DFE) testinde, başarılı defibrilasyon için verilen en düşük şok gücü olarak tanımlanan defibrilasyon eşiği araştırılmaktadır. *Brignole M. ve arkadaşları* İtalya'da 41 merkezde 2120 hastada yaptıkları araştırmalarında, defibrilasyon eşik testi yapılanlarla yapılmayanlar arasında, ilk iki yıl içerisinde uygun olmayan ve uygun şok sıklığı, ani ölüm, resüsitasyon gereksinimi ve işlem komplikasyonları açısından anlamlı fark bildirmedi. '*Shockless IMPLant Evaluation*' (SIMPLE) çalışmasında da, 90 merkezde cihaz implantasyonu sırasında defibrilasyon eşik testi yapılanlarla yapılmayanların 3,5 yıllık sonuçları karşılaştırılmaktadır. Bu bulgular ve test sırasında (nadiren) görülebilen ölümcül komplikasyonlar nedeniyle DFE testi son yıllarda yapılmamaktadır. Ayrıca, günümüz ICD'leri eski cihazlara kıyasla aritmileri daha iyi ayırabilmekte, teknolojileri sayesinde daha düşük enerji ile defibrilasyon gerçekleştirebilmekte ve gerektiğinde ise (tedavi amaçlı) daha yüksek enerjili şok verebildiklerinden, DFE testine gereksinimi azaltmışlardır.

### ICD Komplikasyonları:

İlk ICD'lerdeki subkutan cep uygulamasına ve torakotomi ile yerleştirilen epikardiyal kablolarla göre, transvenöz pektoral adale altına yerleştirilen küçük cihazlar ile komplikasyonlar anlamlı olarak azalmıştır (Tablo 8). Ancak, cerrahi komplikasyonların tipi ve sıklığı kalıcı kalp pili implantasyonu sırasında görülenler ile benzer olup, kanama, pnömotoraks, hemotoraks, vasküler veya kardiyak perforasyon, tamponad, tromboemboli, hava embolisi, derin ven trombozu, enfeksiyon, aritmi hızlanması, DFE testi sırasında refrakter VF veya elektromekanik disosiasyon ve nadiren ölüm görülmektedir. İmplantasyondan sonra %1-2 oranında enfeksiyon görülebilmektedir ki, bu durumda cihazın çıkartılması gerekir. Geç komplikasyonlar kronik sinir zedelenmesi, ciltte erozyon, ICD'nin cilt dışına çıkması, hematoma, enfeksiyon, keloid oluşumu, kablonun yerinden oynaması ve venöz tıkanmadır. Başlıca kablo fonksiyon bozuklukları kablonun kırılması veya yalıtımın zedelenmesi sonucu oluşan sinyallerin uygunsuz şoklamaya neden olmasıdır. Hastanın klinik durumunun değişmesi, ilaç tedavisi eklenmesi veya elektrolit bozuklukları miyokartın defibrilasyon eşiğini yükselterek, cihazın önceden programlandığı enerji düzeyinin defibrilasyon için yetersiz kalmasına neden olabilmektedir. ICD implantasyonundan sonra en sık karşılaşılan komplikasyonlar, ventriküler aritmi varlığı sırasında verilen sık (uygun) şoklar veya aritmi

**TABLO 8.** ICD Komplikasyonları

| İMLANTASYONUN PRİMER SEBEBİNE GÖRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | İMLANTASYONDAN SONRA GEÇEN ZAMANA GÖRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>CİHAZ İLE İLGİLİ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İnfeksiyon veya erozyon.</li> <li>• Hematom,</li> <li>• Pnömotoraks.</li> <li>• Yerinden çıkmak,</li> <li>• Yetersiz defibrilasyon eşiği.</li> <li>• Bağlantı problemleri,</li> <li>• Kablo malfonksiyonu veya kırıkları.</li> <li>• Manyetik interferans.</li> </ul><br><b>TEDAVİ İLE İLGİLİ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Şoklar (uygun veya uygunsuz),</li> <li>• Ventriküler taşikardinin hızlanması.</li> <li>• Psikolojik reaksiyonlar.</li> <li>• İlave hastane yatışı (olası sağV uyarı verme programlanması için).</li> </ul> | <b>ERKEN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İnfeksiyon</li> <li>• Pnömotoraks, Kardiyak perforasyon</li> <li>• Kanama ve cep hematoma</li> <li>• Vasküler yaralanma, Venöz trombus</li> <li>• Kateterin yerinden çıkması veya hasar görmesi.</li> <li>• VT, kalp bloğu.</li> </ul><br><b>GEÇ:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• İnfeksiyon,</li> <li>• Ağrı</li> <li>• Erozyon kablo/yalıtımının kırılması</li> <li>• Kablonun yerinin değişmesi</li> <li>• Twiddler sendromu</li> </ul> |

(Bender JR (edt): American Handbook of Cardiology. Oxford University Press, 2011)

olmadan (uygunsuz) verilen şoklardır. Şoklar uygun olduğunda (cihazın esas fonksiyonu) ICD'nin etkinliğini düzeltmek için yeniden programlanabilmekte, antiaritmik ilaç tedavisi başlanmakta, hastanın etkili olmayan ilacı değiştirilebilmekte veya ablasyon uygulanabilmektedir. Cihazın şokları saptama bölgesinde supraventriküler aritmilerin oluşmasına bağlı uygun olmayan şoklar verilebildiğinden, bunları azaltmak için yeni cihazlara çeşitli ayırıcı programları eklenmiştir. Kalp hızının kararlı olması (atriyal fibrilasyonu tanımak için R-R aralığındaki değişiklikleri değerlendirme), EGM morfolojisi (normal ve VT QRS'ini dal bloğundan ayırabilme), aniden başlama kriteri (sinüs taşikardisinin yavaş yavaş başlaması gibi), A-V ile V-A sürelerinin ölçülmesi, atriyum ile ventrikül arasındaki disosiasyonun saptanması gibi parametreler ventrikül taşikardisi tanısının doğru konulmasında yardımcı olmakta, tanının duyarlılığı azalsa da, özgüllüğü artarak, uygunsuz şoklar önlenmektedir.

En yararlı algoritma, atriyal kablonun sağladığı atriyal EGM ile aritminin analizinin yapılabilmesidir. ICD uygulamasına hastaların psikolojik tepkileri farklı olmaktadır. İzlem sırasında cihazları şok uygulamış hastalar, zihinsel olarak kendilerini iyi hissetmezler ve anksiyeteleri artmıştır. Özellikle dörtten fazla şok deneyimi olan hastalarda yaşam kalitesi düşmüştür. Buna karşılık, cihazı şok vermemiş hastalarda yaşam kalitesi, sorunsuz antiaritmik ilaç tedavisi uygulanan hastalara benzer veya daha üstün bulunmuştur.

### ICD replasmanı:

ICD replasmanı (ICD'nin değiştirilmesi) Batarya voltajı programlayıcı ile ölçülerek belirlenir. Genellikle, batarya voltajı 2.6 V olduğunda, ICD'nin replasmanı önerilmektedir. Bu düzeye elektif değiştirme göstergesi (**ERI**: elective replacement indicator) denir. ERI saptanınca, hastadaki şoklama sıklığına göre, ICD en geç üç ay içinde değiştirilmelidir. Batarya voltajı 2,2 V'nin altına inince, ICD ömrünün sonuna ulaşılmış olduğundan (**EOL**: end of life), ICD'nin hemen değiştirilmesi gereklidir. Düşük batarya voltajı, defibrilasyon sonrası cihazın daha uzun sürede ve tam olmayan şarjına veya cihazın fonksiyon bozukluğuna yol açabilmektedir. ICD replasmanı, ICD/uyarı verme sistemi için hassas bir dönemdir. Zira, ICD replasmanı ile infeksiyon riskinin dört kat arttığı bildirilmiştir. Replasmandan önce, kabloların uçlarının cihaza uygunluğu, adaptör gerekip gerekmediği kontrol edilmelidir. Kablolar, cebin açılması ve jeneratörün değiştirilmesi sırasında hasar görebilmektedir. Jeneratörün replasmanından önce, kablo fonksiyonunun değerlendirilmesi zorunludur. Kablo fonksiyonları ölçülürken, DF-4 kabloların analizör ile bağlantısı, rutinde kullanılan kalıcı kalp pili kablolarının bağlantı kabloları ile olmayıp özel kablolar gerekmektedir. Uyarı verme, algılama eşikleri ile DFE uygun olmaması durumunda yeni kablo implantasyonu gerekebilmektedir.

### ICD fonksiyonları:

ICD'lerin taşikardi saptama, taşikardi tedavisi ve bradikardi sırasında uyarı verme olmak üzere üç temel fonksiyonu vardır.

#### 1. Taşikardi saptama:

Orijinal ICD'ler yalnız ventriküler fibrilasyonu saptamak için tasarlanmıştı. Bu cihazların klinikte kullanılmaya başlanması, organize taşikardi tedavisinin önemini ortaya koymuştur. ICD'lerin ventrikülleri algılayan devrelerinin R dalga hızını saptamasıyla, bu cihazlar kalp ritminin tanınmasında kullanılan standart ölçü olmuştur.

ICD, implante edilen algılama elektrodları ile intrakardiyak EGM'yi algılar. Ventriküler aritminin tanınması esas olarak R-R aralığının analizine (kalp hızına) bağlıdır. EGM'lerin doğruluğu, lead'in miyokartla uygun temasıyla ilişkilidir. Ayrıca adaleler, atriyum veya elektromanyetik etkileşim yapabilecek kaynaklardan gelen sinyallerden etkilenebilmektedir. ICD'lerin ventrikülde bipolar algılayan devresi gelen sinyalleri filtre ederek, istenmeyen düşük frekanslı (T dalgaları ve bazal çizgi kayması gibi) ve yüksek frekanslı (iskelet kasının elektrik aktivitesi gibi) sinyalleri elemektedir\*.

Cihazın tedavi fonksiyonu bir veya daha fazla taşikardiyi saptama bölgesine (*zone*) programlanabilmektedir. Bunlardan en yüksek hız veya VF bölgesi şok verilerek tedavi edilmektedir. Hız sınırı düşük bölgelerde ise taşiaritmi antitaşikardik uyarı verme veya düşük enerjili senkronize şoklar ile tedavi edilmektedir. VF sırasında bipolar elektrogram sinyalle-

\*Yeni cihazlarda sinyal frekansı otomatik olarak düzeltilmiştir. Devir hızı, amplitüd, EGM genişliği, oto-eşik, kendinden kazanç (*autogain*), T dalga analizi gibi değişkenler ile diğer aritmilerden (AF, sinüs taşikardisi gibi) VT ve VF ayrılabilenkte, bu gelişmiş özellikler sayesinde yanlış şoklama insidansı azalmaktadır.

rinin amplitüdü düşük veya anstabil olduğundan, tüm ICD'lerde R dalgasının algılanmadığı sürede, algılamayı arttıran düzenleme ("sensivity-gain adjustment") yapılmakta ve böylece VF sırasındaki düşük amplitüdlü sinyaller algılanmaktadır. Aynı zamanda ICD'lerde R dalgasını algılama eşiği mümkün olan en düşük düzeyde bırakılmalıdır.

Birçok olguda sinüs taşikardisi veya diğer supraventriküler aritmilerin hızı, cihazın VT ve VF'yi saptaması için programlanan bölge içinde olabilir ki, bu durum uygunsuz tedavi verilmesi ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle ICD'lerin çoğu supraventriküler ve ventriküler aritmilerin ayırımını doğru yapabilmeleri için programlanmaktadır. Ancak, supraventriküler taşikardi hızı VF zonuna giriyorsa, cihazın ayırma parametreleri devre dışı kalmakta ve uygunsuz şokun verilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Bunun önüne geçmek için supraventriküler taşikardi söz konusu olduğunda, ventrikül hızını yavaşlatmak için antiaritmik ilaç verilmesi veya dozunun artırılması, ventriküler algılamada 'blanking' süresinin uzatılması, supraventriküler taşikardi odağının veya AV düğümün ablasyonu gibi işlemler yapılabilmektedir. Tek odacıklı cihazlar ani başlayan sinüs taşikardisini VT'den sıklıkla ayırbilmektedir. Bunlar ayrıca atriyal fibrilasyonu kardiyak siklus uzunluklarının stabilitesinden tanıyabilmektedirler. İki-odacıklı cihazlara elektrogramdan analiz yapabilme algoritmi de eklenmektedir. Günümüzde kullanılan ICD'ler şok vermeden önce aritmiyi tekrar inceleyip, saptanan aritmi önceden programlanmış aritmi bulma kriterini karşılamadığında, depolanmış enerjilerini ağrısız boşaltabilmektedirler.

**Olayı bulma:** Cihaz, VT ve VF'yi saptamak için programlanan özel aralık süresine ulaştınca, olayı bulma meydana gelir ki, bu ICD'nin programlandığı tedaviyi verme noktasıdır.

- Süreğen olmayan olayların tedavi edilmesini önlemek için cihazların çoğu enerjiyi vermeden önce süreğen epizotu doğrularak onaylamaktadır. Tedavi verildikten sonra cihaz epizotun sonlandığını doğrulamakta veya taşikardi sonlanmamışsa yeniden bulma kriterleri sağlanınca, programlanmış sonraki tedavi uygulanmaktadır.
- ICD algılayıp şok verdiği olaydan sonra, eşliğini 'autogain' mekanizması ile otomatik olarak ayarlamaktadır. Bu özellik cihazın taşikardi epizotu sırasında ventrikülden gelen sinyallerin değişen amplitüdüne göre, duyarlılığının otomatik olarak programlanmasını sağlamaktadır.

## 2. Taşikardi tedavisi:

Cihazların çoğunda tedavi fonksiyonu birkaç taşikardi bölgesinde programlanabilmektedir. VT bölgesi, her klinik VT olayını kapsayacak, en düşük bulma sınırı ile programlanır. Taşikardi saptama için ideal hız sınırı, sinüs taşikardisinde uygunsuz şok verilmesini önlemek için, hastanın maksimum kalp hızının üstünde olmalıdır. ICD'lerde, aritmileri sonlandıran iki temel yöntem kullanılmakta olup, bunlar antitaşikardik pacing (ATP) ve direkt-akım (DC) şoklarıdır.

- ATP:** Taşikardinin sonlandırılmasında kullanılan standart elektrofizyolojik tekniktir. Monomorfik taşikardilerin sonlandırılmasında kullanılır. Taşikardiyi sonlandırmak için cihaz bir veya daha fazla 'burst' uyarı verme uygulayacak şekilde programlanabilmektedir. Uyarı verme patlamalarının özellikleri programlanabilir ve değişebilir, aritmiyi sap-



tama bölgesine bağlıdır. Antitaşikardik uyarı verme hasta için ağrısızdır ve kapasitörün şarj olması gerekmez, enerjiyi hızla verebilir. Bununla birlikte, ATP her zaman etkili olmaz, VT'yi hızlandırabilir veya supraventriküler ritm sırasında uygulanmışsa, ventriküler aritmiye neden olabilmektedir. Bu nedenle ATP etkisiz olduğunda, şok verilmesi her zaman tedaviye eklenmektedir. Eğer hastanın klinik VT'si veya elektrofizyolojik çalışma (EFÇ) sırasında indüklenen VT'si hızlı veya polimorfik ise veya EFÇ sırasında ATP ile VT sonlandırılmamışsa, ATP özelliği açılmadan doğrudan düşük şok voltajı ile tedaviye başlanması daha doğru olmaktadır. Üç şekilde ATP uygulanabilmektedir.

- **'Burst' pacing:** Patlama gibi aniden yüksek hızla uyarı-verme. VT reentrisini (aşırı hız yapan devre ile) sonlandırmak için VT'den daha yüksek sabit hızda ardışık, seri düzenli ventriküler pacing yapılır.
- **'Ramp' pacing:** Rampadan iner gibi gittikçe hızlanan uyarı verme. Sonraki uyarı verme aralığı öncekinden gittikçe kısalan seri ventriküler uyarı verme yapısı. Bu tedavi ile VT'nin VF'ye dönme riski daha yüksektir.
- **'Interburst decrement':** ATP başarısız olduğunda uygulanan bu yöntem, 'Burst' veya 'Ramp' pacing'e göre uyarı verme aralığının daha agresif kısalmasını sağlamaktadır.

**II) –DC şok:** Tüm ICD'ler, senkronize edilmiş hem düşük enerjili (< 5J), hem de senkron olmayan yüksek enerjili şok vermek için programlanmaktadır. Düşük enerjili şokların şarj süreleri daha kısadır, ancak taşikardiyi sonlandırma olasılıkları daha düşüktür. Düşük enerjiye rağmen hasta acı hissetmektedir. Yüksek enerjili şoklar cihazın en yüksek hız bölgesinde (VF zonu) ve düşük voltajlı şok enerjilerinin başarısız olduğu durumlarda kullanılmaktadır. ATP veya düşük enerjili şokların ikisi de başarısız olursa veya bunlar için programlanmamışsa, birinci şokun enerjisi ölçülen son defibrilasyon eşiğinin en az 10 J üzerinde ayarlanmalıdır. Hızlı VT veya VF'de hemodinamik bozukluk gelişeceği için, cihazların çoğu 180-200'den yüksek hızdaki her epizotu defibrilasyon ile tedavi etmek için programlanırlar. Cihaz altı ek şoka kadar programlanabilmekte, ikinci, üçüncü ve sonraki şoklarda enerji gittikçe artırılarak maksimum joule'e çıkılabilmektedir. Transvenöz sistemler ile uygulanan defibrilasyonda en fazla 40 J'e kadar şok verilebilmektedir. Bu geleneksel yöntem hastaların çoğunda başarılı olmaktadır. Nadiren, alternatif lead konfigürasyonu veya eksternal yüksek enerjili cihazlar gerekmektedir.

### 3. Bradikardi saptama ve uyarı verme:

ICD'ler, şok sonrası düşük kalp hızı saptadıklarında veya hastada pacing gereksinimi varsa, birincil fonksiyonlarından ayrı programlanabilen kalıcı kalp pili olanağı sağlayarak, VVI-R veya atriyal lead de implante edilerek DDD-R pacing uygulayabilmektedirler. Bunlar otomatik mod değişimi fonksiyonuna sahip, çoklu programlanabilen uyarı verme modları da sağlamaktadır. Bazı iki-odacıklı cihazlarda yalnız taşikardilerin ayırıcı tanısını doğru yapabilmek için atriyal lead takılmaktadır. Uygunsuz şoklama durumunda ICD tedavisini durdurmak için cihazın üstüne mıknatıs konması, kalıcı kalp pillerinden farklı olarak, ICD'lerde uyarı verme fonksiyonunu etkilememektedir.

#### 4. ICD'lerin diğer fonksiyonları:

ICD'ler algıladığı aritmilerin elektrogramlarını rutin olarak depolarlar. Bu özellik verilen tedavileri analiz etmede ve cihazın fonksiyon bozukluğunun saptanmasında yararlı olmaktadır. Batarya voltajı, kablo direnci ve kapasitörün şarj olması için gereken zaman gibi bilgiler cihazların hafızasında depolanmaktadır. Bazı ICD modelleri atriyal aritmileri saptayarak, uygun tedavi (şok veya ATP) verirler. Son olarak ileri konjestif kalp yetersizliği, interventriküler ileti gecikmesi, özellikle sol dal bloğu bulunan hastalarda, ek olarak koroner sinüse solV lead'i yerleştirilerek, ICD ile birlikte kardiyak resenkronizasyon tedavisi uygulayan cihazlar CRT-D şeklinde tanımlanmaktadır.

#### ICD'li hastaların izlenmesi:

ICD'ler, gerekli periyodik kapasitör düzeltmesini ve elektriki bütünlüğü sürdürebilmek için yeniden şarj olmayı otomatik olarak yapmaktadırlar. İmplantasyon yerinin, kabloların ve cihaz fonksiyonlarını denetlemek için hastalar düzenli aralıklarla görülmelidir. İzlemlerin arası hastanın taşikardi ve şoklama durumuna, cihazın fonksiyonlarına göre, implantasyondan sonra geçen süreye bağlı olarak 1-6 ay arasında değişebilmektedir. ICD'lerin şoklama sayısına göre 3-6 yıl batarya ömrü vardır.

- Sekelsiz tek bir şok bildiren hastalar, doktor tarafından rutin muayenede değerlendirilmelidir. Kısa süre içerisinde (24-48 saatte) birçok şoklama olan hastalar, 24 saat içinde doktorları ile temasa geçmelidir.
- Elektriki akım veya manyetik alan oluşturan tanı ve tedavi amaçlı tıbbi cihazlar (koter, diatermi ve manyetik rezonans görüntüleme gibi), motorlar, nadir olarak cep telefonları ve güvenlik cihazları kalıcı kalp pillerinde olduğu gibi ICD'lerde de fonksiyon bozukluğuna neden olabilmektedir. Cep telefonunun ICD takılı bölgenin karşı tarafındaki kulağa tutulması önerilmektedir. Hastaların güvenlik sistemlerinden geçmeleri risk teşkil etmemekte, ancak uzun süre içerisinde kalmaları önerilmemektedir.
- ICD implante edilen hastalardan, ventriküler aritmiye bağlı ciddi semptomatik olanlar veya önceki altı ayda şuur kaybı geçirenler araç kullanmaktan kaçınmalıdırlar.

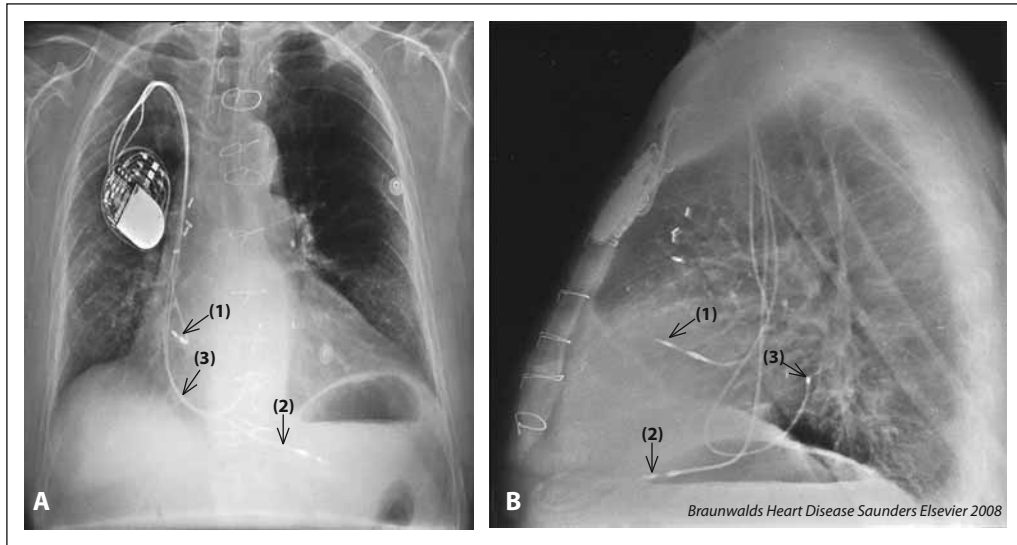
#### ICD'nin şoklama ve ATP sorunları:

- 'Oversensing' (fazla algılama), cihaz tarafından aritmi gibi algılanıp yanlış şoklamaya neden olabilmektedir.
- ICD çok sayıda şoklama yaptığı zaman, mıknatıs uygulayarak şoklama durdurulup, aritminin değerlendirilmesi ve supraventriküler taşikardi saptanmışsa, medikal tedavisi yapılmalıdır. ICD yeniden programlanana veya supraventriküler taşikardi sonlandırılana kadar mıknatıs ICD üzerinde tutulabilir.
- T dalgasının QRS gibi algılanması uygun programlama ile önlenabilir.
- Kablo kırıldığında değiştirilmesi gerekir. Kablo değiştirilene kadar cihazın defibrilasyon fonksiyonu kapatılır ve hasta yatırılarak takip edilmelidir.
- 'Undersensing' (az algılama), daha ciddi, fakat seyrek görülen bir durumdur. VT veya VF saptanamayabilir. Unipolar sistemler ile daha olasıdır. Kablodaki değişimi, inflamasyon veya kablo ucundaki fibrozisi gösterebilir.

- *İlaç etkileri:* Defibrilasyon eşiğini yükseltenler sınıf I antiaritmikler ve amiodarone, defibrilasyon eşiğini düşürenler ise sotalol gibi ilaçlardır. Antiaritmikler, VT'yi saptama eşiğinin altına kadar yavaşlatabilmekte, taşikardinin ATP ile sonlandırılmasını sağlamakta veya süregelen olmayan VT'ye neden olabilmektedir. Ancak, antiaritmikler SV fonksiyonunu bozabilmekte ve uyarı verme eşiğini de etkileyebilmektedirler.

## KARDİYAK RESENKRONİZASYON TEDAVİSİ

SolV'ün sistolik fonksiyon bozukluğu ile birlikte ventriküler ileti gecikmesi bulunan hastalarda kalp yetersizliğinin progresyon riski çok yüksek olup, bu hastaların prognozu kötüdür. LBBB'nin, sağV apikal uyarı vermenin ve intraventriküler (İV) ileti gecikmesinin, SV disfonksiyonu bulunanlarda, hatta normal kişilerde de, bozulmuş hemodinamik durum ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bunun ventrikül miyokartının karşı bölgelerinin senkron olmayan ve etkisiz kasılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. SağV apikal bölgeye ve SV serbest duvarına eşzamanlı uygulanan pacing ile senkronizasyonun sağlanması, hemodinamiyi anlamlı olarak düzeltmiştir. Sağ ve sol ventrikül arasındaki elektrik ve mekanik senkronizasyonun yeniden sağlanmasına yönelik bu girişime, kardiyak resenkronizasyon tedavisi (CRT) denilmiştir. CRT semptomatik kronik kalp yetersizliğinde (NYHA sınıf III-IV) kullanılan yeni bir tedavi yöntemidir. İV ileti gecikmesi olan hastalarda solV lateral duvarının koroner sinüsden ve septumun sağV'den eşzamanlı uyarı verme ile SV duvar hareketleri düzeltilebilmektedir. Optimum AV aralığın programlanması ile solV doluşu, kalp debisi artarak, hastaların semptomları gerilemektedir (Şekil 26).



**ŞEKİL 26.** CRT kablolarının yerleşimi (AP ve lateral toraks radyografisinde) (A) Posteroanterior ve (B) lateral göğüs radyografisi. İmplant edilen CRT kalp pilinin üç kablosu bulunmakta; birincisi sağ atriyum (1), ikincisi sağ ventrikül apeksi (3) ve üçüncüsü arkaya doğru koroner sinüs ve posterolateral venin içine yerleştirilmiş.

### **Sol ventrikülde senkronizasyon bozukluğunun mekanizması:**

Ventrikül miyokartının normal elektrik aktivasyonunda uyarı AV düğümünden sonra His demetine geçmektedir. Ardından Purkinje sisteminin sağ ve sol dallarının eşzamanlı uyarılmasını miyokartın aktivasyonu izlemektedir. Purkinje-miyokart kavşaklarındaki çıkış noktalarına uyarı ulaşınca kadar Purkinje sistemi elektrik olarak miyokartın geri kalanından izole durumdadır. Bu nedenle solV miyokartının aktivasyonu tipik olarak apekten tabana doğru, senkron olarak tanımlanan, septum ve SV serbest duvarında eşzamanlı olmaktadır. Miyokartın sıkı elektromekanik eşleşmesine bağlı, senkron ventrikül aktivasyonunu, senkron ventrikül kontraksiyonu izlemektedir (Şekil 27). LBBB'li hastalarda, İV ileti gecikmesi olanlarda veya sağV apikal pacing uygulananlarda, solV aktivasyonunun senkron olmaması, elektrik uyarının miyokartta Purkinje sistemine göre daha yavaş ilerlemesine bağlıdır. Sonuç olarak, bütün solV miyokartının uyarılması yaklaşık iki kat daha uzun sürmekte, posterolateral segmentler en son aktive olmaktadır. Bu senkron olmayan aktivasyon şekli, aritmi oluşumu için duyarlılığı arttırmaktadır. SV dilatasyonu, hipertrofisi ve düşük koroner rezerv ile etkinliğinin azalması, iskemiye karşı duyarlılığı arttırarak, kalp yetersizliğinin kötüleşmesine neden olmaktadır\*.

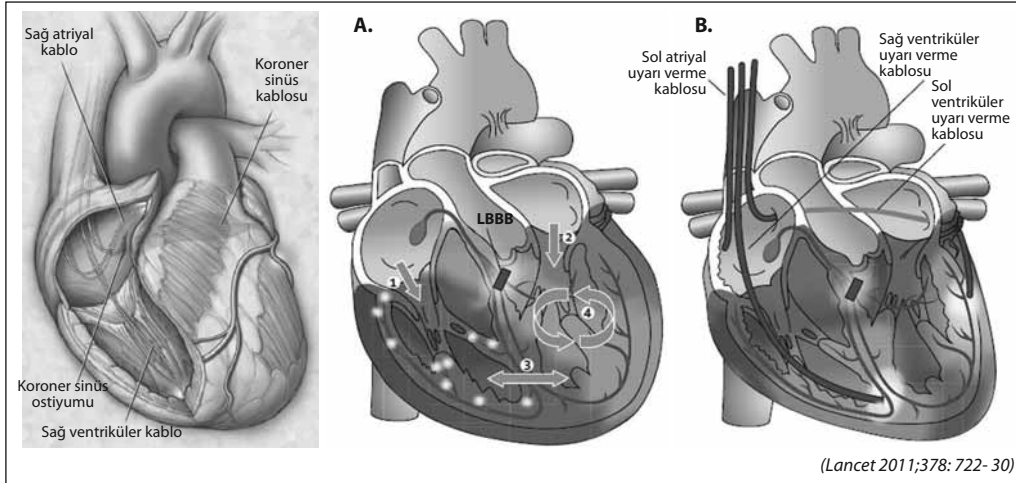
### **Senkronizasyon bozukluğunun değerlendirilmesi**

İlk klinik çalışmalarda mekanik senkronizasyon bozukluğu için QRS süresinin 120 ms'n'den uzun olması kabul edilmiştir. Ancak bu basit kriter senkronizasyon bozukluğunun klinik olarak bulunmasını doğru tanımlayamamaktadır. Zira, uzun QRS'li hastaların %30'unda manyetik rezonans görüntüleme ve ekokardiyografi ile mekanik senkronizasyon bozukluğu bulunmamaktadır ki, bu bulgu CRT'den yarar görmeyen hasta grubunda CRT'nin etkili olmamasının nedenini kısmen açıklamaktadır. Buna karşılık, QRS süresi normal olan semptomatik kalp yetersizlikli hastaların %30'unda da mekanik senkronizasyon bozukluğunun kanıtları saptanmaktadır ki, bu hastalar CRT'den yarar görebileceklerdir. Kardiyak mekanik senkronizasyon bozukluğunun değerlendirilmesinde kullanılan ekokardiyografik yöntemler, M-mode, *pulsed-wave* Doppler, doku Doppler, doku senkronizasyon ve '*strain*' görüntüleme ile '*speckle tracking*'dir.

### **AV senkronizasyon bozukluğu**

PR veya QRS uzamasında atriyumun SV doluşuna katkısı azalmıştır. Atriyum sistolü ventrikül diyastolüne göre, çok erken oluşarak, SV pasif doluşunun erken kesilmesine neden olmaktadır. Ayrıca, erken atriyum sistolü diyastolde ventrikül basıncının erken yükselmesine neden olarak, diyastolde mitral yetersizliğine yol açmaktadır. SV doluşunun bozulması ve mitral yetersizliği kalp debisinin düşmesinin nedenleridir. AV senkronizasyonun sağlanması ile kalp yetersizliğinde kalp debisi %20 kadar artabilmektedir.

\*Elektrik ve mekanik senkronizasyon bozukluğu olup, sol ventrikül disfonksiyonu bulunmayanlar, normal kişiler ile karşılaştırıldığında, LBBB'li hastaların EF'si daha düşük, kalp yetersizliği gelişme olasılığı daha yüksek ve kardiyovasküler mortalite ve morbidite riski 10 kat daha fazla bulunmuştur.



**ŞEKİL 27.** Kardiyak ileti sistemi, mekanik dissenkroni ve CRT'nin ilişkisi: **(A)** Elektrik bozukluklar farklı düzeylerde mekanik dissenkroniye yol açar: Atriyoventriküler (1,2), interventriküler (3), ve intra sol ventriküler dissenkroni (4) gibi. Sonuçta kalp siklusunun mekanik etkinliği zarar görür, kalp debisi azalır. LBBB'nin çoğunlukla mekanik dissenkroni gelişiminde etkili olduğu saptanmıştır. Erken elektrik aktivasyon (kırmızı) ile işaretlenmiş; geç aktivasyon (mavi) ile işaretlenmiştir. **(B)** Standart CRT sisteminin ihtiva ettiği kablolar: sağ atriyal Lead, Sağ ventriküler kablo (CRT pace-maker sistemleri) veya sağ ventriküler defibrilasyon kablosu (CRT defibrilatör sistemlerinde). Sol ventriküler kablo koroner sinüsün uygun sol lateral ve posterolateral duvarına yerleştirilir. CRT biventriküler uyarı verme ile çalışılır ve zarar görmüş mekanik kontraksiyon şeklinin resenkronizasyonunu sağlar.

### İnterventriküler senkronizasyon bozukluğu

LBBB, İV ileti gecikmesi ve sağV apikal pacing'i, sağV'ün erken aktivasyonuna neden olarak, geç SV doluşunu olumsuz etkilemektedir. Bu durum SV önyükü azaltarak, kalp debisini düşürmektedir. Ancak, interventriküler senkronizasyonun sağlanmasının anlamlı klinik yararı gösterilememiştir.

### CRT'nin rolü

CRT solV'ün sistolik ve diastolik performansını geliştirmekte, ejeksiyon fraksiyonunu arttırmakta, en az üç ay veya daha uzun sürede SV'nin yeniden biçimlenmesini sağlamaktadır. Randomize klinik çalışmalarda CRT'nin morbidite ve mortalite üzerine anlamlı yararı gösterilmiştir. CRT ile birlikte ICD uygulanması ek mortalite yararı sağladığından, çoğunlukla hastalarda her ikisinin fonksiyonlarını içeren cihazlar implante edilmekte olup, CRT-D şeklinde kısaltılarak belirtilmektedirler. Ancak, CRT uygulanan hastaların yaklaşık %30'unda CRT yararlı olmamaktadır. Kullandığımız kriterler CRT takılmadan önce yarar görmeyecek grubu öngördürücü olmamaktadır. Mekanik senkronizasyon bozukluğunu gösteren ekokardiyografik kriterlerin CRT'den yarar görmeyecek hastaları belirlemedeki rolleri klinik

çalışmalarda araştırılmaktadır. QRS süresi tek başına mekanik senkronizasyon bozukluğunu gösteren iyi bir gösterge değildir. İskemik kardiyomiyopatili hastalarda SV serbest duvarının skar dokusuyla kaplı olması, elektrik ve mekanik yönden canlı olmaması nedeniyle solV lead'i yararlı olmamaktadır. Hastada en geç kasılan segmentlerin ekokardiyografi ile belirlenerek, o segmentlerin venlerine solV lead'inin implantasyonu gerekmektedir.

### Kılavuzlara göre Sistolik Kalp Yetersizliği Hastalarında CRT Önerileri

- Tracy CM, Epstein AE, Darbar D, et al. 2012 ACCF/AHA/HRS Focused Update of the 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities. J Am Coll Cardiol. 2012; 60: 1297-1313.

**Sınıf I:** CRT aşağıdaki kriterlere sahip hastalarda endikedir.

- Sinüs ritminde, solV EF  $\leq$  %35, LBBB'li, QRS süresi  $\geq$  150 ms  
NYHA Sınıf II, III veya ayakta tedavi edilen Sınıf IV semptomlu, kılavuza uygun medikal tedavi uygulanan hastalar.  
Kanıt düzeyi: A (NYHA Sınıf III/IV), Kanıt düzeyi: B (NYHA Sınıf II)

**Sınıf IIa:** CRT aşağıdaki kriterlere sahip hastalarda yararlı olabilir.

- Sinüs ritmi, solV EF  $\leq$  %35, LBBB'li, QRS süresi = 120-149 ms  
NYHA Sınıf II, III veya ayakta tedavi edilen Sınıf IV semptomlu, kılavuza uygun medikal tedavi uygulanan hastalar. Kanıt düzeyi: B
- Sinüs ritmi, solV EF  $\leq$  %35, LBBB dışı ileti gecikmesi, QRS süresi  $\geq$  150 ms  
NYHA Sınıf II, III veya ayakta tedavi edilen Sınıf IV semptomlu, kılavuza uygun medikal tedavi uygulanan hastalar. Kanıt düzeyi: A
- Atriyal fibrilasyon, solV EF  $\leq$  %35, kılavuza uygun medikal tedavi uygulanan,
  - a) Ventriküler pacing gereken veya CRT kriterleri olan hastalar.
  - b) AV nod ablasyonu veya farmakolojik hız kontrolü CRT'de %100'e yakın ventriküler pacing sağlarsa. Kanıt düzeyi: B
- Kılavuza uygun medikal tedavi uygulanan, solV EF  $\leq$  %35, ventriküler pacing gereksinimi  $>$  %40 olan hastalar. Kanıt düzeyi: C

### CRT İMPLANTASYONU

#### İşleminin Amacı

Kalıcı kalp pili veya ICD implantasyonunda sağA'a ve/veya sağV'e kablo yerleştirilirken, CRT'de biventriküler uyarı verme için, SV'ye lead yerleştirilmesi gerekmektedir. SV kablosu başlangıçta torakotomi ile cerrahide uygulanırken, şimdi koroner sinüs yoluyla implante edilerek, SV'yi epikarttan uyarmaktadır. Transvenöz yaklaşımın başarısız olduğu hastalarda lead torakotomiyle yerleştirilmektedir.

#### İşleminin Teknik Prensipleri:

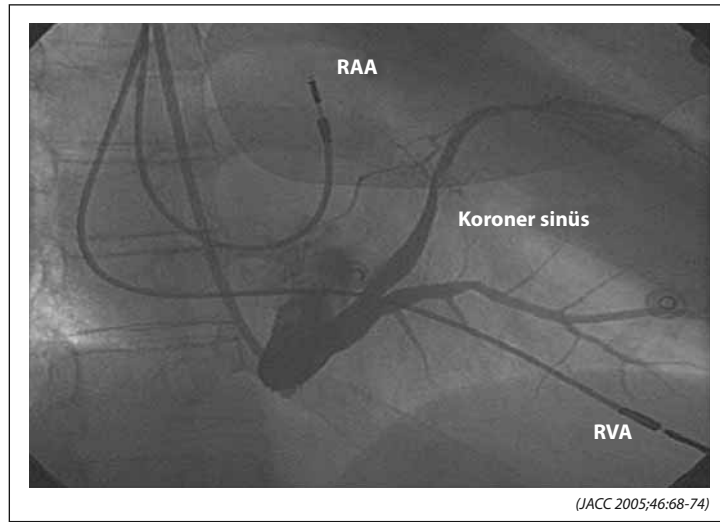
Girişim elektrofizyoloji veya kateterizasyon laboratuvarında steril koşullarda uygulanmaktadır.

1. Tüm hastalara girişiminden bir saat önce profilaktik antibiyotik verilir.
2. Çoğunlukla CRT-D (CRT + ICD) uygulandığından, pektoral adale altında cebi hazırlanır ve uygun hemostaz sağlandığından emin olunmalıdır. SV kablosunun implantasyonu

nunda koroner sinüs perforasyon riski olduğundan, antikoagülan ve antiagreganların kesilmeleri gereklidir.

3. Venöz giriş için sol subklavyan, sefalik veya aksiller venler kullanılır. Sol tarafın seçilme nedenleri, sağda iki ters açılanmanın koroner sinüse kablo yerleştirilmesini zorlaştırması ve defibrilasyon eşiğinin soldaki lead'lerde daha düşük olmasıdır. SağA ve sağV veya ICD lead'lerinin implante edilmesi, kalıcı kalp pili ve ICD implantasyonuna benzerdir.
4. J uçlu 'guiding sheath'le koroner sinüs kanüle edildikten sonra, uygun veni belirlemek için, balon tıkaçıcı kateterle el enjeksiyonu ile retrograd koroner sinüs venografisi yapılır. Ardından solV lead'i 'sheath'in içinden koroner sinüse geçirilerek, SV'nin serbest lateral duvarındaki vene yerleştirilir (Şekil 28).
  - SV kablosu yerleştirilmeden önce seçilmiş bölgenin canlılığı kontrol edilmelidir.
  - Lead yeri floroskopi ile gösterilir. Sol anterior oblik pozisyonda bazal-orta posterolateral SV'ye kablo yerleşmesi, sağV ve SV kablolarının birbirlerinden mümkün olabilen en uzak lokalizasyonda olmaları sağlanmalıdır.
  - Yalnız lateral göğüs radyografisinde gösterilen sağV ve SV kabloları arasındaki uzaklık, CRT'ye yanıtın en fazla öngördürücüsüdür.

Lead yerleştirilirken koroner sinüs travması sık olmakta, diseksiyon ve perforasyon görülebilmektedir.



(JACC 2005;46:68-74)

**ŞEKİL 28.** Sol ventrikül kablosunun yerleştirilmeden önce koroner sinüsün (CS) konumunun belirlenmesi. Floroskopide RAO projeksiyonda kalbin görüntüsü. Geleneksel sağ atriyal apendikte (RAA) fiksasyon kablosu ve sağ ventrikül apeksinde (RVA) kablosu. Kontrast boya yukarıya (sinüsün akım yönüne karşı) CS'ye (retrograd) injekte edilerek sol ventriküler dallar gösterilir (-pacing uyarısının ventrikülü yakaladığı yer).

### CRT'nin programlanması

SV kablosu unipolar veya bipolar olabilir. Distal ucu eksi unipolar kablo en sık implante edilendir. SağV lead'i distal ucu eksi bipolardır. SağV lead'indeki proksimal artı uç, SV kablonun da artı ucudur. CRT ile her iki ventrikülde eşzamanlı uyarı verme yapılır. Maksimal yarar sağlamak için uyarı verme devamlı olmalıdır. Tipik olarak, spontan iletiyi önlemek için DDD modta kısa AV aralıkla (80-110 msn) uyarı verme yapılır. Hastada atriyal fibrilasyon varsa, CRT'nin etkili olabilmesi için spontan ritminin araya girmemesi, ventrikül hızını yavaşlatan ilaçlarla veya AV düğüm ablasyonu ile sağlanmalıdır. Ventriküler pacing eşzamanlı veya kısa V-V gecikmesi ile uygulanmaktadır. Optimum AV aralığının belirlenmesi ve diğer parametrelerin değerlendirilmesi için uygun programlamanın ekokardiyografik inceleme ile birlikte yapılması gerekmektedir.

### EXTERNAL (TRANSTORASİK) KARDİOVERSİYON VE DEFİBRİLASYON

**Kardiyoversiyon**, göğüs duvarına yerleştirilen kaşıkla doğru akım '*direct current*' (DC) enerjisinin, QRS kompleksinin üzerine gelmesini sağlayacak bir zamanlama ile (senkronizasyon) uygulanan işlemdir.

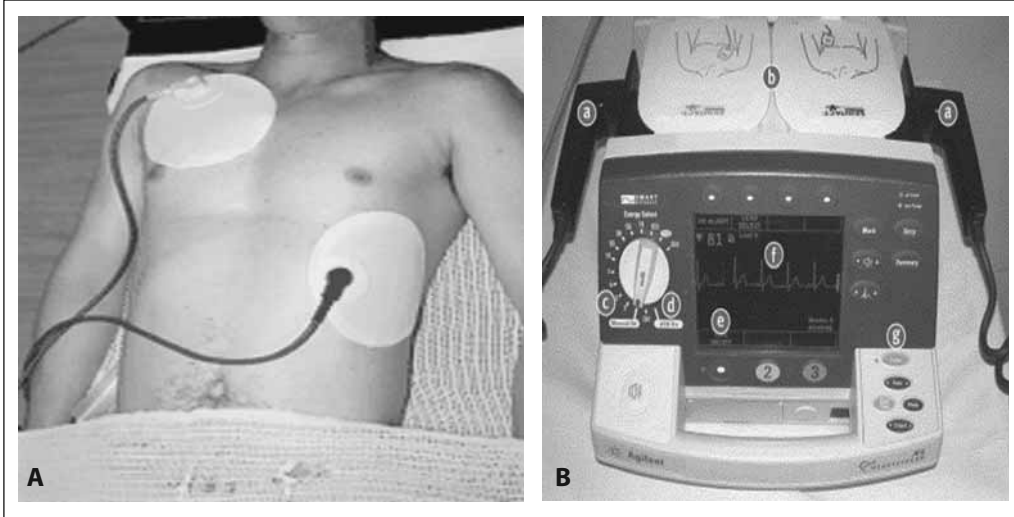
Sert veya yumuşak nitelikte olabilen kaşıklar yaklaşık 10-12 cm çapındadır ve biri 2.-3. interkostal aralık hizasında sternumun sağ tarafına, diğeri ise apeks veya biraz daha sol tarafa yerleştirilir (Şekil 29).

- Kaşıklar, kalp pili veya ICD varlığında cihazın zarar görmemesi için ön-arka pozisyonda tutulmalıdır. Atriyal fibrilasyonun ön-arka kardiyoversiyonu, klasik kaşık pozisyonuna göre daha başarılı olmaktadır. Kaşıklar, yanık olmaması ve enerjinin daha iyi iletilmesini sağlamak için jel ile ıslatılmalıdır. Ancak, iki kaşık arasında kesinlikle jel veya herhangi bir iletken olmamalıdır.
- DC kardiyoversiyon ağrılı bir işlem olduğundan, hasta kısa etkili bir anestezi ile uyutulmalıdır. İşlem sırasında hızlı entübasyon deneyimi olan bir hekimin, tercihan anestezi uzmanının bulunması gereklidir.
- Uygulanacak enerji düzeyi, atriyal fibrilasyon dışındaki aritmilerde 25-50 joule'den başlar ve şokun etkisiz olması halinde doz artırılır. Atriyal fibrilasyonda ise ilk uygulanacak enerji en az 200 joule olmalıdır.

Söz konusu enerji değerleri monofazik şok uygulayan cihazlar içindir. Gittikçe daha yaygın olarak kullanılan bifazik cihazlar ile uygulanan enerji seviyesi monofazik cihazların yaklaşık yarısı kadardır. Bifazik şok uygulamalarında monofaziklere göre başarı oranı daha yüksektir. Düşük enerji kullanımının sağladığı üstünlük, miyokart hasarının ve geçici ileti sistemi bozukluklarının daha az görülmesidir. Kardiyoversiyon genel olarak refrakterliği arttırarak, reentran aritmileri sonlandırmaktadır.

Acil elektriksel kardiyoversiyonun başlıca endikasyonu, özellikle yüksek ventrikül hızında hemodinamiğin bozulmasıdır (kalp yetersizliğinin kötüleşmesi, yeni kalp yetersizliği gelişmesi veya hipotansiyon gibi). Bu durumda gerek başarı olasılığının önceden kestirilememesi, gerekse hemodinamik bozulmanın daha da ağırlaşması endişesi ile bu hastalarda antiaritmik tedavi uygun değildir (ilaçlar ile antiaritmik etkinin geç başlaması ve çoğu ilacın





**ŞEKİL 29. (A)** Kaşıkların biri 2.-3. interkostal aralık hizasında sternumun sağ tarafına, diğeri ise apeks veya biraz daha sol tarafa yerleştirilir.

**(B)** Defibrilatör: **a)** kasıklar, pedallar; **b)** göğüze yapıştırılan (A'daki gibi) pad'lar; **c)** senkron/asenkron şok, mandalı; **d)** uygulanan voltaj; **e, f)** monitor; **g)** şarj/deşarj etme butonları.

hipotansif ve negatif inotropik etkileri nedeniyle). Hemodinamiğin bozulması halinde taşikardinin tipi ne olursa olsun bir an önce sonlandırılması için acil kardiyoversiyon uygulanmalıdır. Kardiyoversiyonun diğer bir endikasyonu antiaritmik tedaviye cevap vermeyen taşikardilerdir. Kardiyoversiyon antiaritmik tedaviye göre çok daha yüksek başarı oranı ile aritmiilerin sonlandırılmasını sağlamaktadır.

Örneğin; persistan atriyal fibrilasyonda farmakolojik kardiyoversiyon oranı çok daha düşük iken, elektriksel kardiyoversiyon ile %70-%90 oranında sinüs ritmi sağlanabilmektedir.

Atriyal fibrilasyonda, kardiyoversiyon sonrası geçici ST-T değişiklikleri, atriyal ve ventriküler ektopide artış ve ileti sistemi bozuklukları görülebilmektedir (post-taşikardik elektrofizyolojik sendrom). Bu tür değişiklikler genellikle geçicidir ve tedavi gerektirmez. Kardiyoversiyon ile miyokart hasarının oluşması rutin uygulanan dozlarda (<300 joule) oldukça nadirdir. Ancak tekrarlanan çok sayıdaki ICD şokundan sonra (özellikle önceden solV disfonksiyonu bulunan hastalarda) ciddi kalp yetersizliği tablosu gelişebilmektedir.

Kardiyoversiyonun komplikasyonlarından bir kısmı senkronizasyonun unutulması veya tam gerçekleştirilememesinden kaynaklanmaktadır. Senkronize uygulanmayan şoklar ventrikül fibrilasyonu gibi fatal aritmilere yol açabilmektedir.

Kardiyoversiyonun diğer bir komplikasyonu atriyal fibrilasyon ve atriyal “flutter”li hastalarda kardiyoversiyon sonrası %1-5 oranında görülen tromboembolidir. Uygun antikoagulan tedavi ile bu risk minimuma indirilebilir.

**Defibrilasyon**, QRS’e senkronize olmadan (asenkron) rasgele DC şok uygulanmasına “defibrilasyon” denilmektedir. Defibrilasyon ventriküler “flutter”, çoğunlukla ventriküler fibrilasyonun sonlandırılmasında uygulanmaktadır. Resüsitasyon ile ilgili tedavi kılavuzlarında, ilk defibrilasyon dozunun arka arkaya 3 kere 200 Joule, ardından 300 Joule ve maksimum 360 Joule olması önerilmektedir (Fig DC).

*2012 ACCF/AHA/HRS (Focused Update Incorporated Into the ACCF/AHA/HRS) kılavuzu SDD kalıcı kalp pili indikasyonlarını yenilemiştir, buna göre:*

## 2012-Kardiyak Ritm Anormalliklerinde Cihazlar ile Tedavi Kılavuzu:

(2008 ile birleştirilip güncelleştirilmiş 2012 ACCF/AHA/HRS Kılavuzu)  
<http://circ.chcwournals.org/lookup/suppl/doi:1161/circ>.

2012 ACCF/AHA/HRS Focused Update Incorporated Into the ACCF/AHA/HRS 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities:

A Report of the American College of Cardiology Foundation/  
 American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society

AHA/ACC/HRS, kardiyak ritm anormalliklerinin cihaza dayanan tedavisinde kalp pili implantasyonu için 2008 kılavuzunun indikasyonları ve de kalp pili jeneratörü seçimi için tavsiyeleri 2012’de yayınlanan kılavuzunda güncellemiştir (Sayfa 703, Tablo 9). Buna göre sinüs düğümü disfonksiyonunda, AV bloklar, kronik trifasiküler blokta, AMİ sonrası, hipersensitif karotis sinüs sendromu ve norokardiyojenik senkopta, hipertrofik kardiyomiyopatide; ICD ve CRT indikasyonları. ESC-2012 Akut veya kronik KY teşhis ve tedavi kılavuzunda yenilen CRT ve İCD indikasyonları da gösterilmiştir.

## Sinüs Düğümü Disfonksiyonunda (SDD) Kalıcı Uyarı Verme Tavsiyeleri:

### Sınıf I:

1. Semptomlar oluşturan sık sinüs araları dahil gösterilmiş semptomatik bradikardili SDD’de kalıcı kalp pili (KKP) implantasyonu indikedir.
2. Semptomatik kronotropik yetersizlikte KKP indikedir.
3. Tıbbi durum için gerekli medikal tedavi sonucunda oluşan semptomatik sinüs bradikardisinde KKP indikedir.

### Sınıf IIa:

1. Bradikardi (veya gerçek bradikardi gösterilememiş) ile anlamlı devamlı semptomlar ile net olarak ilişkili, <40 dk kalp hızı ile SDD’de KKP takılması mantıklıdır.
2. Kaynağı açıklanamayan senkopta, EFG’de (elektrofizyoloji çalışma) keşfedilmiş veya provoke edilmiş klinik olarak anlamlı anormal sinüs düğümü fonksiyonunda KKP takılması mantıklıdır.

**Sınıf III:**

1. SDD'de asemptomatik hastalarda KKP takılması indike değildir.
2. Bradikardiyi ima eden semptomların, bradikardi olmadığında da meydana geldiği net olarak gösterilmişse KKP kontraindikedir.
3. Temel-olmayan ilaç tedavisine bağlı semptomatik bradikardi'li SDD'de KKP implantasyonu indike değildir.

**Erişkinlerde Edinsel AV Bloklarda Tavsiyeler:****Sınıf I:**

1. Semptomlu bradikardi (KY dahil) veya AV bloğa bağlı olduğu zannedilen, ventriküler aritmiler ile ilişkili anatomik düzeyi ne olursa olsun Üçüncü-derece AV Blok ve ileri İkinci-derece AV Bloкта KKP indikedir.
2. Semptomatik bradikardi ile sonuçlanan ilaç tedavisi gerektiren durumlarda, Üçüncü-derece AV Blok veya İleri İkinci-derece AV bloklarda.
3. Uyanırken semptomsuz ve sinüs ritminde olan hastarda;  $\geq 3.0$  saniye asistoli veya hızı  $<40$ /dk her kaçış ritmi, AV düğümün altından kaçış ritmi ile olan (anatomik düzeyi ne olursa olsun) Üçüncü-derece AV blok veya İleri İkinci-derece AV bloklarda KKP indikedir.
4. Uyanırken semptomsuz en az 5 saniye bir veya daha fazla arası (pause) olan AF ve bradikardili (anatomik düzeyi ne olursa olsun) Üçüncü-derece veya ileri İkinci-derece AV bloкта KKP indikedir.
5. AV kavşağın kateter ile ablasyonundan sonra oluşan her anatomik düzeydeki Üçüncü-derece AV blok veya İleri İkinci-derece AV bloкта KKP indikedir.
6. Cerrahiden sonra düzeleceği beklenmeyen postoperatif AV blok ile ilişkili Üçüncü-derece AV blok veya İleri İkinci-derece AV bloкта KKP indikedir.
7. Semptomatik bradikardi ile ilişkili noromüsküler hastalık ile AV blokla ilişkili ileri ikinci derece AV bloкта (miyotonik müsküler distrofi, Kearns-Sayre sendromu, Erb distrofisi, peroneal müsküler distrofi) bloğun yeri ve tipi ne olursa olsun KKP indikedir.
8. Bloğun yeri ve tipi ne olursa olsun semptomatik bradikardi ile ilişkili ileri ikinci derece AV bloкта KKP indikedir.
9. Semptomatik kalıcı üçüncü derece AV bloкта her anatomik yerde; birlikte uyanırken ventriküler hız  $40$ /dk veya daha hızlı ve sol ventrikül disfonksiyon veya kardiyomegali bulunuyorsa veya bloğun yeri AV düğümün altında ise KKP indikedir.
10. Miyokardiyal iskemi yokluğunda egzersiz sırasında İkinci-derece ve Üçüncü-derece AV bloklarda KKP indikedir.

**Sınıf IIa:**

1. Kaçış ritmi  $>40$ /dk, devamlı Üçüncü-derece AV bloklu ve kardiyomegalisi olmayan asemptomatik erişkin hastalarda KKP implantasyonu mantıklıdır.
2. EFÇ'de intra veya infra- His düzeyde asemptomatik İkinci-derece AV bloкта KKP implantasyonu mantıklıdır.
3. "Kalp-pili sendromu" veya hemodinamik bozukluğa benzer semptomları olan Birinci- veya İkinci-derece AV bloкта KKP implantasyonu mantıklıdır.
4. Dar QRS kompleksli Tip II İkinci-derece AV bloкта KKP implantasyonu mantıklıdır. Geniş QRS ile (izole sağ dal bloğu) Tip II İkinci-derece AV blok olmuşsa, "Sınıf I KKP indikasyonu" oluşur.

**Sınıf III:**

1. Asemptomatik Birinci-derece AV blokta KKP indike değildir.
2. İntra- veya infra-Hisian düzeyde olduğu bilinen Asemptomatik Tip I İkinci-derece AV blokta KKP indike değildir.
3. Çözülmesi beklenen ve tekrarlaması olası olmayan AV blokta indike değildir (Semptomsuz geçici vagal tonus veya uyku apnesi sırasında hipoksi de).

**Kronik Trifasiküler Blokta Kalıcı Kalp Pili indikasyonları:****Sınıf I:**

1. İleri İkinci-derece AV blok veya intermitan Üçüncü-derece AV blokta KKP indikedir.
2. Tip II İkinci-derece AV blokta indikedir.
3. Alterne eden dal bloğunda indikedir.

**Sınıf IIa:**

1. Senkopun AV bloğa bağlı olduğu gösterilememiş fakat diğer sebepler (özellikle ventriküler taşikardi) ekarte edilmişse KKP implantasyonu mantıklıdır.
2. Asemptomatik hastalarda, EFÇ'de uzamış HV intervali de (>100 msan) bulunduğu implantasyonu mantıklıdır.
3. EFÇ'de fizyolojik olmayan uyarı-vermenin neden olduğu İnfra- His blokta KKP implantasyonu mantıklıdır.

**Sınıf III:**

1. AV blok veya semptom olmayan fasiküler blokta KKP indike değildir.
2. Semptomsuz fasiküler blok ile Birinci-derece AV blokta KKP indike değildir.

**Miyokart İnfarktüsünün Akut Fazından sonra Kalıcı Kalp Pili Tavsiyeleri:****Sınıf I:**

1. ST-segment elevasyonlu MI'den sonra His-Purkinje sistemi içi ile alterne eden dal bloğunda, His-Purkinje sistemi içinde İkinci-derece AV blokta veya His-Purkinje sisteminin altında Üçüncü-derece AV blokta KKP indikedir.
2. İnfranodal AV Blok ve ilişkili dal bloğu Geçici İleri İkinci-derece veya Üçüncü-derece AV blok bloğunda KKP indikedir, blok yeri belirsizse, EFÇ gerekebilir.
3. Devamlı ve semptomatik İkinci- veya Üçüncü-derece AV bloklarda indikedir.

**Sınıf IIb:**

1. AV düğüm düzeyinde devamlı İkinci-derece veya Üçüncü-derece AV bloklarda semptomlar olmasa dahi kalıcı ventriküler uyarı verme düşünülebilir.

**Sınıf III:**

1. İntraventricüler ileti bozukluğu bulunmayan geçici AV blokta KKP indike değildir.
2. İzole sol ön fasikül bloğunda geçici AV blokta KKP indike değildir.

3. AV blok bulunmayan yeni dal bloğu veya fasikül blokta KKP indike değildir.
4. Dal bloğu veya fasikül bloğu varlığında asemptomatik Birinci-derece AV blokta KKP indike değildir.

### **Hipersensitif Karotis Sinüs Sendromu ve Nörokardiyojenik Senkopta KKP Tavsiyeleri:**

#### **Sınıf I:**

1. >3 san ventriküler asistoliye sebep olan, spontan oluşan karotis sinüs stimülasyonu ve karotis sinus baskısı sebep olduğu tekrarlayan senkopta indikedir.

#### **Sınıf IIa:**

1. Net olmayan senkopta, provokatif olaylar ve  $\geq 3$  san hipersensitif kardioinhibitör cevapta KKP implantasyonu mantıklıdır.

#### **Sınıf III:**

1. Karotis sinüs stimülasyonuna semptomsuz veya müphem semptomlu hipersensitif kardiyo inhibitör cevapta indike değildir.
2. Durumsal vazovagal senkopta indike değildir.

### **Taşikardiyi sonlandırmak için otomatik olarak bulan ve uyarı veren KKP (ICD) tavsiyeleri:**

#### **Sınıf IIa:**

1. Kateter ablasyonu ve ilaçlar aritmiyi kontrol etmede yetersiz veya tolere edilemeyen yan etkileri olduğunda kalıcı uyarı verme mantıklıdır.

#### **Sınıf III:**

1. Hızlı anterograd ileti kapasitesi bulunan yüksek riskli hastalarda aksesör yolda KKP indike değildir.

### **Taşikardiyi önlemede Uyarı verme Tavsiyeleri:**

#### **Sınıf I:**

1. Uzamış QT olsun olmasın süregelen, “pause” bağımlı VT’de KKP indikedir.

#### **Sınıf IIa:**

1. Konjenital uzun QT sendromlu hastalarda KKP düşünülmelidir.

#### **Sınıf III:**

1. Uzun QT bulunmayan süregelen VT olmayan sık veya kompleks ventriküler ektopide KKP kontraindikedir.  
Geri-dönümlü sebepleri bulunan Torsade de Pointeste KKP indike değildir.

**Atriyal Fibrilasyonu önlemede Uyarı verme tavsiyeleri:****Sınıf III:**

1. Başka bir Kalp pili indikasyonu bulunmadığında, AF'den korunmak için Kalıcı uyarı verme indike değildir.

**Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi:****Sınıf I:**

1. Kılavuzların önerdiği tıpsal tedaviye (KÖT) rağmen NYHA sınıf II, III veya ambulator Sınıf IV semptomlu SVEF  $\leq 35$ , sinüs ritminde, QRS süresi  $\geq 150$  msan olan Sol dal bloklı hastalar.

**Sınıf IIa:**

1. SVEF  $\leq 35$ , sinüs ritminde, sol dal bloğu ile QRS süresi 120-149 msan, KÖT'e rağmen NYHA sınıf II, III veya ambulator sınıf IV semptomlu hastalarda CRT faydalı olabilir.
2. SVEF  $\leq 35$ , sinüs ritminde, sol dal bloğu-olmayan, QRS süresi  $\geq 150$  msan, KÖT'e rağmen NYHA sınıf III/ambulator sınıf IV semptomlu hastalarda CRT faydalı olabilir.
3. AF'li, SVEF  $\leq 35$  (KÖT'de); (a) hastaya ventriküler kalp pili gerekiyor veya diğer taraftan CRT kriteri bulunuyorsa; (b) AV nodal ablasyon veya farmakolojik hız kontrolü CRT ile ventriküler uyarı verme %100'e yakın faydalı olabilir.
4. EF'si  $\leq 35$ , KÖT altındaki hastalarda ve yeni cihaz veya değiştirmeye gidenlerde anlamlı ( $>40$ ) ventriküler uyarı verme ihtiyacı beklenenlerde CRT faydalı olabilir.

**Sınıf III:**

1. QRS süresi  $<150$  msan, sol dal bloğu paterni göstermeyen, NYHAI veya II semptomlu hastalarda CRT gerekmez.
2. Komorbidler ve/veya güçsüzlükten dolayı iyi fonksiyonel kapasite ile  $<1$  yıl kısıtlı sağkalımı olanlarda CRT indike değildir.

**Hipertrofik Kardiyomiyopatide Uyarı verme Tavsiyeleri:****Sınıf I:**

1. HKMP'li sinüs düğümü disfonksiyonu ve AV bloğunda KKP indikedir.

**Sınıf III:**

1. Asemptomatik veya semptomları tıpsal olarak kontrol edilmiş hastalarda indike değildir.
2. SV çıkış yolu obstrüksiyonu bulunmayanlarda indike değildir.

**İmplant edilebilen Kardiyoverter Defibrilatör için Tavsiyeler:****Sınıf I:**

1. VF'ye bağlı kardiyak arrestten kurtulmuş veya hemodinamik olarak anstabil VT, geri dönüşlü sebepleri değerlendirme sonucu tam olarak dışlandıktan sonra İCD tedavisi indikedir.
2. Yapısal kalp hastalığı ve hemodinamik olarak stabil veya anstabil olsun olmasın spontan süregelen VT'de indikedir.

3. Kaynağı belirlenemeyen senkopta, klinik olarak uygun hemodinamik anlamlı veya EFC'de oluşturulabilen süregelen VT veya VF'de indikedir.
4. Önceki Mİ'ye bağlı ve postMİ en az 40 günde SVEF  $\leq$  %35, NYHA sınıfı II veya III olan hastalar.
5. SVEF  $\leq$  %35, NYHA sınıfı II veya III noniskemik dilate kardiyomiyopati.
6. Önceki Mİ'ye bağlı ve postMİ en az 40 günde olan SV disfonksiyonlu SVEF  $\leq$  %30, NYHA sınıfı I hastalar.
7. Önceki Mİ'ye bağlı süregelen-olmayan VT'li, SVEF  $\leq$  %40 ve EFC ile uyarılabilen VF veya süregelen VT.

#### Sınıf IIa:

1. Açıklanamayan senkopta, anlamlı SV disfonksiyonu ve noniskemik DKMP'de ICD implantasyonu mantıklıdır.
2. Süregelen VT ve normal veya normale yakın ventrikül fonksiyonunda ICD implantasyonu mantıklıdır.
3. Ani Kalp Ölümü için bir veya daha fazla major risk faktörleri bulunanlarda ICD implantasyonu mantıklıdır.
4. Ani kalp ölümünün bir veya daha fazla risk faktörü bulunan aritmojenik sağ ventrikül displazisi/kardiyomiyopatisinde AKÖ'den korunmada ICD implantasyonu mantıklıdır.
5. Beta bloker aldığı sırada senkop veya VT geçiren uzun QT sendromunda AKÖ azaltmak için ICD implantasyonu mantıklıdır.
6. Hastaneye yatırılmamış, transplantasyon bekleyen hastalarda ICD implantasyonu mantıklıdır.
7. Senkoplu Brugada sendromunda düşünülmelidir.
8. Kardiyak arrest ile sonuçlanmayan Brugada da belgelenmiş VT'de ICD implantasyonu mantıklıdır.
9. Katekolaminerjik polimorfik VT'de beta bloker aldığı sırada senkop ve/veya belgelenmiş süregelen VT'de ICD implantasyonu mantıklıdır.
10. Kardiyak sarkoidoz, dev hücreli miyokardit veya Chagas hastalığında ICD implantasyonu mantıklıdır.

#### Sınıf III:

1. İyi fonksiyonel durumda yaşam beklentisi en az 1 yıl olmayan, sınıf I, IIa ve IIb kriterler bulunsa dahi İCD kontrindikedir.
2. Sürekli VT veya VF'de İCD tedavisi indike değildir.
3. Cihaz implantasyonu ile kötüleşebilecek psikiyatrik hastalığı bulunanlarda indike değildir.
4. Konjestif kalp yetersizliğinde, ilaç tedavisine refrakter ve kalp transplantasyonuna aday olmayan NYHA sınıf IV hastalarda indike değildir.
5. Sebebi belirlenemeyen ve uyarılabilen VTA (ventriküler taşiaritmi) ve yapısal kalp hastalığı bulunmayan hastalarda indike değildir.
6. VT veya VF cerrahi veya kateter ile tedavi edilebilecekse (WPW ile ilişkili atriyal aritmiler, sağV veya SV çıkış-yolu VT, idiyopatik VT veya yapısal kalp hastalığı yokluğunda fasiküler VT'de) indike değildir.
7. Yapısal kalp hastalığı yokluğunda tamamen geri-döndürülebilen sebeplere (elektrolit dengesizliği, ilaçlar veya travma) bağlı VTA'da indike değildir.

**TABLO 9.** Uyarı verme için seçilmiş indikasyonlarda kalp pili jeneratörü seçimi

| Kalp Pili Jeneratörü                                                | Sinüs düğümü disfonksiyonu                                                                                                                                                                                                         | Atriyoventriküler blok                                                                                                                                                                                                   | Nöral aracılı senkop veya karotis sinüs hipersensivitesi:                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tek-odacıklı Atriyal kalp pili:</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AV ileti anormalliğinden şüphelenilen ve gelecekte AV blok riski yükselmemiş.</li> <li>• Uyarı verme sırasında AV senkroninin devam etmesi arzu ediliyorsa</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uygun değil</li> </ul>                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uygun değil</li> </ul>                                                                                    |
| <b>Tek odacıklı ventriküler kalp pili:</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uyarı verme sırasında AV senkroninin sürmesi gerekmez</li> <li>• Hız cevabı arzu ediliyorsa sağlanabilir.</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kronik AF veya diğer atriyal taşiaritmiler veya uyarı verme sırasında AV senkroninin devam etmesi gerekli değil.</li> <li>• Hız cevabı arzu ediliyorsa sağlanabilir.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kronik AF veya diğer atriyal taşiaritmiler.</li> <li>• Hız cevabı arzu ediliyorsa sağlanabilir</li> </ul> |
| <b>İki odacıklı kalp pili:</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uyarı verme sırasında arzulanırsa AV senkroni</li> <li>• AV ileti anormalliğinden şüpheleniliyorsa veya gelecekte AV blok riski yükselmişse</li> <li>• Arzulanırsa hız cevabı.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arzulanırsa hız cevabı sağlanabilir.</li> <li>• Uyarı verme sırasında arzu ediliyorsa AV senkroni</li> <li>• Arzu ediliyorsa hız cevabı sağlanabilir.</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinüs mekanizması bulunur.</li> <li>• Arzu ediliyorsa hız cevabı.</li> </ul>                              |
| <b>Tek uyarı verme teli, Atriyal hissetme ventriküler Kalp pili</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uygun değil.</li> </ul>                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalp pili uyarı verme tellerinin sayısının kısıtlanması arzu edilir.</li> </ul>                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Uygun değil.</li> </ul>                                                                                   |



## 2012-ESC Akut ve Kronik Kalp Yetersizliği Teşhis ve Tedavi Kılavuzu:

(doi:1.1093/eurheartj/ehs104)

### Kalp yetersizliğinde implante edilebilen kardiyoverter defibrilatör indikasyonları:

#### 1. Sekonder korunma:

- İyi fonksiyonel kapasitede >1 yıl yaşam beklentisi olan, hemodinamik instabiliteye sebep olan ventriküler aritmisi olan hastalarda ani kalp ölümü riskini azaltmak için (Sınıf I,A).

#### 2. Primer korunma:

- $\geq 3$  ay optimal farmakolojik tedaviye rağmen NYHA II-III semptomatik KY'li EF  $\leq$  %35 hastalarda, iyi fonksiyonel durum ile beklenen sağkalım >1 yıl olanlarda, ani kalp ölümü riskini azaltmak için (i)-iskemik etyoloji ve AMİ'den sonra >40 gün; (ii)- noniskemik etyoloji (Sınıf I, A).

#### 3. Sinüs ritminde NYHA II-III ve ambulator Sınıf IV KY ve EF'si optimal farmakolojik tedaviye rağmen devamlı düşük hastalarda:

##### a) Sol dal bloğu gösteren QRS morfolojisi:

- Sinüs ritminde, QRS süresi  $\geq 120$  ms, sol dal bloğu QRS morfolojisi ve EF  $\leq$  %35, iyi fonksiyonel durumda >1 yıl sağkalım beklentisi olanlarda KY ile hastane yatışı ve erken ölüm riskini azaltmak için CRT-P/CRT-D tavsiye edilir (Sınıf I,A).

##### b) Sol dal bloğu olmayan QRS morfolojisi:

- Sinüs ritminde, QRS morfolojisinden bağımsız QRS süresi  $\geq 150$  ms, ve EF  $\leq$  %35, iyi fonksiyonel durumda >1 yıl sağkalım beklentisi olanlar; CRT-P/CRT-D düşünülmelidir (Sınıf IIa,A).

### Kaynaklar

1. Brignole M, Occhetta E, Bongiorni MG, et al. Clinical evaluation of defibrillation testing in an unselected population of 2,120 consecutive patients undergoing first implantable cardioverter-defibrillator implant. JACC. 2012; 60: 981-7.
2. Zipes DP, Camm AJ, Borggrefe M, et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines: Developed in Collaboration With the European Heart Rhythm Association and the Heart Rhythm Society Circulation. 2006; 114: e385-e484.
3. Tracy CM, Epstein AE, Darbar D, et al. 2012 ACCF/AHA/HRS Focused Update of the 2008 Guidelines for Device-Based Therapy of Cardiac Rhythm Abnormalities A Report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. Circulation. 2012; 126: 1784-1800.

## 2013-ESC Kılavuzunda Kardiyak uyarı verme (Antibradikardi) ve Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi ve MRI Tavsiyeleri:

(<http://euroheartj.oxfordjournals.org/by on November 23,2013>)

### Yeni kılavuzun yoğunlaştığı konular, görüşler ve önemli tavsiyeler :

- Mekanizmasına ile koşullara bağlı bradikardiler sınıflaması: EKG ile gösterilmiş devamlı, gelip-geçici bradikardi ve henüz belgelenmemiş şüpheli gelip-geçici bradikardi. Mekanizmasına göre (klinik prezentasyonu gibi) bradiaritmilerin sınıflaması etyolojilerine kıyasla kalıcı kalp pili tedavisinin seçiminde daha yardımcıdır.
- CRT için indikasyonları sol dal bloğunun (SDB) varlığına odaklanmıştır. NYHA II ve III hastalarda tek indikasyon verilmiştir: CRT'nin faydalı etkileri erkeklerde, non-iskemik kardiyomyopti ve QRS süresi>150 ms bulunduğu daha fazladır. AF'li hastalarda farklı tavsiyeler verilmiştir. Bu hastalar CRT için ve AV kavşak ablasyonu için altgruplara ayrılmıştır.
- Pacing için Bradi indikasyonu bulunan hastalarda “*upgrade- veya de novo*” gibi ilk kez farklı indikasyon tavsiyesi verilmiştir.
- Primer korunmada, klinik olarak yönlendirme ile CRT-P veya CRT-D arasında seçimi tedarik edilmiştir.
- En iyi modelin seçimi için Pacing/CRT karar verme indikasyon sürecinde, komplikasyonların riski dikkatle değerlendirilmeli. Genel olarak, daha kompleks cihaz implante edildiğinde risk (tekrar girişim ve “*upgrade*”) yükselir.
- Aşağıda yenilenmiş kılavuzda antibradikardi Pacing, CRT ve MRI uygulamanın sınıf I ve IIa tavsiyeler özetlenmiştir.

### A. Devamlı Bradikardide Uyarı Verme İndikasyonları:

#### Sınıf-I ve -IIa indikasyonlar:

##### 1) Sinüs Düşümü Hastalığı:

- Semptomlar klinik olarak açıkca Bradikardiye atfediliyorsa uyarı verme indikedir.

##### 2) Edinsel AV Blok:

- Üçüncü -ve Tip II ikinci -derece AV Bloкта, semptomlar ne olusa olsun uyarı verme indikedir.
- Tip I İkinci-derece AV Bloкта; semptomlara sebep oluyorsa veya EFÇ'de intra veya İnfra-His Blok bulunuyorsa; Pacing düşünülmelidir (Sınıf IIa).

### B. Belgelenmiş Gelip geçici (intermitan) Bradikardide Pacing İndikasyonları:

#### Sınıf -I ve -IIa İndikasyonlar:

- 1) **BradiTaşı şekli dahil Sinüs düşümü hastalığı:** Sinüs düşümü durması ve sino-atriyal bloğa bağlı semptomatik bradikardide.
- 2) **Yavaş ventriküler cevaplı intermitan/Paroksizmal AV blok:** İntermitan/Paroksizmal intrinsek Üçüncü- veya İkinci-derece AV Bloкта uyarı verme indikedir.
- 3) **Refleks Asistolik Senkop:** ≥ 40 yaşında tekrarlayan, öngörülemeyen refleks senkoplar ve belgelenmiş sinüs durması veya AV blok veya ikisinin kombinasyonuna bağlı semptomatik aralarda uyarı verme düşünülmelidir (Sınıf IIa).
- 4) **Sinüs durmaları veya AV blokta asemptomatik aralar (pause):** Senkop hikayesi ve belgelenmiş asemptomatik sinüs durması, sino-atriyalblok veya AV blokta >6s aralarda uyarı verme düşünülmelidir (Sınıf IIa).

### C. Belgelenmemiş Reflex Senkopta Uyarı Verme:

- **Karotis sinüs senkopu:** Dominant Kardiyoinhibitör karotis sinüs senkopu ve öngörülemeyen tekrarlayan senkobunda uyarı verme indikedir.

## CRT İMPLANTASYONU:

### i. Sinüs ritminde CRT: Sınıf –I ve IIa indikasyonlar:

- 1) **QRS süresi >150 ms’li SDB (sol dal bloğu)**, EF  $\leq$  %35, yeterli medikal tedaviye rağmen NYHA sınıfı II, III ve ambulator IV hastalardaindikedir.
- 2) **QRS süresi 120- 150 ms’li SDB’li**, kronik KY ve EF  $<$  %35, medi düşünölmelidir kal tedaviye rağmen NYHA sınıfı II, III ve ambulator kalan kronik KY hastalarında indikedir.
- 3) **QRS süresi >150 ms’li SDB olmayan**, kronik KY’li ve EF  $\leq$  %35, yeterli tedaviye rağmen NYHA sınıfı II, III ve ambulator IV kalan hastalarda düşünölmelidir (Sınıf IIa).

### ii. Kalıcı AF’de CRT indikasyonları:

- 1) **Geniş QRS ve düşük EF’li KY’li hastalarda:**
  - IA) Kronik KY’de, İntrensek QRS  $\geq$ 120 ms ve EF $\leq$  %35, yeterli medikal tedaviye rağmen NYHA sınıfı III ve ambulator IV kalanlarda, BİV Pacing %100’e sağlanabiliyorsa düşünölmelidir (Sınıf IIa).
  - IB) İnkomples BİV Pacinge AV kavşak ablasyonu eklenmelidir (Sınıf IIa)
- 3) **Kontrol edilemeyen kalp hızı bulunan ve AV nodal ablasyona aday**, EF’si düşük hız kontrolundan ablasyona aday hastalarda düşünölmelidir (Sınıf IIa).

### iii. Kalp Yetersizliği ve Geleneksel Kalp Pili indikasyonlu hastalarda “Upgraded veya de novo” CRT İndikasyonu:

- 1) **Geleneksel Kalp pili veya ICD’den Upgrade:** EF  $<$  %35 ve yüksek oranda ventriküler Pacingde, NYHA sınıf III ve ambulator IV kalan KY’li hastalarda indikedir (Sınıf I).
- 2) **De novo CRT:** EF’si düşük ve KYnin kötüleşme riskini artıran yüksek oranda ventriküler Pacing beklenen KY’li hastalarda düşünölmelidir (Sınıf IIa).

### iv. İmplant edilebilen Kardiyoverter Defibrilatör (İCD ve CRT) indikasyonu:

- 1) İCD planlandığında, indike olduğu zaman CRT tavsiye edilmiştir (Sınıf I).
- 2) CRT planlandığında, (ileri KY, sağkalım beklentisi  $>$ 1 yıl, stabil KY NYHA II, ciddi renal yetersizlik veya diyaliz) koşullarındaki hastalarda CRT-D cihazının implantasyonu düşünölmelidir (Sınıf IIa).

## KARDİYAK CİHAZI İMPLANTE EDİLEN HASTALARDA MAGNETİK REZONANS:

- 1) **Geleneksel Kardiyak cihazlarda: 1.5 T’de MR, uygun önlemler alınmışsa, düşük komplikasyon riski ile yapılabilir (Sınıf IIb).**
- 2) **MR-Koşullarına bağlı Kalp Pili sistemleri:** MR-koşullarına uyumlu kalp pili sistemlerinde, 1.5T’de MR güvenle yapılabilir (Sınıf IIa).

## ACİL (TRANSVENÖZ) GEÇİCİ UYARI VERME

Geçici uyarı verme ile tedavi edilen hastalarda komplikasyon lar sık görölür, bunlar sadece implantasyon ile ilgili olmayıp implante edilen uyarı verme kablosunun pozisyonunun korunması,yakala eşğinin değışmesi, malfonksiyon, hatalı proglamlama veya eksternal kalp pili bataryasının boşalması ile de ilgilidir; bunların yanı sıra kazara uyarı verme kablosunu çekip çıkarmak gibi hasta ile ilgili komplikasyonları da ihtiva eder. Dolayısı ile, geçici transvenöz uyarı vermenin uzun süre kullanımı infeksiyon ve trombo-embolik olayların risklerinin eşlik etiğı yatalak hastalarla sınırlı kalabilir. Sonuç olarak bu yan etkiler ve komplikasyonlar geçici uyarı vermenin sağladığı faydadan ağır basar. Bu nedenle;

2013 ESC kılavuzunun inandığı görüş, geçici uyarı verme kullanıldığında mümkün olabildiğince engellenmelidir, tedavi süresi olabildiğince kısa olmalıdır. Klinik pratiğeye için uygun olan kılavuz tavsiyeleri:

- Geçici transvenöz uyarı verme rutin olarak kullanılmamalıdır, sadece kronotropik ilaçlar yetersiz kaldığında, son başvuru olarak.

- Kontrindike olmadıkça kısıtlı süre pozitif kronotropik ilaç infüzyonu (isoproteranol, epinefrin gibi) tercih edilebilir.
- Geçici transvenöz uyarı verme aşağıdaki olgularla sınırlandırılmıştır: (i) Kaçış ritmi olmayan AV blok, (ii) özellikle girişimsel işlemler sırasında oluşan (perkutan koroner girişim sırası gibi) gibi yaşamı tehdit eden bradiaritmiler veya (iii) nadiren akut miyokard infarktüsü gibi akut durumlar, ilaç toksisitesi veya eşlik eden sistemik enfeksiyonlar.
- Kalıcı kalp pili indikasyonu saptanmışsa, kalıcı kalp pilini mümkün olabildiğince erken implante edilmesi için her efor gösterilmelidir.

**Eksternal Defibrilatör ile Transkutan Geçici Uyarı Verme:**

Flaster yamalar (patch) ve eksternal defibrilatör ile güvenilir ventriküler uyarma sağlanamaz, dolayısı ile sadece hemodinamik ve EKG monitorizasyonu ile kısıtlı olarak kullanılmalıdır. Bir an önce alternatif etkili girişimlerin uygulanması (kronotropik ilaçlar veya geçici/kalıcı uyarı verme) garanti edilmelidir.

## 4.1.B. KALICI KALP PİLİ İMPLANTASYONU

Prof. Dr. Cengiz Çeliker, Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu

### İŞLEMİN PRATİĞİ VE TEKNİK İPUÇLARI

Hastanın rutin aktivitelerine bağlı olarak giriş yeri ve kalp pilinin kutusunun yerleştirilmesi için sağ veya sol tarafı seçilir. İmplant yeri olarak genellikle daha az dominant taraf seçilir; sağ elini kullananlarda sol taraf seçilebilir. Hastanın spor ile ilgili aktivitesi de dikkate alınmalıdır. Ateşli silah atanlarda implant kişinin silahı kaldırdığı tarafın karşı tarafına takılır. Geri tepme, jeneratörün üzerindeki cilde, jeneratörün kendisine veya kablo sistemine zarar verebilir. Basketbol, futbol gibi temas sporunu iş olarak yapanlarda, zarar görmesini önlemek için kalp pili tercihen aksilla veya pektoralis major adalenin arkasına implante edilmelidir. Diğer koşullarda ise kalp pili jeneratörü submamariyan veya batına implante edilebilir.

#### A. Hastanın hazırlanması:

- KKP implantasyonuna giden her hastadan, ilk önce uygun izin verme bilgilendirme belgesi alınmalıdır. Bilgilendirme belgesi implantasyon indikasyonunu (sıklıkla bradikardiye sekonder senkopu önlemek gibi), işlem ile ilişkili riskleri (Tablo 10), konu ile ilgili kurumsal işlem sayısı ve başarısı gibi ve araba kullanımı ve manyetik etkileşimler ile ilgili kurallar gibi diğer önemli bilgileri de vermelidir.
- Profilaktik olarak antibiyotik, analjezik, sedasyon verilmesi ve venografi yapılması olasılığı için, rutin intravenöz kanül (anjyokat) takılmalıdır (venöz damar yolu açılması). Bunun için sol antekübital çukurda en az 20G kanül (lumen çapı büyük anjyokat) vene yerleştirilmeli (sol tarafa takılan implantlara) gerektiğinde venöz anatomiye görüntülemek için injekte edilen yeterli kontrast akımı sağlar.
- Operasyon için hasta, kateterizasyon laboratuvarına alınmadan işlem-öncesi sedasyon verilebilir. Sedasyon verilecekse basitçe işlemin yapılacağı odada verilebilir.

KKP'lerin çoğu sol tarafa implante edilir, çünkü sağ eli operatörler için bu taraf daha doğaldır ve kabloların yerleştirilmesi daha kolaydır (özellikle sol atriyal kablo). Sağ tarafa implantasyonun sebepleri; örneğin; hastanın sol elinden yakında enfekte sistem çıkarılmışsa taraflı el kullanımı (sağ veya sol) belirleyici faktör değildir (hastaların %90'ı sağ ellidir).
- Sedasyon ve antibiyotik profilaksisi seçimi, sıklıkla bölgesel kılavuzlar ve pratik uygulama ile belirlenir, ancak bu konuda tüm uygulayıcılar arasında fikir birliği yoktur, ilgili kılavuzlar

**TABLO 10.** Kalp Pili İmplantasyonu ile ilişkili riskler

**Yüzeysel morarma:** Cep hematoma yol açmadıkça klinik öneminin olmadığı bilinir.

**Cep hematoma:** Sıklıkla konservatif olarak tedavi edilir, fakat büyüklüğüne, antikoagülasyonun kullanımına ve/veya insizyonun gerilmesine bağlı olarak girişim gerekebilir.

**Pnömotoraks:** Giriş yoluna bağlı risk (Tablo 2); ortalama %1.

**Kablonun yer değiştirmesi:** Erken ve geç kablonun yer değiştirmesi (totalde %4'e kadar).

**Kardiyak perforasyon/tamponad:** Günümüzdeki kablo tasarımları ile seyrek ( $<0.2\%$ ).

**İnfeksiyon:** Tümü  $<1\%$ , tanınan faktörler riski etkiler, aşağıdaki gibi.

| İnfeksiyon için Risk Faktörleri:                                                    | OR (95% CI)          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Cihaz implantasyonundan önce 24 h içinde ateş yüksekliği                            | 5.83 (2.00 to 16.98) |
| İmplantasyondan önce geçici uyarı verme teli kullanımı                              | 2.46 (1.09 to 5.13)  |
| Çıkış-öncesi veya tekrar girişim (pıhtının boşaltılması, kablonun yerinden çıkması) | 15.04 (6.7 to 33.73) |
| Yeni ('de novo') cihaz implantasyonu                                                | 0.46 (0.24 to 0.87)  |
| Antibiyotik profilaksisi                                                            | 0.40 (0.18 to 0.86)  |

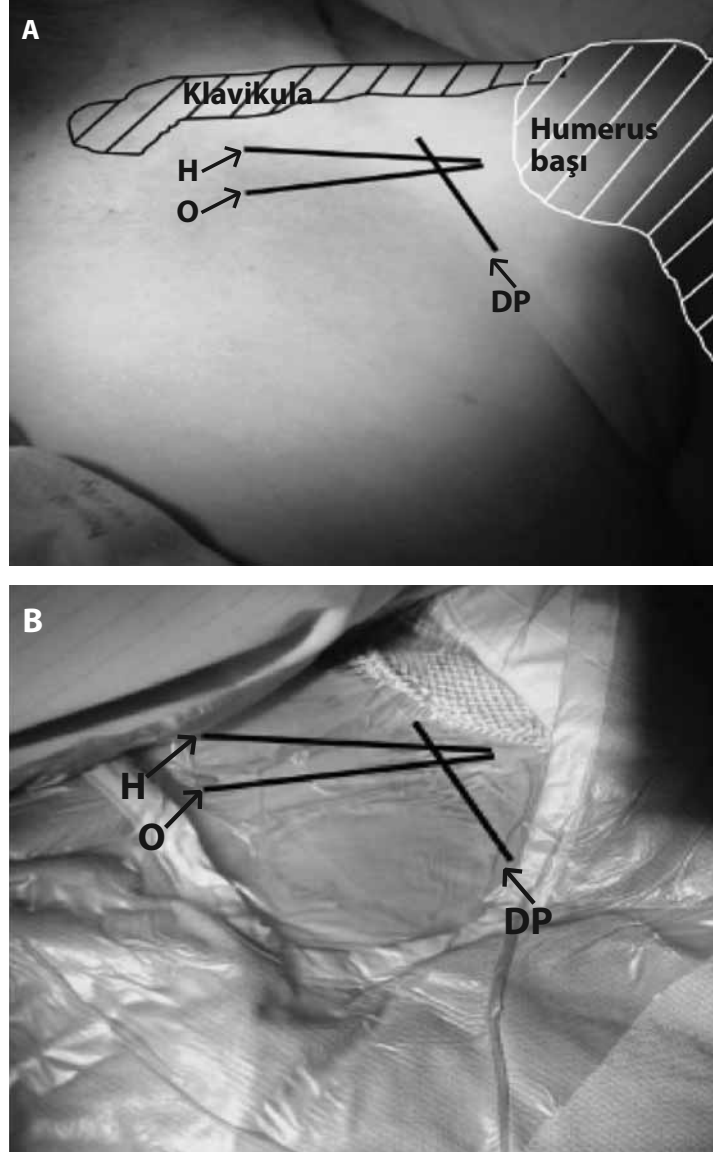
*Circulation 2007;116:349-55*

vuzlarda farklı tavsiyeler vardır. Bunun sebebi bunların kullanımı ile ilgili zıt kanıtların bulunmasıdır, buna rağmen işlem öncesi intravenöz antibiyotik kullanımının faydası meta analizde ima edilmiştir (*Circulation* 1998, 97: 1796- 801).

- Genel olarak, stafilkoklara karşı gereken antibiyotikler kullanılır, lokal antimikrobiyal aygıtlar faydalıdır. Olguların çoğunda tek doz penisilin tipi antibiyotik, örneğin; flucloxacillin 1-2 gr veya sefalosporin (yeni ilgisiz infektif hastalığı bulunanlar gibi yüksek riskli zannedilen olgularda kullanımı gittikçe artan vankomisin ve gentamisin) işlemden 2 saat önce verilir.

İşlem bölgesinin hazırlanması da komplikasyonları en aza indirmek için çok önemlidir. Dikkat edilmesi gereken konuların başında Sterilite önde gelir. Bazı kurumlar kullanıldıktan sonra atılan örtüler kullanırken, diğerleri ise geleneksel tekrar kullanılabilen örtüleri kullanmaktadır. Operatör, hastanın yatırıldığı operasyon masasının pozisyonunun işlem alanının arzu ettiği her bölümüne girebilecek konumda olduğundan emin olmak ister (Şekil 30). İşlem sırasında örtülerin hareket ettirilmesi en az olmalı, mümkünse tamamen engellenmelidir.

Kalp pilinin (KKP) yerleştirilmesi; venöz giriş ve cebin hazırlanması istenen bölge önceden hazırlanmalıdır. Buna göre işlem sırasında perde-aralığı (operasyonun yapıldığı steril örtülerin aralığı) sabit tutulmalı, bazı operatörler operasyon bölgesi üzerindeki perde-aralığını yerinde tutmak ve cildin gerginliğinin devam ettirilmesine yardımcı olması için yapışabilen örtü kullanmaktadır.



(Heart 2009;95:259-264)

**ŞEKİL 30. Panel (A):** Çoğunlukla kullanılan üç insizyon yerinin, klavikula ve humerus başı ile ilişkisi gösterilmekte (1) Deltopektoral (DP) insizyon: Buradan sefalik vene giriş kolay, subklavyan ven girişi ise kısıtlıdır. Cep insizyonu mediyal olarak yapılmalıdır. Bu insizyonla subpektoral cep oluşturulması güç olabilir. (2) Horizontal (H) insizyon: Bu insizyonla sefalik ve subklavyan venlere giriş kolaydır. Ancak subpektoral veya subkutan cep için DP insizyon yapılmışsa sefalik vene giriş daha kolay olmayabilir. (3) Oblik (O) insizyon: Horizontal insizyona benzer fakat Langer'in çizgisine paralel değildir. Sefalik ven girişi daha zorlaşmıştır. Bu çizgiye paralel insizyonlar daha az nebdeye ve daha iyi kozmetik görüntüye sebep olur.

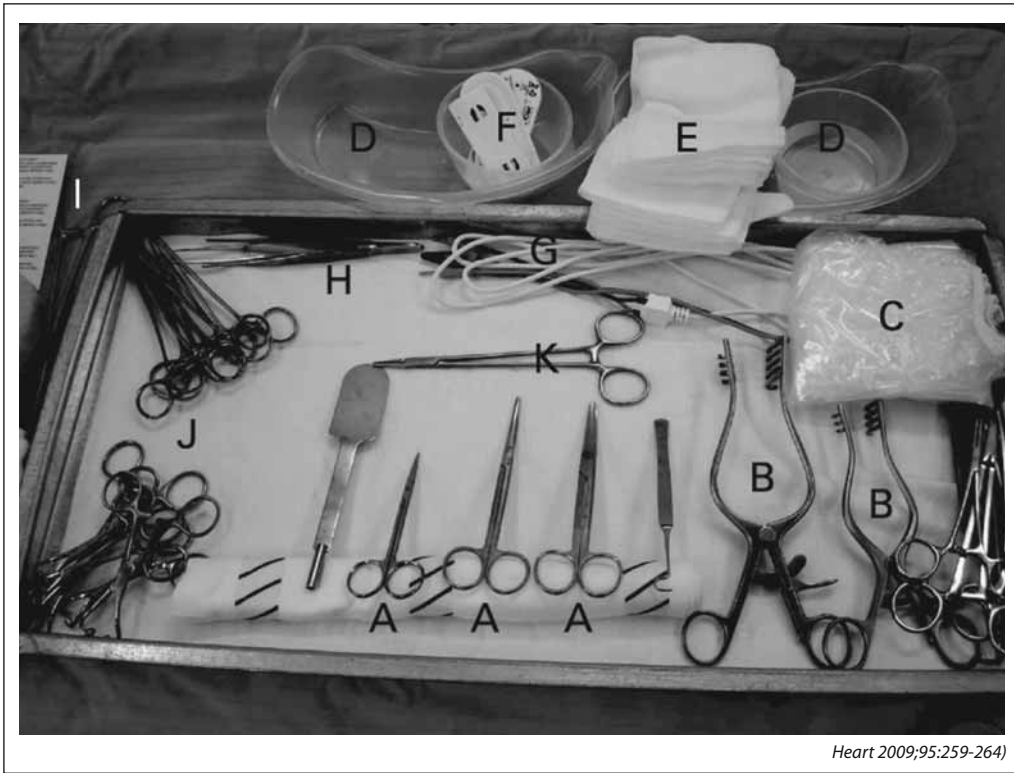
**Panel (B):** Steril örtüler ve üç insizyonun lokalizasyonu.

**B. Gereçler:**

Floroskopi cihazından ve vital izleme monitörlerinden ayrı olarak otomatik kan basıncı manşonu (manuel tansiyon aleti), oksijen satürasyonu probu ve gerekli birçok steril cerrahi teçizat ve alet hazır bulundurulmalıdır. Şekil 31’de implantasyon için hazırlanmış standart kalıcı kalp pili el arabası seti görülmektedir. Aletlerin kalitesi önemlidir, işlemin kolaylığı ve süratini belirler.

**C. İnsizyon:**

KKP implantasyonunda kullanmak için en az üç farklı insizyon tanımlanmıştır, herbirinin de avantaj ve dezavantajları vardır (Şekil 30’da gösterildiği gibi). Kötü yapılan insizyon vene girişe engel olabilir, cebin biçimlendirilmesi sorunlu olur, işlem kozmetik olarak kötü sonuçlanabilir.



Heart 2009;95:259-264)

**ŞEKİL 31.** Kalıcı kalp pili implantasyonundan önce uyarı verme. El arabasına (steril malzeme tepsisi) konulan malzemeler ile (A) Makaslar, (B) Kendini tutucular, (C) Görüntü güçlendirici için steril örtü, (D) Temizleme solusyonu, serum fizyolojik için steril kap, (E) Gazlı bez, (F) Sütürlerin seçimi, (G) Uyarı verme kablosunu test eden kablolar, (H) Dişli ve dişsiz forsepler, (I) Cildi hazırlama için bez parçaları, (J) Dikiş tutucu seçimi.



- (i) “*Deltopektoral insizyon*”, yaklaşık olarak klavikulanın 1 cm altından, deltopektoral olukta (mediyal olarak klavikula başı ile pektoralis major ve deltoyid adalelerin laterali arasında) yapılır.
- (ii) “*Horizontal*” insizyon için kesi klavikulanın orta ve lateral 1/3 kavşağının 1-2 cm altından başlar ve deltopektoral oluğu yaklaşık 1 cm geçerek direk olarak laterale kadar uzanır.
- (iii) “*Oblik*” insizyon klavikulaya paralel, lateral 1/3’nün 1-2 cm altından gidecek şekilde yapılır. İnsizyonun total uzunluğu 4-5 cm olup, implante edilecek cihazın büyüklüğü, ciltaltı tabakasının kalınlığına (doku kalınsa daha uzun insizyon gerekir) göre değişebilir.
- İnsizyonu yapmadan önce, tasarlanan insizyonun uzunluğunca, KKP cebi oluşumunun hazırlanması için derine ve biraz mediyale doğru lokal anestetik infiltrate edilir; maksimum 3 mg/kg %1 Lidocain (50 kg kişiler için 15 ml), yeterli lokal anestezi sağlanması için daha fazlası gerekebilir.

#### D. Cebin oluşturulması:

Cep aksillada (özellikle çocuklarda) veya batında (epikardiyal veya femoral sistemler için) oluşturulabilir, en sık kullanılan yer pektoral bölgedir.

- KKP cep oluşturulması için görüşler: Başta perkutan cebin biçimi (prepektoral fasyanın düzeyinde) veya submüsküler cep (bu, her iki pektoralis major ve minör arasında intramüsküler cep olabilir veya her iki pektoralis major ve minor altında ve göğüs kafesi üzerinde subpektoral cep olabilir).
- Subkutan cep en kolay ve ağrısız konumdur. Bununla birlikte önpektoral fasiyal dokunun içine doğru planında ulaşılması zorunludur. Doğru planda olunca, mediyale ve kaudale doğru bir veya iki parmak kullanılarak dokuları parçalayarak ve hafifçe birbirinden ayırarak nazikçe açılarak basitce cep yapılır; lokal anestetik infiltrasyonundan sonra, genç adaleli hastada bu düzey halen oldukça sıkı olabilir ve tabakaları ayırmak için biraz efor gerekebilir; oysa yaşlılarda sıklıkla çok az efor uygulanarak cilt altı dokular parçalara ayrılır.
- Submüsküler cepler pektoralis major adale içinde yüzeysel insizyon ve sonra kör (keskin olmayan) disseksiyon ile oluşturulur; her iki adale tabakası içinden (subpektoral) veya pektoralis minor’e tam aşağı doğru (intramüsküler, bu düzeyin tanınması oldukça zordur). Subkutan cep oluşturmasına kıyasla daha ağrılıdır, bilinçli sedasyon ile yapılabilir.

Bugünkü cihazların büyüklüğü ile KKP implantasyonuna gidenlerin büyük bölümünde subkutan cep yeterlidir. Yağ dokusu az olanlarda ise, subkutanöz cebin cihazı erozyona karşı koruyucu etkisi azalır. Subkutanöz cebin algılanan diğer avantajları; jeneratörün daha kolay değiştirilmesi ve adale içine doğru disseke edilerek cep oluşturulana göre daha az nörovasküler hasar riski vardır, submüsküler ceplerin ise kozmetik sonuçları daha iyi, cihazın yerinin değişme (göç etme) riski azdır.

Herhangi bir kablo yerleştirilmeden önce işleme başladığında veya kablolar güvene alındıktan sonra en sonunda cep biçimlendirilebilir. Cebin işlemde daha sonra yapılabileceğini gösteren spesifik sebepler; aksillar veya submüsküler cep kullanıldığında, kablolar güvene alındıktan sonra cebin son optimal pozisyonunu ayarlamak daha kolay olabilir. Rutin pra-

**TABLO 11.** Farklı venöz giriş yollarının Avantaj/Dezavantajları

| Avantaj/<br>Dezavantajlar                    | Sefalik ven:              | Subklavyan ven: | Ekstratorasik Subklavyan/<br>Aksiller ven: |
|----------------------------------------------|---------------------------|-----------------|--------------------------------------------|
| Cerrahi beceri gerekir:                      | Daha fazla beceri gerekir | Ortalama        | Ortalama                                   |
| Prnömotoraks riski:                          | <%0.1                     | %1-2            | <%0.1                                      |
| Kablonun ezilme riski:                       | Çok az                    | Çok yüksek      | Az                                         |
| İleri geçiş için gerekli floroskopi miktarı: | Çok az                    | Çok az          | 2 metottan daha yüksek                     |
| Birden fazla kablonun kolay geçişi:          | Zor olabilir              | Daha kolay      | Daha kolay                                 |
| Gerektiğinde kolay ekstraksiyon:             | Zor olabilir              | Daha kolay      | Daha kolay                                 |

Heart 2009;95:259-264)

tikte cebin (özellikle subkutan) işlemin erken evresinde yapılmasının avantajı; yerleştirilen kabloların dikkatsizce yerinden çıkma şansı azalır. Dezavantaj ise, nadiren aynı taraftaki venöz girişin imkansız olmasıdır, bu durumda gereksiz cep kalır.

## A. SANTRAL VENÖZ GİRİŞ TEKNİKLERİ:

Santral vene girişin temel yaklaşımı, hedef veni *cut-down tekniği* ile direk görerek (çoğunlukla sefalik ven için) veya venin iğne ile ponksiyonu olarak ikiye ayrılır. Herbir tekniğin avantaj ve dezavantajları (Tablo 11)'de gösterilmiştir.

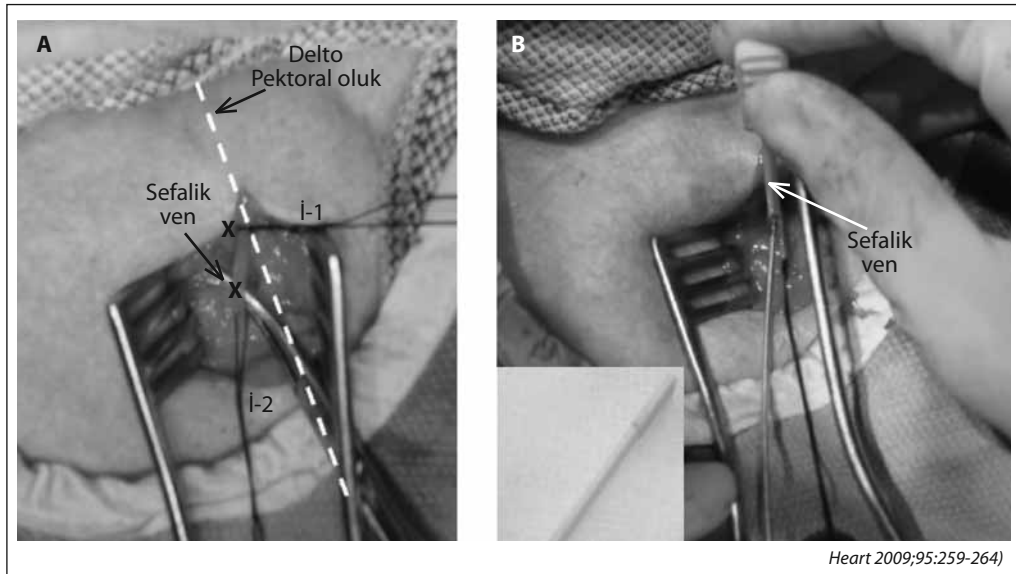
### 1. Sefalik venin cut down tekniği:

Sefalik venin olağan seyri delto-pektoral oluk içindedir, klavi-pektoral fasyanın içine girerek, pektoralis minor adalenin mediyalinde aksiler venle birleşir. Nadiren değişiklik gösterir ve eksternal juguler ven ile birleşmek için klavikulanın yüzeyel yüzünde seyreder.

- Pektoral adalenin lateral kenarına doğru oluk disseke edildiğinde, sıklıkla klavikulanın kaudal lateral ucuna doğru yağ dokusu bölgesi görülür.
- Mediyal yanda Pektoral major adalenin mediyal yanı ve lateral yanda deltoid adale arasından, bu dokunun içinden geçen disseksiyon ile altta sefalik veni açığa çıkarabilir. Bazan, adalenin tam altında yatabilir, kenar dikkatle araştırılmalıdır; dolayısı ile kenarlar dikkatle araştırılmalıdır. Sefalik ven bulununca, dikkatli disseksiyon ile etrafındaki dokulardan serbestleştirilmelidir. İdeal olarak, venin 1-2 cm uzunluğunda serbestleştirilmesi gerekir.

Vene arteriyol eşlik etmesi sıktır, bunun için ven dikkatle disseke edilmeli, ayrılmalı ve doğru damarın kanülasyonunun yapıldığından emin olunmalıdır, burada venden ziyade venlerin pleksusu da bulunabilir. Bu olgularda en büyük dal kanüle edilebilir, eğer hepsi de benzer şekilde küçük çapta ise, bu yolu kullanmaya teşebbüs etmemek daha doğru olabilir, ven derinde olabilir, zorluğundan dolayı operatör bu giriş yolunu özellikle büyük bedenlilerde izlememeli.

- Ven serbestleştirilince, distal ucundan bağlanır (hastadan uzak, operatöre yakın), venotomi yaptığından ve kılavuz telin geçmesini daha zorlaştırdığından, veni büküp, kıvrınamaya dikkat etmeli.
- Venotomi insizyonu yapılacak yerin proksimaline sefalik vene serbest, gevşek bağ konur. Venotomi için ince ve keskin makas kullanılır (iris makası). Sonra kaldırıcı (*lifter*) kullanılarak vene girilir (Şekil 32). Lead (ler), sefalik venin içine direk geçirilebilir veya kılavuz tel ile kılıf kullanılabilir. Kılavuz tel ile geçildiğinde subklavyandan ziyade aksiler vene aşağıya kola kadar geçilebilir. Bu olduğunda, tel sefalik venin giriş noktasına doğru, aksiler vene geri çekilir ve floroskopi altında tel idare edilerek subklavyan vene girilir. Hastanın aynı taraftaki (ipsilateral) kolunun çekilmesi, girişin açısını azaltabilir ve süreci kolaylaştırabilir. Venin kapakları telin geçisini engellediğinde standart kılavuz tel veya hidrofilik kılavuz tel yardımcı olabilir. Sefalik venin tortuözitesinde bu tekniklerin kullanımı tartışılmalıdır.



Heart 2009;95:259-264)

**ŞEKİL 32. Panel (A):** -sefalik ven heriki ucundan ipek bağ ile (I-1 ve I-2) izole edilir (X) ve daha net göstermek için klip ile kaldırılır. Deltopektoral oluk bununla ilişkili olarak işaretlenir. **Panel (B):** -Iris makası ile insizyon yapıldıktan sonra, ven kaldırıcısı (ilave B'de sol-alt köşedeki çerçeve) sefalik venin lumenini açmak için kullanılır ve kalp pili kablosu sokulur.

## 2. Subklavyan veninin ponksiyonu:

Özellikle ekstratorasik yaklaşım kullanılıyorsa bu yol bazı operatörler için birinci seçenektir. Santral venöz kateterin sokulması, standart subklavyan ponksiyonundaki gibi santral venöz kateter sokulur. Giriş için sınırtaşı mediyal ve lateral 1/3 klavikula arasındaki kavşaktır (Bakınız Bölüm 1.1).

- KKP'nin sokulması sırasında subklavyan ponksiyonu yapıldığında, ponksiyon artık cilt ve citaltı dokuların içinden geçerek yapılmamalı, belirlenen giriş noktasının üzerindeki cilt çizilip açılarak direk olarak adalenin içinden geçmeli.
- İğnenin göğüs duvarına açısı azaltılmalı, daha az dik olması girişin cilt yüzeyinin altında birkaç cm'de olmasını sağlar. Adale delinince, klavikulanın mediyal başı hedef alınarak iğne mediyalden laterale doğru ilerletilir buna "*klavikula altında yürüyüş*" de denir, anlamı; iğne horizontal tutulmalı, iğne ilerletilirken klavikula vurulduğu zaman sonra iğne hafifce geri çekilir, açısı biraz daha dikleştirilir ve tekrar ilerletilir. Bu süreç iğne klavikulanın tam altına geçinceye kadar tekrarlanır. Bu manevra akciğerin dikkatsizce delinmesini önler, fakat klavikulanın baskısından ("*subklavian crush*") sokulan kalp pili kablusunun zarar görme riskini artırabilir.

Bazı operatörler ponksiyonu fazla görüntüleme oluşturmaktan yapar. Subklavyan ven sıklıkla klavikulanın mediyal başı altında seyrederek, iğnenin yönlenmesine yardımcı olması için floroskopi kullanılabilir (Şekil 33).

- Ekstratorasik subklavyan venin ponksiyonu birinci kostanın üzerinden yapılır. Adalenin içine doğru ponksiyon, standart subklavyan ponksiyonuna göre biraz daha mediyaldir, fakat iğnenin açısı daha diktir (en fazla 90°) ve iğne yüzeyden- derine, önden- arkaya doğru ilerletilir, floroskopi altında yapılmalı ve standart postero-anteriyor projeksiyonda iğne her zaman birinci kostanın üzerinde olmalı, spesifik olarak kostanın mediyaline geçmemeli (Şekil 33). Vene girilene veya kosta vurulana kadar birinci kostanın üzerinde, klavikulanın altındaki boşluk hedeflenerek iğne ilerletilir (diğer indirek ponksiyonlardaki gibi bağlı olduğu şırınga ile pistonu devamlı geri çekerek şırıngaya negatif basınç uygulayarak hafifce aspire ederek). Kosta vurulmuşsa, aspire ederken 1-2 cm hafifce geri çekilir, halen daha geriye kan gelmiyorsa, iğnenin kaudo-sefalik (ayaktan-başa doğru) açısı değişmeli, birinci kostada hafifce daha sefalik veya kaudal pozisyon hedeflenmeli ve işlem tekrarlanmalı. İğnenin dik açısı, iğne içine girdiğinde ven kollaps olacağından azalabilir ve kılavuz telin geçişi güçleşebilir.

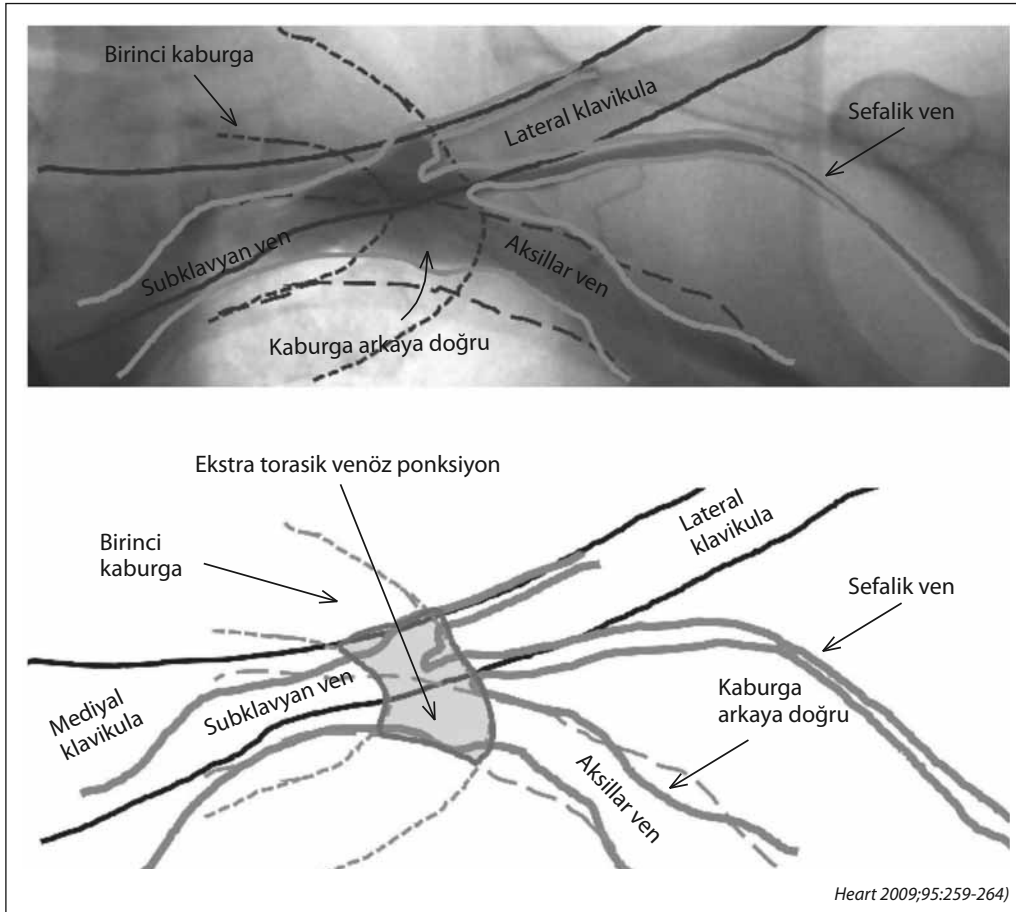
## 3. Diğer Giriş yerleri:

İkinci kosta üzerinde venin kanüle edilmesi ile aksiler ven ponksiyonu yapılabilir. Aksiller venin gidişi subklavyan vene göre daha değişken olduğundan, ponksiyona yardımcı olmasını için genellikle venogram yapılır (Şekil 33). İnternal juguler ven ve femoral ven de rutin olmamakla birlikte kullanılabilir.

## Santral giriş zorluklarında sorun giderme:

Aksiller ven ponksiyonu, subklavyan venin kanüle edilmesi güç olduğu kanıtlandığında venin birinci Kosta ve klavikula altında kesin gidişini tasvir etmek için aynı taraf kolundan

(antekubital kanulden) venogram yapılması değerlidir. Ayrıca, sedasyon durumundaki hasta implantasyon işleminden önce sıklıkla rölatif dehidrate bırakılır, santral venöz doluşu yükseltmek için hastaya intravenöz sıvı verilmesi değerli olabilir, venöz dönüşü artırmak için hastanın bacaklarının altına yükseltmek için takoz, yastık kullanılabilir, baş aşağıya eğilir.

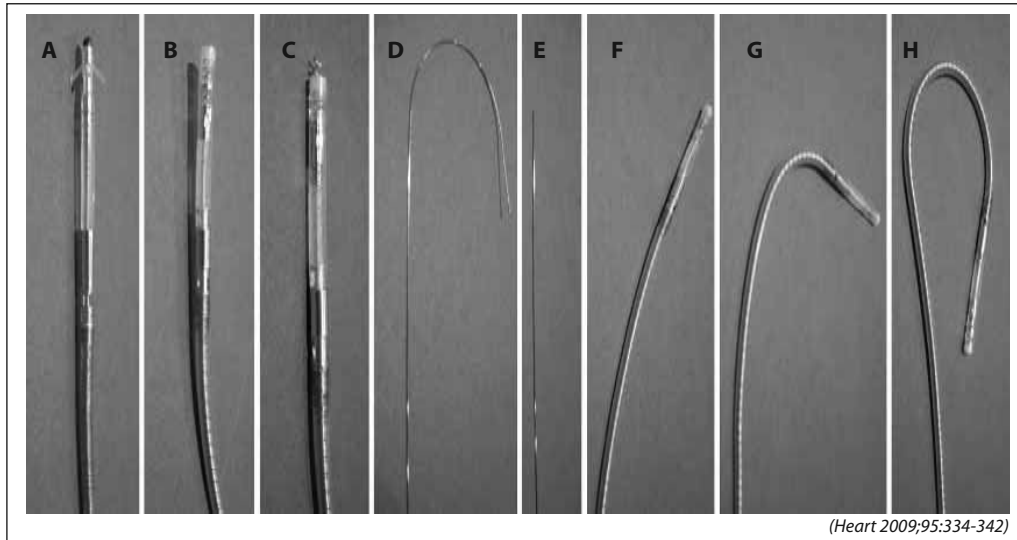


**ŞEKİL 33.** Sol ante-kubital çukurdan yapılan venogram böylece sol subklavyan ven floroskopide görünür olmuştur (*üstteki panel*). Sefalik ven, aksiller ven birinci kaburganın üzerinden giderek subklavyan venin içerisine drene olur. *Aşağıdaki panel:* ekstratorasik subklavyan/aksiller ven ponksiyonunun önemli yapıları ve sınır taşlarını şematik göstermektedir. Kırmızı bölge ekstratorasik konumda venin ponksiyonunun hedef bölgesini göstermekte, pnömotoraks riski hemen hemen sıfırdır.

- Kılavuz telin subklavyandan superiyor vena kavaya geçişi zorlandığında, subklavyanın içine intraduser kılıftan dilatör yerleştirilebilir ve özellikle kablo vende iken kablonun yerini, obstrüksiyon/darlık varlığını ve bölgeyi görmek için direk kontrast injekte edilebilir.
- Kablolar yerleştirildikten sonra ponksiyon yerinde cebin içine kanama varsa önemli sorundur; kabloların etrafına adale ve cebin içine “*çanta dize dikiş*” konulması yardımcı olabilir.

## B. KABLO YERLEŞTİRME TEKNİKLERİ

Uyarı verme kablolarının yapısının kısaca açıklanması önemlidir. Kablolarının kendileri sarkıktır ve intrinsek çok az sertliği vardır, bu özelliğinden dolayı kablonun ucu hiç yönlendirilmeden etrafta serbestce hareket eder. Bunun üstesinden gelen kablonun yapısal özelliği; kablonun (uca kadar) içinden daha sert telin (“*stilet*”) geçmesine izin veren santral lumeninin bulunmasıdır. Stilet kablonun aşağısına (neredeyse ucuna kadar) gidebilir, kablonun büyük bölümü sertleşir, stilet kolayca önceden şekillenebilir kablonun ucunun özel doğrultuda daha fazla yönlendirilmesini sağlar (Şekil 34). Stilet temiz tutulmalı ve özellikle kan, pıhtı ve doku kırıntıları olmamalı, bu atıklar kablonun santral lumenini tıkayarak stiletin geçip yeteri kadar aşağıya gitmesini ve destek vermesini engeller. Aşağıda farklı kablo yerleştirme teknikleri tarif edilmiştir.



(Heart 2009;95:334-342)

**ŞEKİL 34.** Kablo tipleri, stiletler ve kablo ucunun şeklini değiştirmek için stiletin kullanımı: Passif fiksasyonlu kablo ucu (A); aktif fiksasyonlu kablonun ucu gösterildiği gibi vidalama ile geri çekilir (B) ve konuşlandırılır (C). J şeklinde (D) ve düz (E) stilet kabloyu sertleştirmek için kullanılabilir; F, G, H’de önceden şekillenmiş J kablosu ile ucuna kadar ilerletilip düzleştirilen (F) stilet görülmekte. Fakat stilet geri çekilince kablo esner (G) en sonunda önceden oluşturulan şeklini alır (H).

**TABLO 12.** Apikal ve septum/sağV çıkış yolu uyarı vermenin kıyaslaması**Kolay yerleştirme:** ++/ ++; apikal yerleştirme daha kolay**Perforasyon riski:** SağV apikal uyarı verme ile daha olası fakat tüm insidansı çok düşük, sebebi apeksin daha ince dokusu.**Yer değiştirme riski:** Septal/çıkış yolunda aktif fiksasyonlu kablo kullanılmış olsa dahi.**Pacing karakteristikleri:** Septal uyarı verme hastalarının büyük bölümünde tatmin edicidir, buna karşılık septal/sağV çıkış yolu uyarı verme ise daha fizyolojik olabilir.

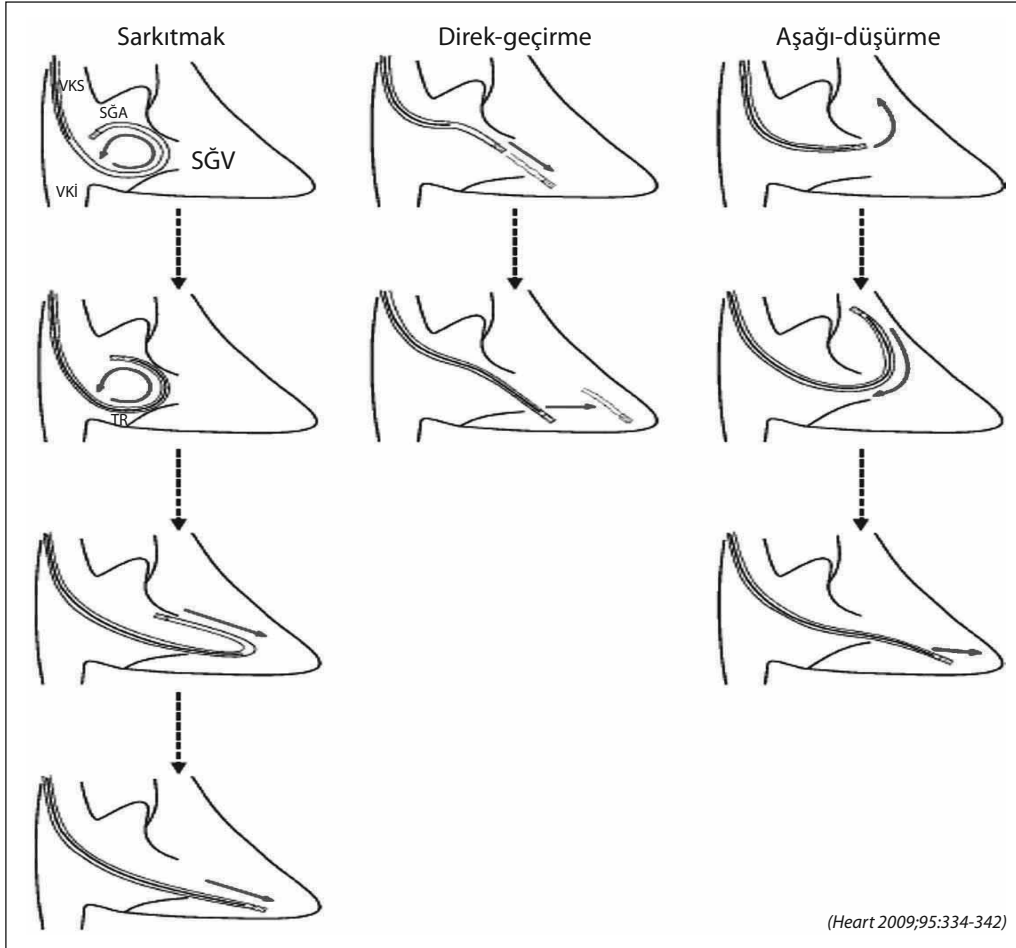
Kablonun sabitleme metodu da önemlidir. Kablo *pasif* veya *aktif* olarak fiske edilebilir.

- Pasif fiksasyonda kabloların ucunda “dişler” bulunur (Şekil 34); bir “çapa” gibi hareket ederek kablonun ucunu yerinde tutar. Zaman geçtikçe (haftalar aylar) kablonun ucunun etrafındaki miyokardiyum fibroze olarak ucunu daha fazla sağlamlaştırır.
- Aktif fiksasyonda kablonun ucunda geri çekilebilir vida vardır, lead yerinde olduğunda konuşlandırılır; bunu yapmak için önce lead istenen yere yerleştirilir (aşağıya bak); kablonun ucunu miyokardiyuma karşı desteklemesi için stilet kullanılır. “*Klipsli araç*” (çerçeve) distal iğneye bağlanır ve distal iğnenin saat-yönünde yavaşca döndürülmesi (dönme momentini) dönme hareketini (burulmayı) vida kadar iletir. Bu direk olarak floroskopide görselleştirilebilir (bazı kablolar için hazır halka ucu bulunur ve diğer halkalar ile biraraya gelir) ve distal ucu döndürüldüğünde miyokardiyuma girildiğinde hafif direnç hissedilir. Distal ucunun çok hızlı döndürülmesi kablonun içinde (burulma; dönme momentini) yapar, bu şekilde kablo bütünüyle basitce dolanır ve vida genişletilemez. Kablo ucunun stabilitesi kontrol edilmeli, sonra kabloyu test etmeden önce yerinde kaldığı görülmeli için stilet geri çekilmelidir.
- Çıkış yoluna/septumun yukarısına sağ ventriküler kablonun yerleştirildiği veya stabilize için dokunun korunması için aktif fiksasyon kullanılır (geçmişte kalp ameliyatı geçiren, birçok hastada kardiyopulmoner bypassa alındığında sağ atriyum apendiksini bağlanabildiğinden fiksasyon için sağ atriyum kablosu kullanır. Kabloların aktif fiksasyonu çıkarmak için daha kolay hissedilir (ancak uzun süre kalan her kablonun çıkarılması güç olabilir).

### Sağ Ventrikül Kablosunun Yerleştirilmesi:

Geleneksel olarak sağ ventrikül (sağV) kabloları çoğunlukla apeksde konumlandırılır, bununla birlikte septuma veya sağV çıkış yoluna yerleştirilmesi gittikçe artmaktadır. Bu farklı pozisyonların değerleri ve kıyaslaması Tablo 12’de tartışılmıştır.

SağV kablosunu yerleştirmenin birinci komponenti her iki pozisyona ve triküspid kapağı geçip sağV’ye girene kadar ortaktır. Genel olarak bunun için uygulanan üç teknik şematik olarak Şekil 35’de gösterilmiştir.



(Heart 2009;95:334-342)

**ŞEKİL 35.** Sağ ventriküler kablonun yerleştirilmesi için üç farklı teknikler.

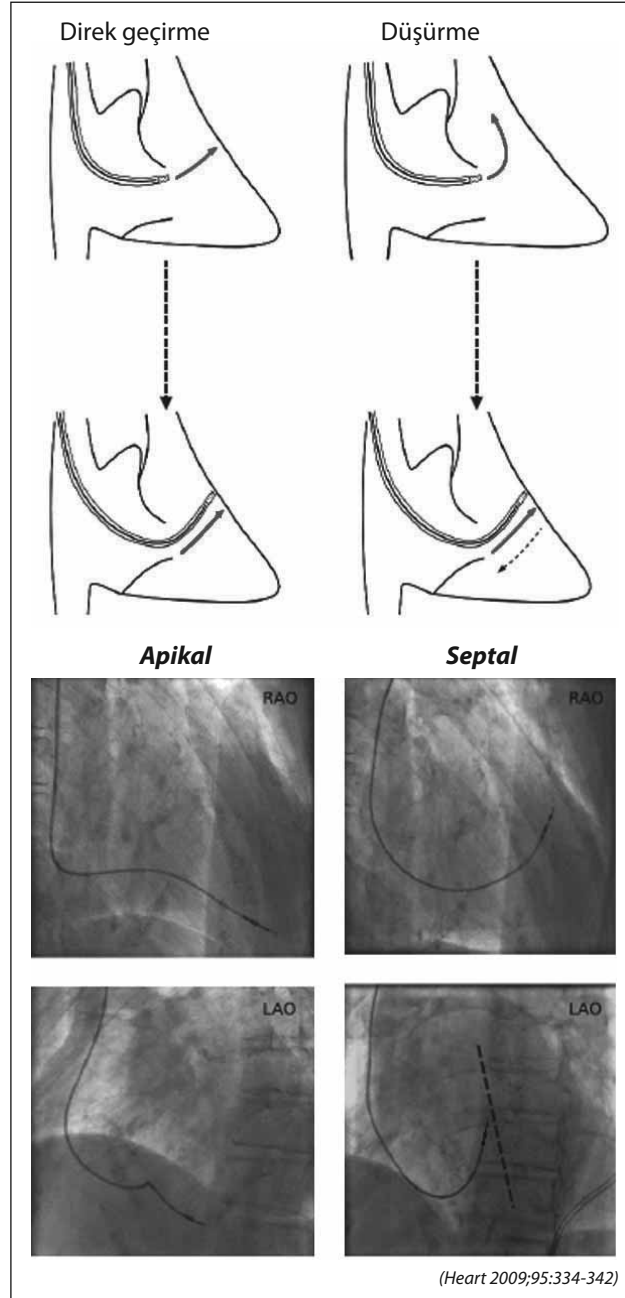
Kısaltmalar: SĞV-sağ ventrikül; SGA-sat atriyum; VKİ-vena kava inferiyor; VKS-vena kava superiyor; TK-triküspid kapak.

- Birincisi, kabloyu triküspit kapak içinden sarkıtmak (prolabe etmek). Stilet kablonun ucundan 5-10 cm geri çekilerek sağ atriyum içine doğru ilerletilir. Makul hızla daha fazla ilerletilince ucu triküspid kapakta yakalanır. Olmazsa, sonra stilet ile hafifce tekrar şekillendirilmesi yardımcı olabilir.
- Kablo bir defa yakalanınca stilet ucundan 5-10 cm geri çekilmiş iken ve sağ atriyumda oluşturulan kulp stilet ile birlikte ilerletilir. Düz stilet sonra ilerletilir (ve başlangıçta kablonun kendisi geri çekilir), ucundan 5-10 cm'lik bölüm triküspid kapağın içinden



sarkar (prolabe olur). Stilet kablonun ucuna daha fazla ilerledikten sonra kablonun ucu kapağın içinden fiske atarak (ani hareketle) geçebilir veya kablonun gövdenin geri kalanı içinden sarkmaya devam ederek triküspid kapakta yakalanabilir. Sonraki olursa, kablonun ucunu zorlayarak triküspid kapaktan çıkarmak için stilet daha fazla ilerletilebilir. Sıklıkla, trabekülasyonda sıkıca yakalanır. Bu durumda; stilet birkaç santimetre kablounun içine çekilir ve kabloda geri çekilir ve ucunun serbest kalması için ilerletilir, sarkmış biçimi yine de devam ediyorsa; bu noktada biraz dikkat edilmeli, çünkü kablonun güçlü manipülasyonu ve özellikle döndürülmesi ucunun triküspid kapak yapılarının içinde dolanmasına sebep olabilir, bu durumda ucun serbestleştirilmesi çok zordur. En sonunda, uç yakalanmışsa kabloyu sağ atriyuma geri çekmek gerekebilir ve tekrar başlanır. Bu tekrar tekrar oluyorsa, “direk geçme” (*crossing*) ve “düşme” (*drop down*) teknikleri kullanılmalıdır.

- Bu teknikler özellikle daha büyük French (Fr) kablolar ile birinci durumda kullanılabilir. Direkt geçme tekniği ile, triküspid kapakta yardımcı olması için, stilet tekrar şekillendirilerek kablonun ucuna doğru ilerletilir. Sonra da kablo triküspid kapağın içinden direkt olarak geçirilir. Bu geçiş, sırasıyla inferiyor ve posteriyora doğru saat-yönünde ve saatin tersi yönünde döndürme ile hem de inferiyor veya superiyora doğru yönelmesi için stilet ilerletilerek veya geri çekilerek kablonun ucunun yönünde biraz ayarlama yapılabilir.
- Kablo yine de direkt olarak geçmemişse, stiletin tekrar şekillenmesi gerekebilir. Kablo triküspid kapağı geçince, kablonun ucunun apekse doğru düşmesi sağlanana kadar, stilet hafifçe geri çekilir. Bazan triküspid kapak geçilip, özellikle eğilmiş stilet ilerletilince kablonun ucu sağV çıkış yoluna doğru uzanır. SağV kablosunun arzulanan pozisyonu apikalse, stilet sonra düz olanı ile değiştirilir ve kablonun içine doğru ilerletilerek triküspid kapaktan geçilir, kablonun kendisi ucu apekse düşene kadar yavaşça geri çekilir. Gerekirse sonra daha apikal pozisyon içine doğru ilerletilebilir. SağV kablosunun son pozisyonu sağV çıkış yolu veya septumun yukarısı ise, sonra triküspid kapak şekillenmiş stilet ile “direk geçme” tekniğine yakın bu manevra ile geçilir; fakat stilet ile kablonun içinde tüm yol boyunca ilerlenir (başından-sonuna). Kablo triküspid kapaktan doğal olarak geçebilir ve fazla ilerletildiği gibi doğrudan septumun yukarısına/sağV çıkış yolunun üzerine gider.
- Kablonun ucu sağV çıkış yolunun içine doğru yukarı fazla gitmişse, kablonun yavaşça geri çekilmesi gerekebilir ve doğru düzeyde olduğunda sonra tekrar ilerletilir. Bu manevra için biraz daha farklı şekilli stilet gerekebilir. SağV/septum yukarısı pozisyonuna gelindiğinde, kablonun anterior ve serbest duvardan ziyade aslında posteriyor ve septal konumda olduğundan emin olunmalıdır. Bu LAO projeksiyonu ile posteriyor pozisyon kanıtlanarak yapılır (Şekil 36).



**ŞEKİL 36.** Sağ ventriküler kablosunun septum/sağV çıkış yoluna iki farklı yerleştirme tekniği. Floroskopik görüntüler sağ ventriküler kabloyu solda (RAO ve LAO projeksiyonlarda) apikal pozisyonda ve sağda septumun yukarısında göstermekte. Kablonun septal olarak yerleştirilmesi için LAO projeksiyon önemlidir, kablo arkayı gösterdiğinde, perforasyon ve yer değiştirme riski yüksek serbest duvardan ziyade septuma konuşlandığından emin olunur (noktalı çizgi ile işaretlenmiş).

### Önemli zorluklar ve pratik ipuçları:

SağV kablosunun konuşlandırılmasında sıktır, dikkate alınmalıdır. Triküspid kapağın koroner sinüs ostiyumuna yakınlığından, kablo dikkatsizce koroner sinüse yerleşebilir ancak bunu önlemenin yolları vardır.

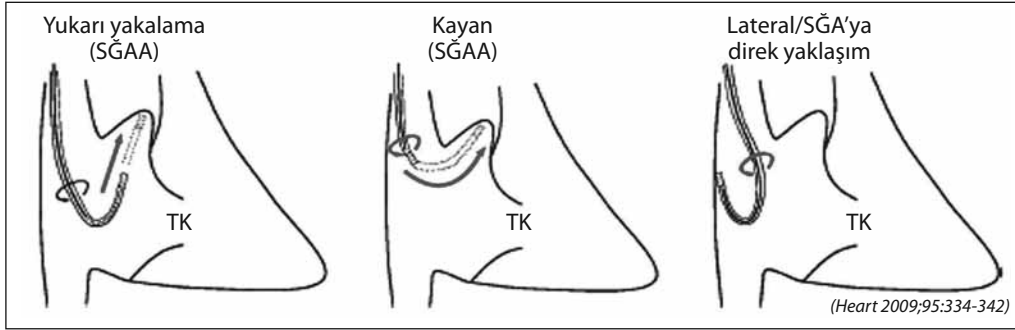
- Ventriküler ektopik vuruların oluşması kablonun koroner sinüsten ziyade triküspid kapaktan geçtiğinin ve sağV miyokardiyumu ile temas ettiğinin işaretidir. Ayrıca, kablonun pozisyonu LAO projeksiyonda kontrol edilmeli; Koroner sinüs veya bir dalının içinde ise kablo posteriyora beklendiğinden daha fazla geçebilir. Bir diğer görsel ipucu leadin ucu apekte görülebilir, fakat gövdesi sağV kavitesinde fazla düz görünür fakat öne doğru ilerletilmesi triküspid kapağı geçen kablo gibi klasik “omuz” ile sonuçlanmaz. Bu bulgu kablonun orta kardiyak vende veya koroner sinüsün posterolateral dalında olabileceğini ima eder. Koroner sinüsteki kablo ile uyarı verme sol dal bloğu örneğinden ziyade sağ dal bloğu ortaya çıkarabilir, fakat prekordiyal derivasyonlar implantta genel olarak bulunmadığından, ipucu özellikle (işlem sırasında genellikle kullanılan) ekstremita derivasyonlarında sağ aks devrasyonunun bulunması olabilir. Mükemmel kablo-miyokardiyum temasına ve iyi anatomik pozisyona rağmen Parametreler iyi bulunmuyorsa, düzeltilebilen sorun için analizlerden kabloya bağlantılar kontrol edilmeli (aşağıda).
- Bununla birlikte hiçbirini bulunmuyorsa, kablonun konumunun kronik olarak kötü olduğunu yansıtır, Kablo çıkarılmalıdır. Kablonun herhangi bir yerinde çıkması olmadan Parametreler beklenmeden kötüye giderse, sağV içinden geçerek Kablonun yer değiştirmesi ve sağ ventrikül perforasyonu düşünülmeli. Bunun sıklıkla klinik sekeli yoktur ve kablo basitçe geri çekilir ve tekrar konuşlandırılır, hemodinamik stabilitenin sağlanması önemlidir ve perikardiyal effüzyonun yokluğunu kanıtlamak için ekokardiyografi yapılmalıdır. Son olarak, yanlış okuma şansını en aza indirmek için kablonun karakteristiklerini değerlendirmeden önce stiletin SVC veya subklavyadaki kablo bölümünün içine çekilmesi gerekir; stilet kablonun şeklini etkilediğinden bu manevra kablonun son pozisyonunu kanıtlamaya da yardımcı olur.

### Atriyal Kablonun Yerleştirilmesi:

Sağ atriyal (sağA) kabloların aktif ve pasif fiksasyonunda da düz stiletin kullanılması ile düzleşen önceden şekillenmiş “J” şekli bulunur. Bu kablolar doğal olarak düz olabilir ve ucunun eğrilmesi için “J” şeklinde stilet gerekebilir (Şekil 34). Pasif fiksasyon için sağA kablolarının, hepsi önceden şekillenmiştir. Aktif fiksasyonda ise kablolar her iki şekilde gelir. Geleneksel olarak, sağA kablosu sağA apendiksine (sağAA) yerleştirilir. Bazı hastalarda sağA konumu uygun olmadığından (genellikle uyarı verme karakteristiklerinden) kablo sağA’da herhangi bir yere, en çok da lateral duvara yerleştirilebilir.

SağV kablosunun konuşlandırılması gibi, sağA kablosunun konuşlandırılmasında da standart manevralar uygulanır, doktorun biraz deneyimi de bulunmalıdır (Şekil 37).

Birinci teknik; sağA ortasına kablonun distal ucunun yerleştirilmesini ihtiva eder. Önceden-şekillendirilmiş kablo kullanılıyorsa, düz stilet yavaşça ucun sağA apendiksi içine doğru yükselmesini sağlar. Düz kablo kullanılmışsa, J-şekilli stilet içerisine sokulur; giriş için sefalik ven kullanılmışsa ve/veya subklavyan vende tortuozite bulnuyorsa; yumuşak ge-



**ŞEKİL 37.** Sağ atriyal (SĞA) kablonun yerleştirilmesi için üç farklı teknik.  
Kısaltmalar: SĞAA-Sağ atriyal apendiks. TK-Triküspid kapak.

çişi sağlamak için “J” stilet içine sokulmuş gibi kablonun hafifçe ilerletilmesi ve geri çekilmesi gerekebilir. Sonra da, kablo sağA apendiksinin ostiyumuna girmek için kablo hafifçe geri çekilir.

- Çok alçakta ise kablo kendi üzerinde sarkabilir, hafifçe VKS içine geri çekilir. Bu durum meydana gelmişse, ön-şekillenmiş kablo stilet ile tekrar düzleştirilir (veya “J” şekilli stilet düz kablodan geri çekilir) ve işlem tekrarlanır.
- Fakat sağA başlangıçta yüksekte ise önceden şekillendirilmiş kablo oluşması için düz stilet geri çekilir (veya “J” şekilli stilet düz kablonun içine sokulur) ucu öne eğilmiş yönde yakalanır (flutter orientation). Kablonun ilerlemesi ile sağAA’ya girilebilir.

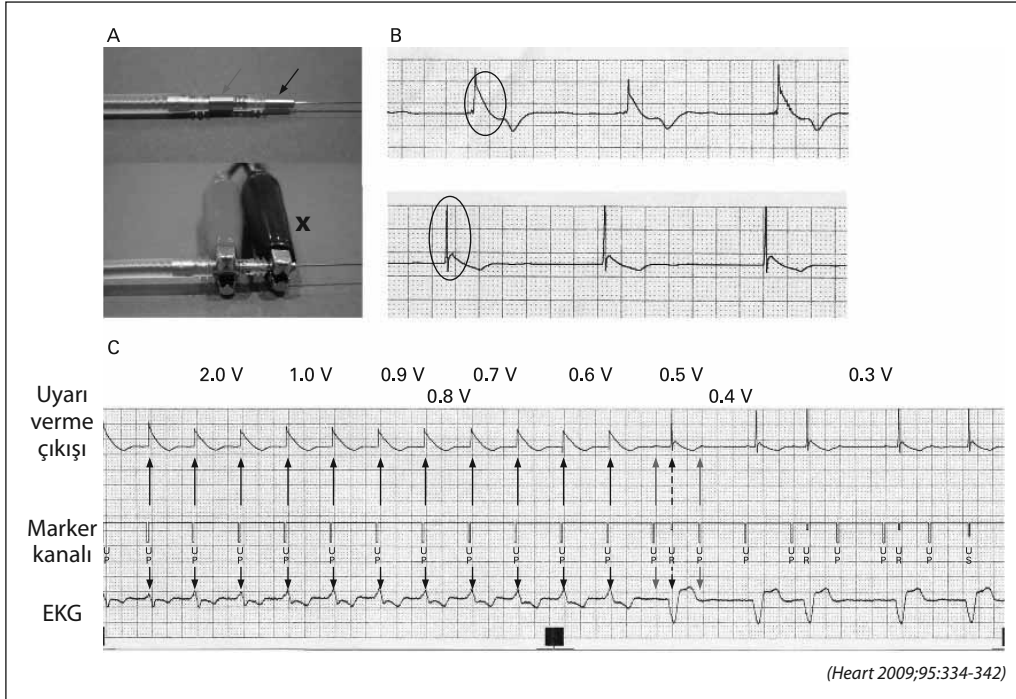
Önemli nokta; SağAA konumu değişir ve standart posteroanterior projeksiyonda farklı görünebilir. Bu nedenle, kablonun farklı projeksiyonlarda kontrol edilmesi gerekebilir (örneğin LAO; kablonun ucu genel olarak öne doğru olmalıdır). Daha iyisi, kablo ucunun “cam sileceği” veya “sekiz-figürü” hareketi sağAA’da iyi konumda olduğunu ima eder, bu hareketlerin atriyal fibrilasyonda kaybolduğu unutulmamalı.

- SağA kablosunu sağAA’dan başka bir yere yerleştirmeye karar verildiğinde, genellikle aktif fiksasyon kullanılmalıdır. Konumlandırma sıklıkla lateral duvardadır, kablo orta sağA ortasına yerleştirilmeli, sonra da laterale doğru çevrilmesi için saat-yönünde döndürülmeli. Bazan kablonun ucu sağA içinde serbest tutulur. Kablo döndürülürken ilerletilmesi veya geri çekilmesi gerekir, ideal olarak, iyi fiksasyon yapma şansını artırmak için kablonun ucu dik olarak duvara yakın olmalı, ancak küçük de olsa perforasyon riskine dikkat edilmeli.

#### Uyarı vermenin kontrolü:

Kablonun anatomik konumu iyi olduğu hissedilince, yeterli olduğunu anlamak için uyarı verme parametrelerinin kontrol edilmesi gerekir.

- Analizerin bir ucuna test kabloları bağlanır. Diğer ucunda eşleştirilmiş renkli timsah klip kabloyu test etmek için kullanılır. Bipolar kablo ile kablonun üstünde iki halka bulunur ve siyah klip distal halkaya, kırmızı proksimale gider (Şekil 38).



(Heart 2009;95:334-342)

**ŞEKİL 38. Panel A-** IS-1 bağlantısını göstermekte bipolar uyarı verme kablosunun (şimdiki, geçerli standart konnektör ucu). (Proksimal halka elektrod **kırmızı ok** ile; distal elektrod **siyah okla** işaretli; bu kablunun kendi ucundaki elektrodlarının karşılığıdır). Bunun altında implanttaki kablo parametrelerini test etmek için kablo kağırlanmıştır. **"Tim-sah"** klipler (X) kullanılır; bunlar renklerle kodlanmıştır. **Kırmızı** proksimal elektroda, **siyah** distal elektroda bağlanır.

**Panel B-** İntrakardiyak elektrogram (ECM) olarak bilinen uyarı verme uyarının kayıtlarını göstermektedir. Yukardaki kayıt implanttan acilen alınmıştır, ST elevasyonları gibi tarif edilebilir (çember), bu normal EKG'de bu "lezyon akımı" olarak bilinir- ve kablunun miyokardiyal yüzey ile iyi temas ettiğini gösterir. Rölatif kısa sürede (dakikalar- saatler) bu "lezyon akımı" kaybolur ve daha basit EGM (elektrogram) spike'ı (alttaki kayıta çember) solda.

**Panel C-** Ventriküler kablo test edilirken analizlerden alınan kayıt. Üst sıra özel zaman diliminde uyarı verme çıktısını (output) göstermekte (V), solda 2.0 V'den sağda 0.3 V'ye tedricen düşürülüşü görülebilir. Sonraki çizgi intrakardiyak EGM ile kaydedildi (Panel B'deki gibi). Jeneratör ile uyarı verme vurusu oluşturulduğunda (olguda VP olarak ifade edildi) ve son çizgi EKG kayıdır. Kaydın solunda her uyarı verme vurusu ile (işaret kanalında VP) intrakardiyak EGM karşılığı ve EKG'de QRS kompleksi (koyu siyah oklar). 0.6 V'den aşağı da devam etmekte, fakat 0.5 V'de uyarı verme vurusu var (VP tekrar kanalda), fakat intrakardiyak EGM EKG'de QRS yok (kırmızı oklar). Bu çıktı da ventriküler dokunun yakalama yetersizliğini işaret eder. Daha sonra hastanın kendi intrinsek QRS kompleksi görülmekte (işaret kanalında VR bu uyarının kalp pilinin kurulum periyodunda düştüğünü gösterir) ve farklı intrakardiyak EGM ve EKG'de QRS görülmekte (noktalı siyah ok). Eşik- ventriküler dokuyu bu konumdaki uyarı verme kablosu ile yakalayan minimum uyarı verme çıktısı- örnekte; 0.6 V (vuru genişliği 0.5 ms).

Kısaltmalar: VP-Ventriküler pacing; VS-Ventriküler sensing.

**TABLO 13.** Pacing (uyarı verme) parameterleri ve normal değerler

| Algılama (millivolt, mV)                                                               | Direnç (ohm, $\Omega$ )                                                             | Eşik (volt, V)                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| P dalgası $\geq 1.5$ mV                                                                | 400-1000 $\Omega$                                                                   | $<1$ V, 0.5 ms'de                                                                |
| R dalgası $\geq 5.0$ mV                                                                |                                                                                     |                                                                                  |
| Birden fazla yer denenmiş ve kabul edilemez bulunmuşsa en düşük değer kabul edilebilir | Farklı kablolar için değişebilir- özel kablolar için üretici kılavuzuna danışılmalı | En düşük eşik en iyisidir, fakat algılama gibi, en yüksek değer kabul edilebilir |

(Heart 2009;95:334-342)

- Unipolar kablo kullanılmışsa (günümüzde tek/iki odacıklı kalp pilleri implantlarında seyrek jeneratör değişiminde rastlanmakta) kablonun sadece bir distal halkası bulunur, “siyah klip” buna bağlanır, “kırmızı klip” ise diğer elektrod gibi jeneratör etkisi meydana getirmesi için subkutan dokuya bağlanır. Bunun en basit yolu ya klipi cep içindeki dokuya bağlamak, ya da özel olarak tasarlanmış plaka kullanmaktır (bazı uyarı verme paketlerine dahil edilir) veya kişisel tercihe göre cebin içerisine arter klipi bağlanır ve sonra da kırmızı timsah klip buna bağlanır.
- Bağlantı yapılırken, kablonun uyarı verme karakteristikleri resmen test edilmeden önce, “lezyon akımı” kontrol edilmeli (Şekil 38). Bu büyükse, kablonun uç elektrodu ve miyokardiyum arasındaki iyi teması ima eder. Büyük lezyon akımı bulunduğu anda, başlangıçta yüksek uyarı verme eşiği 5 dakika içinde düşebilir, dolayısı ile anatomik olarak iyi konumda görünen kabloyu yeniden konumlandırılmadan önce beklemek önemlidir. Aşağıdaki parametreler rutin olarak test edilmelidir (Tablo 13):

**Algılama (sensing):** Milivolt (mV) ile ölçülür, kalp pili kablosunda algıladığı intrinsek sinyaldir. Daha büyük sinyal daha iyi kabul edilmektedir.

- SağV kablosu bulunan olgularda, R dalgası (sağV kablosunda hissedilen sinyal) çok küçükse, kalp pili sonra intrinsek ritmi hissetmeyebilir ve küçük “R- on- T aritmileri” riski ile uygunsuz olarak uyarı vermeye başlar. Daha önemlisi R dalgası çok küçükse ve cihaz, bunun için programlanmışsa, (*hesabına uyarı vermeye; ‘R vurusu olarak saymaya çalışır’*) sonra ventriküler aktivite olmayan “artifaktları” algılayabilir ve hasta potansiyel olarak asistolik olduğunda ventriküle uygunsuz olarak uyarı vermez.
- SağA kablosu bulunan hastalarda atriyal sinyalin sadece büyüklüğü değil (P dalgası), uzak olmasına rağmen atriyal kablo ile algılanan ventriküler aktivitenin bulunması da önemlidir (“*uzak alan*” denmekte). Atriyal kabloda, *Uzak alan* aktivitesi rölatif olarak P dalgasına göre çok büyükse, atriyal kabloda kalp pili bunların ikisinin de görebilir ve sadece bir tane olmasına karşılık iki atriyal sinyal olarak hesaplanır. Kalp pillerinin çoğu bu sorunu çözmek için programlanabilir. Ancak, *uzak alan* komponentini en aza indirmek için implantasyon sırasında, kablonun dikkatli konumlandırılması gelecek sorunlardan

(daha sonraki bir tarihte spesifik olarak kablonun yeniden konumlandırılması gerekebilir) anlamlı derecede koruyabilir. Birçok yer test edilmişse daha küçük sinyal amplitüdü kabul edilebilir; karar vermek için genellikle “daha iyi konumu bulmak için aramanın ne zaman durdurulması gerektiğini bilmek” deneyim gerektirir.

**Direnç (İmpedance):** Ohms ( $\Omega$ ) olarak ölçülür. Direnç ölçümü kablonun içinden geçen elektrik akımına karşı koyan tüm faktörleri yansıtır. Bunlar kablonun iletken maddesi (iletken maddenin direnci), elektrodta miyokardiyuma elektrik akımına karşı direnç (elektrod direnci), ve miyokardiyumda elektrod-doku ara yüzünde toplanmış karşı koyan polaritedir (Polarizasyon direnci). Kabul edilebilir ölçümler Tablo 13’de gösterilmiştir. Bu ölçümler kalıcı kalp pilinin takibinde çok önemlidir.

- Yüksek direnç kablonun iletken maddesindeki kırılmayı veya proksimal konnektörün gevşek ayar vidasını düşündürür. Düşük direnç değeri ise iletken maddenin yalıtımının kırıldığını ima eder. Her iki durumda kablonun değiştirilmesi gerekir.

**Uyarı verme eşiği (Pacing threshold):** Volt (V) ve vuru genişliği (ms) ile ölçülür. Bu miyokardiyal dokuyu elektrikli olarak yakalamak için gereken en az enerjidir. Bu değerin daha düşük olması daha iyidir. Pilin tükenmesi gereken enerji miktarı ile orantılıdır. Olguların çoğunda, vuru genişliği sabittir (örneğin 0.5 ms) ve yakala kaybolana kadar voltaj yavaşça düşürülür (Şekil 38); (bu olguda eşik 0.5 ms’de 6V). Ekstrakardiyak dokuların uyarılmasından emin olmak için maksimal Pacing çıktısı (sıklıkla 10V) her Lead üzerinde ayrıca gerçekleştirilir (normal olarak diyafragmatik seğirme ile gösterilir).

**Stabilitiyi test etme (stability testing):** Kablonun uyarı verme karakteristikleri yakalamayı kaybetmeye sebep olabilen koşullar altında test edilir.

- Bu implant zamanında yapılır, çoğunlukla hastaya basitçe derin nefes alması, öksürmesi, koklaması ve soluması söylenir.
- Bazı operatörler derin inspiryumda kablonun hareketini kontrol etmek ve bu manevra sırasında kablonun ucunun yerinden çıkmadan düzleşmesini sağlayacak kadar yeterli miktarda gevşek olduğundan emin olmak için floroskopi kullanabilir.

### C. UYARI VERME KABLOSUNUN BAĞLANMASI, JENERATÖRÜN CEBE YERLEŞTİRİLMESİ VE YARANIN KAPATILMASI:

Tatmin edici konuşlandırma ve kablo parametreleri elde edilince, kablo etraftaki yaka ile absorbe-edilmeyen sütür ile sağlama alınır. Kablonun adaleye dikilerek sağlama alınması önemlidir, subkutan dokuya dikilerek sağlama alınırsa kablo kayabilir.

Sefalik ven kullanılmışsa, kabloların proksimal ucu ve kabloların etrafına ipek bağ kullanılarak yeterli sıklıkta bağlanabilir. Böylece vende rezidüel kan akımı tamamen durdurulabilir. Ancak kablonun dış izolasyonu veya sarım (coil) zarar görece kadar sıkı bağlanmama-

h. Kablolar alınınca kalp pilinin jeneratörü kablolarla bağlanır ve cebe yerleştirilir. Bu evrede aşağıdaki noktalara dikkat edilmelidir:

1. Birden fazla kablo varsa, örneğin sağ atriyal ve ventriküler, doğru kablo başlıktaki doğru deliğe yerleştirilir. Kablonun üzerindeki seri numarası kontrol edilmeli ve nerede takıldığı ve metodu kontrol edilmeli.
2. Kablo tümüyle başlığın içine sokulur, pimin distal ucunun distal konektöre geçtiği kontrol edilmeli.
3. ALL ayar vidaları yeteri kadar sıkılır, tornovida sıkmak için saat-yönünde döndürülür (Bazı üretimlerin bipolar kablo için bir set vidası diğerlerinin iki set vidası vardır).
4. Jeneratör cebe yerleştirildiğinde, kabloların fazla uzunluğunun jeneratörün arkasına sarılıp ve yerleştirildiğinden emin olunmalı, aksi takdirde gelecekte jeneratör değiştirilirken zamanında daha yüksek zarar verme riski vardır. İdeal olarak, jeneratör cebe “logo yüzü” yukarı gelecek şekilde yerleştirilmeli. Bazan jeneratör başlığının deliğinin içinden geçen dikiş, ilmik ile adaleye dikilerek sağlama alınır, ciltaltı dokusu kaybolmuş yaşlılar veya doktorun jeneratörü değiştirme sırasında jeneratörün kaudale doğru yeri değiştirildiğinde bu teknik jeneratörün göç etmesini önleyebilir.
  - Yaranın kapatılması farklı yollarla yapılabilir; kesintili dikiş, devamlı dikiş, dikiş kitleme gibi. Bununla birlikte, tüm tekniklerin ortak yanı, derin ciltaltı tabakalarının kapatılmasında bir veya iki tabaka absorbe edilebilen sütür kullanılmasıdır, ciltaltı (subkutikular) planda tek tabaka sütür kullanılır (ya absorbe edilen veya ya da edilemeyen). Bazı operatörler doku tutkalı kullanır, hemostazisi iyi ve subkutikular derin sütürler yerleştirmek için cildin yan yana iyi getirilmesi için band kullanılır. Bu sütürlerde doğru gerilim olması önemlidir (çok sıkı ciltte büzüşmeye, çok gevşekse yarada boşluğa, ayrılmaya sebep olur).

#### D. İŞLEM SONRASI BAKIM

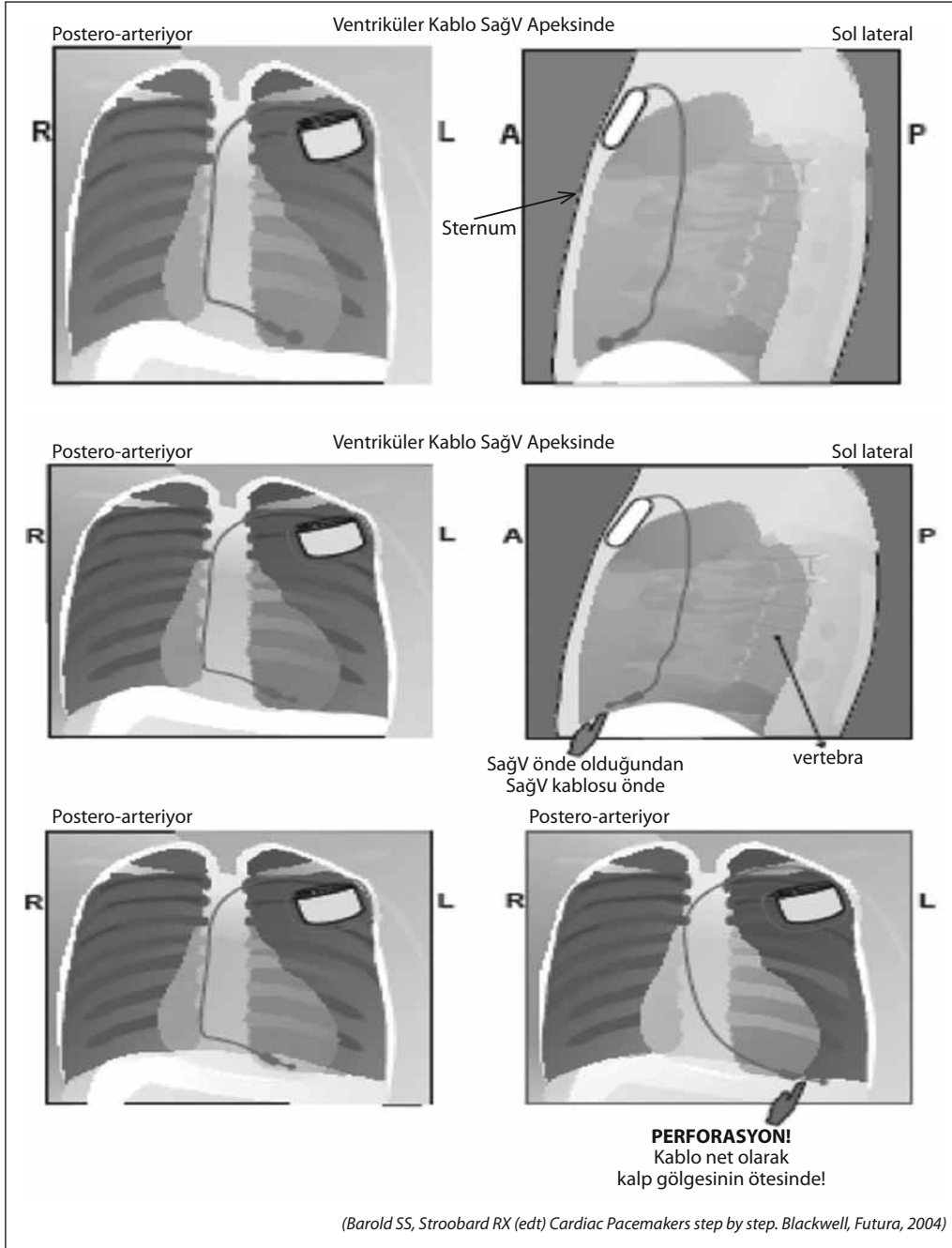
İşlemden sonra cepte lokal (sıklıkla gentamisin) ve parenteral veya oral antibiyotiklerin kullanılması işlem öncesi antibiyotik rejimleri gibi tartışmalıdır, operatörün bireysel tercihinine bağlıdır.

- Subklavyan ponksiyonu yapılanlarda anlamlı pnömotoraksi dışlamak için ve kabloların yerini görmek için her hastada AP ve sol lateral göğüs radyografisi çekilmelidir (Şekil 39) Birçok kurumda venöz giriş yolu ne olursa olsun tüm hastalarda yapılabilir.

#### Jeneratör Değişimleri, İCD Implante Edilebilen Kardiyoverter Defibrilatörler (ICD) ve Kardiyak Resenkronizasyon Tedavisi (CRT):

Elektif jeneratör değişimi sıklıkla yanlış algılanmaktadır. İmplantın kendisine kıyasla daha basit bir işlemdir. Enfeksiyon oranı daha yüksek, kablonun zarar görmesi daha olasıdır. Uyarı verme eşiği/impedansında ani değişiklikler gibi beklenmeyen bulgular ile seyrek karşılaşılmamaktadır.





**ŞEKİL 39.** Kalp pili ve toraks radyografisi görüntüleri. İki odacıklı uyarı verme kablosunun şematik pozisyonu. Kısaltma: A-Ön; P-Arka; R-Sağ; L-Sol.

- Sorunların riskini en aza indirmek için bazı sabit adımlar atılabilir: (1) Önce implante edilmiş donanımlarından (kablolarının sayısı, unipolar veya bipolar) mutlak emin olunmalı. (2) hasta “uyarı vermeye-bağımlı” ise kontrol edilmeli (altta yatan ritm kesinlikle bulunmuyorsa; sıklıkla kalp pili, sadece en az 30/dk; hıza programlanmış olabilir; karar verilmelidir, biri kabloyu hızla çıkarır ve uyarı vermeye ayarlı analizere bağlar (bu gergin bir süreçtir) veya jeneratör değiştirilmeden önce geçici uyarı verme teli kasıktan sokulur sonra da işlemin en sonunda ihmal edilebilir enfeksiyon riski ile jeneratör çıkarılabilir; veya alttaki ritmi desteklemek için yüksek doz İso prenataline kullanılabilir. (3) kabloların jeneratör ile ilişkisini ve gidişatını tanımlamaya yardımcı olması için floroskopi kullanılabilir.

Son olarak; jeneratörü kolayca çıkarmak için karar verilir; orijinal implant insizyonununun uzak konumda insizyon yapılabilir (örneğin jeneratörün daha sefalik bölümünün biraz üzerinden). Önceden kabul edildiği üzere, yeni kabloların jeneratörün değişim zamanı implante edilmesi gerekir, sonra da ven açıklığını kanıtlamak için venogram yapılır ve jeneratör kaudale doğru kaymışsa, iki insizyon yapılması bile gerekebilir; biri jeneratörü çıkarmak, diğeri ven girişi elde etmek için.

- İmplant edilebilir Kardiyoverter Defibrilatör (İCD) İmplantasyonu ve Kardiyak Resenkronizasyon Tedavi (CRT) kompleks cihaz işlemleridir. İCD implantasyonu standart kalp piline benzer; şok sarımları (coils) ile ventriküler kablolar biraz daha ağır ve sert olsa da standart algılama/uyarı verme kablolarına benzer büyüklüktedir (French size). Bununla birlikte, bu hastaların sıklıkla yapısal anormal kalpleri (dilate ve yaralı) bulunur. Jeneratörler daha büyük olup, cebinin büyüklüğü ve konumunun ona göre ayarlanması gerekir.
- CRT'nin bradikardide uyarı veren standart kalp pili ile birçok ortak komponenti benzerdir, fakat sağV ve sağA kablolarının yanında sol ventriküle uyarı vermesi için kabloyu koroner sinüse yerleştirmek gerekir.

## Kaynaklar

1. Rajjappan K. Permanent Pacemaker Implantation Technique (Part I). Heart 2009;95: 259- 264.
2. Rajjappan K. Permanent Pacemaker Implantation Technique (Part II). Heart 2009;95: 334- 342.
3. Harold SS, Strobandt RX(edt). Cardiac Pacemakers step by step.Blackwell & Futura. 2004.
4. Hoier P. Cardiac Pacing: Watson S, Gorski KA. Invasive Cardiology, Jones & Barlett. 2011.
5. Lau EW. Upper body venous access for transvenous lead placement – review of existent techniques. Pacing Clin Electrophysiol 2007;30:901-9.
6. Comprehensive yet brief review of the techniques available. 8. Burri H, Sunthorn H, Dorsaz PA, et al. Prospective study of axillary vein puncture with or without contrast venography for pacemaker and defibrillator lead implantation. Pacing Clin Electrophysiol 2005;28:S280-3.
7. Lipscomb KJ, Linker NJ, Fitzpatrick AP. Subpectoral implantation of a cardioverter defibrillator under local anaesthesia. Heart 1998; 79:253-5.
8. Stambler BS, Ellenbogen KA, Zhang X, et al. Right ventricular outflow versus apical pacing in pacemaker patients with congestive heart failure and atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol 2003;14:1180-86.
9. Cock CC, Meyer A, Kamp O, et al. Hemodynamic benefits of right ventricular outflow tract pacing: comparison with right ventricular apex pacing. Pacing Clin Electrophysiol 1998;21:536-41.

## 4.1.C. GEÇİCİ KALP PİLİ İMPLANTASYONU

Uzm. Dr. Barış İkitimur, Prof. Dr. Rasim Enar

® “Transvenöz geçici kalp pili takılması özellikle geri-dönüslü etyolojiye bağlı ve hemodinamiyi bozan bradikardilerde hayat kurtarıcıdır.”

### Geçici Kalp Pillerinin Tipleri:

Geçici uyarı verme için dört temel metod vardır: Eksternal (transkutan) uyarı verme; transözefajeyal uyarı verme; transtorasik epikardiyal uyarı verme ve internal transvenöz uyarı verme.

Kullanılan geçici kalp pili sisteminin tipi hastanın geliş tablosuna, durumun aciliyeti ve geçici kalp pili tedavisinin süresinin uzunluğuna bağlıdır.

**Transkutan uyarı verme:** Bradikardi, bradikardiyal veya asistol bulunan (veya avcilen gelişen) acil hastada, eksternal transkutan kalp pili ideal tedavi seçeneğidir. Bu tip kalp pili hızla başlatılabilir, acil durumda uygulanması çok kolaydır. Bu cihazın uyarı verme aktivitesinin operatör tarafından kontrolü sınırlıdır, çok fazla çalışma gerekmez.

**Transözefajeyal uyarı verme:** Transözefajeyal uyarı verme kardiyak bradikardilerin noninvazif tedavi yöntemidir. Hastanın özefagusuna elektrodu sokarak yapılır ve sonra elektrikli uyarıyı özefagusun içinden kalp adalesine iletir. Tipik olarak atriyal kaynaklı bradikardiler ve AV düğüm ve ventriküler yolların disfonksiyonunun tedavisinde kullanılır. Direk ventriküler uyarı verme bu metodla yapılabilir. Yüksek uyarı verme eşiği gerektiğinden hastada rahatsızlığa sebep olabilir. Transözefajeyal uyarı verme transkutan ve transvenöz uyarı verme ile mukayese edildiğinde, bradikardilerin kısa dönem tedavisinde onlar kadar etkili bulunmuştur. Transözefajeyal uyarı verme transvenöz uyarı vermeye göre daha az karmaşık ve transkutan uyarı vermeye kıyasla daha etkili bulunmuştur.

**Transtorasik epikardiyal uyarı verme:** Transtorasik geçici kalp pili implantasyonu akut bradikardi aritmilerin tedavisinde tipik olarak kullanılmamaktadır. Bununla birlikte transtorasik uyarı verme kablosunun acilen yerleştirilmesi mümkündür, yüksek komplikasyon

ve düşük başarı oranlarından dolayı riskli bir prosedür olarak düşünülmelidir. Transtorasik epikardiyal kalp pillerinin çoğu cerrahi sonrası gelişen bradiaritmileri tedavi etmek için kardiyak cerrahi sırasında yerleştirilmiştir.

**Transvenöz endokardiyal uyarı verme:** Uygun farmakolojik tedaviye refrakter bradikardilerin tedavisinde transkutan ve transözefajeyal uyarı vermeye göre daha iyi tolere edilir ve direk torasik epikardiyal uyarı vermeden daha emniyetle yapılır. Bu faydalarına göre transvenöz kalp pili kateterinin sokulması transkutan ve transözefajeyal metodlara kıyasla daha deneyimli ve eğitimli doktor gerektirir.

### TRANSVENÖZ GEÇİCİ KALP PİLİ İMPLANTASYONU:

Acil koşullarda, kablonun kolay yerleştirilmesi ve AV düğümün hastalığı ile ilgili tekodacıklı ventriküler uyarı verme sık kullanılmaktadır. Sağ ventrikülden uyarı verme daha hızlı ve kolay olabilir. Bununla birlikte atriyoventriküler senkroninin kaybolması sonucunda uyarı verilmiş daha düşük kalp debisi ve kan basıncı meydana gelir.

#### İşlemin Temel Prensipleri:

Transvenöz uyarı verme kablosunun yerleştirilmesi için büyük sistemik vene girmek gerekir. Bu giriş genellikle modifiye edilmiş perkutan Seldinger yaklaşımı (teknigi) kullanılarak sağlanır. Transvenöz kablonun sokulması için birçok giriş noktası vardır; eksternal juguler, internal juguler, sol subklavyan, brakiyal veya femoral venler. Deneyimli ve deneyimsiz doktorlar için en yüksek başarı juguler damarların kullanımı ile elde edilmiş ve çok düşük sayıda komplikasyon sayısı ile ilişkilendirilmiştir. Bundan başka internal juguler ven sağ atriyum ve sağ ventriküle daha kolay ve direk bir yol sunmaktadır.

Kalp kateterizasyonu sırasında uyarı verme kablosunun femoral venden sokulması daha pratiktir. Ancak bu metodun performansı suboptimaldir, özellikle ucu balonlu kablo veya “pacing swans” kullanıldığında. –Femoral yaklaşımda kablonun stabilitesi daha az emniyetlidir, infeksiyon riski artmıştır ve uyarı verme tedavisinin verildiği sürenin tamamında hastanın immobil olması gerekir. Brakiyal venöz yaklaşım femoral yaklaşıma göre hastanın daha az immobilizasyonunu gerektirir, trombolitik tedavi verilen hastalarda daha iyi seçim olabilir. Internal juguler ven veya subklavyan ven daha stabil yerleşim sağlar ve hastanın daha az immobilizasyonunu gerektirir. Subklavyan damarın perkutan girişi biraz daha zordur ve anlamlı komplikasyonlar ile ilişkilendirilmiştir (özellikle pnömotoraks veya hemotoraks). Şayet kalıcı kalp pili gerekiyorsa, önceden varolan subklavyandan yerleştirilmiş kalp pili kablosu sorun olabilir. Subklavyan damarları giriş tekniğinin zorluğundan geçici uyarı verme için rutin kullanılmaz. Internal juguler ven, sağ atriyum ve ventriküle daha direk yol sunduğundan deneyimli ve deneyimsiz doktorlar için daha uygun bir tekniktir, daha düşük komplikasyon oranı ile ilişkilendirilmiştir. Bu avantajlarına rağmen doktor juguler veni tanımaya dikkat etmeli ve yanlışlıkla karotis arterine girmekten kaçınılmalıdır.

Ventriküler uyarı verme kablosunun yerleştirilmesi tipik olarak elektrod-kateterin sağ ventrikül apeksine ilerletilmesi ile yapılır. Atriyal uyarı verme en iyi sağ atriyum apendiksine

yerleştirilen J-şekilli atriyal kablo kullanılarak yapılır, yine de geçici atriyal ve ventriküler endokardiyal kabloların çoğu boşluk içinde pasif olarak yerleşir, aktif sabitlenen kabloları sağlanabilir. Bu kabloların miyokardiyal adale dokusu içerisine vidaları vardır, buna rağmen aktif sabitlenen kablolar stabiliteyi artırır, yerinde uzun süre bırakılmışsa kablonun kalp boşluğundan çıkarılmasını zorlaştırabilir.

Kalp boşluğuna uygun şekilde yerleştğinde, kateterin pozisyonundan kazara çekilme riskini azaltmak için kateter-elektrod ve giriş kılıfı cilde dikilmelidir.

### Uyarı verme jeneratörünün ayarlanması:

Transvenöz Endokardiyal uyarı verme jeneratörü, doktorun tipik olarak kalp boşluğunun akımı, duyarlılığı, uyarı genişliği ve uyarı verme hızını programlamasına izin verir. İki-odacıklı jeneratör bu parametrelerin atriyum ve ventrikülün ikisinin de ve de AV intervalinin proglanmasını sağlayabilir. Ventriküler uyarı verme için jeneratör akımını ayarlamak için, doktor önce ventriküler uyarı verme eşiğini belirlemelidir. Kullanılan kateterin tipine bağlı olarak değişir. Balon-akım yardımcı kateterler genellikle daha yüksek eşik ile ilişkilendirilmiştir. Bipolar kateter ile, genellikle daha düşük akımla ventriküler yakalama meydana getirilir.

- Ventriküler eşik belirlemek için uyarı verme jeneratörü 5.0 mA çıktı ile hastanın intrensek hızından (genellikle 80/dk) daha yüksek hıza ayarlanır. Akım sonra ventriküler yakalama kaybolana kadar düşürülür; daha sonra akım ventriküler uyarı verme geri dönene kadar artırılır: Ventriküler uyarı verme meydana getiren akım ventriküler eşiktir. Ventriküle tutarlı uyarı verilmesi için, uyarı akımı iki veya üç eşik değerine ayarlanır, ventriküler uyarı verme sağlamak için gereken uyarı verme akımı 10 mA'yı aşıyorsa uyarı verme kablosunun yerinin değiştirilmesi düşünülmelidir. Sağ atriyal akım ayarının programlanması sağ ventrikül için kullanılabenzer; ancak sağlanan düzey büyük ölçüde atriyal uyarı verme kablosunun pozisyonuna bağlıdır.
- Gerekli uyarı verme akımını belirlemek için, ventriküler eşik belirlemede kullanılan işlem uygulanır. Eşik belirlenince, tutarlı atriyal uyarı verme için atriyal uyarı verme akımı bu düzeyin iki üç katına programlanmalıdır.
- Sağ atriyumun uyarı vermenin uyarı genişliği ayarı tipik olarak aynıdır. Ayarlanan uyarı genişliği iki boşluk için normal olarak 1.0 msan'dir. Uyarı genişliğini artırmak, depolarizasyonu tetiklemek için gerekli akımı düşürür, endokardiyal uyarı verme sırasında çıktı akımının düşürülmesinden çok az fayda kazanıldığı görünmektedir.
- Transvenöz kalp pilinin uzun süre kullanılması bekleniyorsa atriyal ve ventriküler duyarlılık ayarı test edilmelidir; uyarı verme hızı intrensek kalp hızının altında programlanmalı ve kalp ritmi uygun uyarı vermek için değerlendirilmelidir. Uygunsuz uyarı verme tespit edilirse, intrensek aktivite bulunduğu kalp pili uyarı vermeyi inhibe edene kadar duyarlılık düşürülmelidir. Normal ventriküler duyarlılık ayarı 2,0 mV, atriyal duyarlılık ayarı tipik olarak 0.5 mV civarındadır.
- Ventriküler interval ayarı mümkün olduğunca intrensek atrial- ventriküler senkroniyi stimüle etmek için iki-odacıklı uyarı vermeyi sağlamak için tasarlanır. Doktor AV intervali hedef kalp hızının üzerinde programlamayı talep edebilir (daha uzun interval daha düşük hız, daha kısa interval, daha yüksek hız tahsis eder); AV interval değerlerinin çoğu 150- 250 msan arasındadır.

- Tüm geçici kalp pili cihazları ile, programlanmış kalp hızı dakikada 60 vurunun üzerindedir (hemodinamik stabilite tesis eden hız). Tek-odacıklı uyarı vermede AV senkroninin kaybolmasına bağlı daha yüksek hız gerekir. Tek-odacıklı uyarı verme hızı dakikada 80 vurunun intrensek bradikardi ritmindeki hastada daha iyi hemodinamik fayda sağladığı gösterilememiştir.

#### İndikasyon ve kontraindikasyonlar:

GKP indikasyonları temel olarak iki grupta toplanarak gözden geçirilmiştir: Acil veya profilaktik geçici kalp kalp pili yerleştirmesi; bradiaritmilerin veya taşiaritmilerin tedavisi; ve örneğin; akut miyokard infarktüsü sırasında veya diğer hastalarda.

- Standart acil GKP indikasyonları Tablo 14'de gösterilmiştir; bu indikasyonlar aşağıdakilerin bulunması varsayımına göre sıralanmıştır: (1) Daha az invazif girişimlerin (farmakolojik ajanlar ve antidotları, transkutan uyarı verme gibi) denenmiş ve başarısız olması veya başarının kısa ömürlü olduğuna karar verilmesi. (2) Hastanın yaşadığı semptomların (ciddi göğüs ağrısı, dispne veya bilinç durumunun değişmesi, hipotansiyon; şok; pulmoner ödem; veya akut miyokard infarktüsü) bulunması.
- Acil koşullarda, hasta GKP için hazırlanırken başlangıçta transkutan uyarı verme kullanılır.

Genel olarak, transvenöz uyarı verme asistolik/bradisistolik kardiyak arrest, travmatik kardiyak arrest veya derin hipotermi ve bradiaritmide yararlı olduğu görünmemiştir. Sonraki grupta, alttaki durumun yoğun tedavisi her şeyden önemlidir, teorik olarak; hipotermik hastaya uyarı verme telinin sokulması terminal aritmileri presipite edebilir. Ancak, hastanede kardiyak arrestin kurbanlarındaki farmako terapiye cevapsız tam kalp bloğu veya bradiaritmide (asistoli ile olmayan) hastalar transvenöz uyarı vermeden biraz fayda görebilirler.

**TABLO 14.** Geçici Kalp Pili yerleştirme İndikasyonları

| Acil GKP yerleştirme indikasyonları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Profilaktik GKP yerleştirme indikasyonları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bradiaritmiler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Semptomatik sinüs düğümü disfonksiyonu<br/>Sinüs durması<br/>Sinüs bradikardisi</li> <li>• Semptomatik Atriyoventriküler blok.<br/>İkinci- derece AV blok, Mobitz tip II</li> <li>• Üçüncü-derce (Tam) AV blok.<br/>Semptomatik ilaç doz aşımı.</li> </ul> <b>Taşiaritmiler</b> <p>Medikal tedaviye refrakter taşikardide aşırı hızlı (overdrive) uyarı verme ritmi ile ATP yapmak.</p> | <b>Akut miyokard infarktüsü</b><br>(özellikle anterior lokalizasyon)<br>ve<br>(semptomatik sinüs düğümü disfonksiyonu) <ul style="list-style-type: none"> <li>• İkinci-derce AV blok, Mobitz tip II</li> <li>• Üçüncü-derce AV blok</li> <li>• Yeni sol, sağ veya alterne eden dal blokları</li> <li>• Yeni fasikül bloğu</li> </ul> <b>Kalıcı kalp pili yetersizliğine sekonder semptomatik hastalar</b> |

ATP-Anti Taşikardik Pacing.

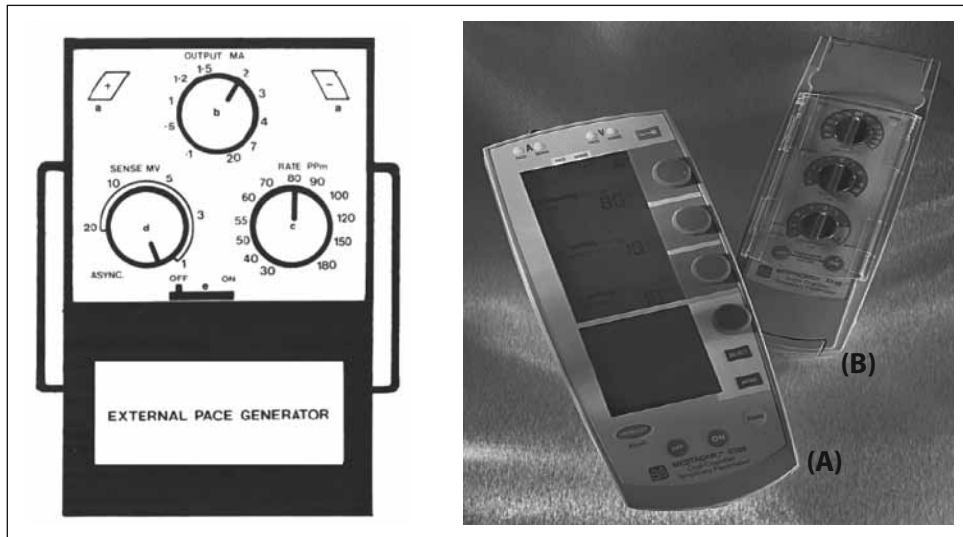
(J of Em Med 2007;32/1: 105-11)

## GEÇİCİ KALP PİLİ VE UYARI VERMENİN DONANIMLARI

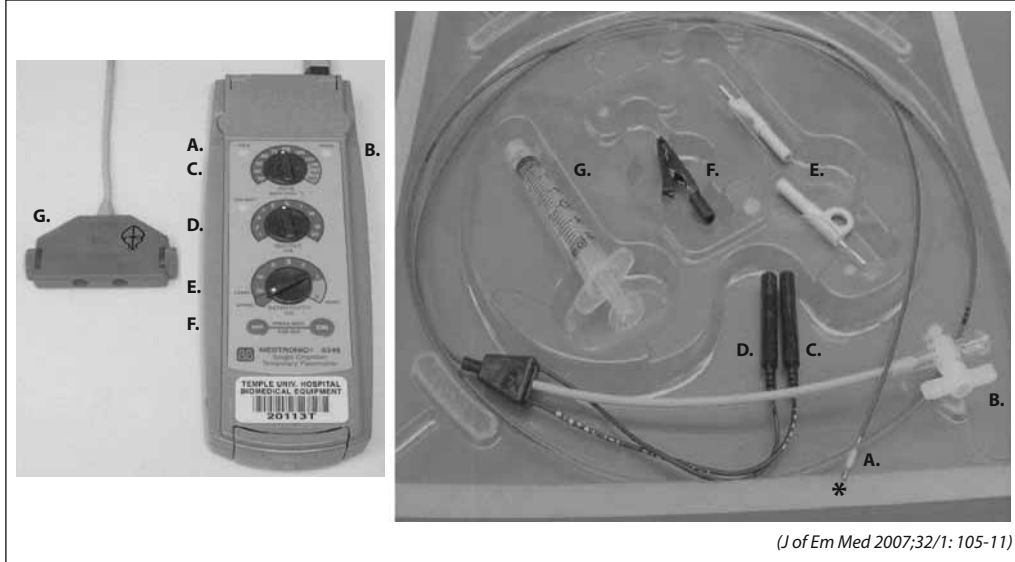
Geçici Kalp pili (GKP) takmak için gerekli donanımlar; intraduser kılıf, uyarı verme kateteri ve eksternal uyarı verme jeneratörü (Şekil 40). Ek olarak, hastanın ritmini takip etmek için EKG makinesi ve kardiyak monitor sağlanmalıdır. Önceden paketlenmiş, kalp pili için gerekli introduser kılıf, uyarı verme kateteri ve diğer donanımlar hazır paketlenmiş olarak tedarik edilebilir (Şekil 41-sağda).

**Eksternal uyarı verme jeneratörü:** Uyarı verme kateterinin içinden geçen elektrik akımını verir, verilen akım miliamper (mA) olarak ölçülür. Temel benzer özellikleri bulunan değişik tipte jeneratörler bulunur (Şekil 41). Uyarı verme jeneratörünün elektriki çıktı ve miyokardiyal algılama bölümleri jeneratörün yüzünde bir kadran olarak bulunur (Şekil 40).

- Çıktı kontrol (*output control*) kadranı akımının düzenlenmesini sağlar, sıklıkla 0.1-20 mA aralığında. Kalp pilinin kalbi yakalama (*capture*) yeteneğini belirler.
- Hız kontrol (*rate control*) kadranı uyarı verme hızını seçer.
- Uyarı verme jeneratörünün duyarlılık kontrolü (*sensitivity control*) da bulunur; doğal R dalgası amplitüdünü esas alarak eşiği tesis eder, kalp pilini ateşlemeden (uyarı vermesini) suprese etmesi için gerekli. Duyarlılık kontrolünü aşağıya çevirmek (düşürmek) “sabit hız, veya asenkron” uyarı vermeye neden olur; hastada altta yatan ritm ne olursa olsun, kalp pili ateşlenir (uyarı verir). Hız kontrolü değişikliği ile uyumlu duyarlılığın yükselmesi sonuçta “talebe göre, veya senkron” uyarı vermeye neden olur, uyarı verme jeneratörü intrensek kardiyak aktiviteyi algıladığında meydana gelir ve GKP’yi ateşlemeden



**ŞEKİL 40.** Yeni model geçici kalp pili jeneratörleri: (**Solda**)-resmedilmiş fonksiyon paneli, (**Sağda**)-atriyal ve ventriküler girişli iki odacıklı (A) ve ventriküler girişli tek odacıklı (B) GKP jeneratörleri.



(J of Em Med 2007;32/1: 105-11)

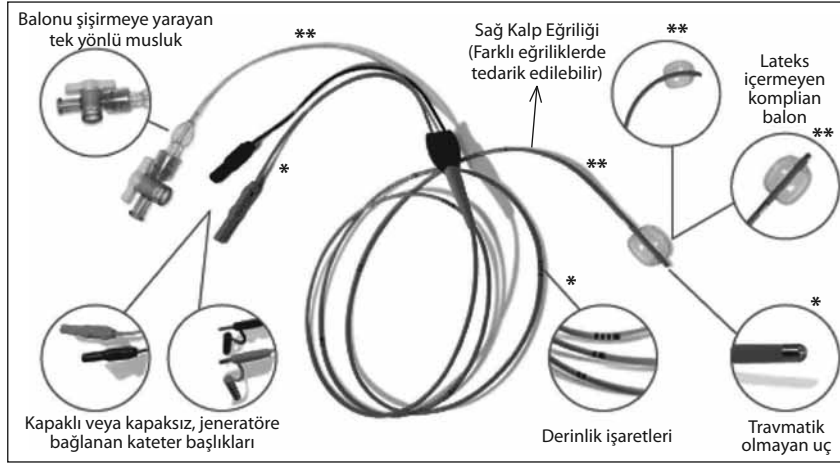
**ŞEKİL 41.** Geçici Kalp Pili Jeneratörü ve uyarı verme kateteri ile yardımcı donanımları: (**Solda**)-Kalp Pili jeneratörü. (A) Uyarı verme indikatörü. (B) Algılama indikatörü. (C) Hız kontrol düğmesi. (E) Algılama kontrol düğmesi. (F) Açma/kapama kontrol. (G) Uyarı verme elektroduna bağlantı için adaptör.

(**Sağda**)-Ticari olarak hazır, paketlenmiş Transvenöz Kalp Pili uyarı verme kateteri. (A) Ucu balonlu kateter. \*Ucu balonlu olmayan kateterler floroskopi altında kullanılır. (B) Balon şişirme ağız. (C) Negatif elektrod. (D) Pozitif elektrod. (E) Elektrodları eksternal uyarı verme jeneratörüne bağlayan adaptörler. (F) Negatif elektrodu EKG V derivasyonlarına bağlayan timsah klip. (G) Balonu şişirmek için şişirge.

(uyarı vermeye başlamadan) inhibe eder. “İsteğe bağlı” yöntemde, kalp pili alttaki hasta ritmini algılar ve uyarı verme jeneratörünün ayarlandığı hız hastanın ritmine eşit veya daha yüksek olduğunda uyarı vermez.

**Transvenöz uyarı verme kateterleri:** Çoğu bipolar, 3 Fr-5 Fr büyüklüğünde, uzunluğu yaklaşık 100 cm. Kateter yüzeyinde 10 cm ara ile bulunan çizgi işaretler kateterin konumunun hesaplanmasını sağlar. Kateterler esnek, yarı yüzer veya sert/yüzmeyen kateterler olarak sınıflandırılır. Son grup kateterlerin, kardiyak perforasyon riski yüksektir, genellikle sadece floroskopi altında kullanılırlar, sertliği daha kolay manipüle edilebilmesi sağlar. Acil koşullarda, ucu balonlu olsun olmasın yarı yüzer kateter en çok kullanılandır (Şekil 41, Şekil 42-2). Ancak, kardiyak arrestli hastalarda, şişirilmiş balonun venöz sistemden sağ kalbin içine yönelmesini sağlayan öne doğru akım olmadığından balonun şişirilmesinin faydası yoktur. Sokulmadan önce balon 1.5 cc hava ile şişirilip tutulur ve hava sızıntısı için test edilir. Kateterin kablolu ucunda iki elektrod bulunur; biri negatif işaretli ve distale konumdadır. Elektrodları EKG derivasyonları ve uyarı verme jeneratörüne bağlayan adaptörler malzeme içinde tedarik edilir (Şekil 41).





**ŞEKİL 42-1.** Balonlu transvenöz (Hellex) Geçici Uyarı verme kateterleri: Üstte (\*)- Lateksiz, bipolar balonlu, geçici uyarı verme kateteri. Geçici uyarı verme ve kalp sinyallerini kaydetmeye uygun, Altta (\*\*) - Balonsuz, geçici yalın uyarı verme kateterleri

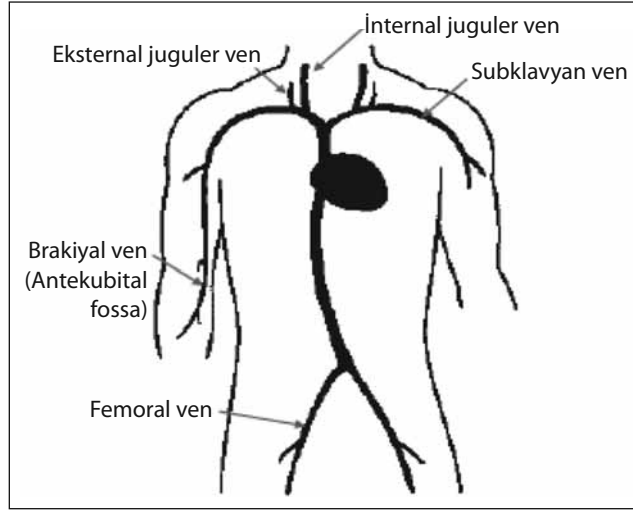
**Introduser kılıf:** Santral venöz giriş tesis etmek için kullanılır. Uyarı verme kateterinin venin içine geçmesini sağlar ve uyarı verme kateterinden 1 Fr daha büyük olmalıdır. Bazı kılıfların intravenöz sıvı ve ilaç vermek için ek delikleri bulunur.

## TRANSVENÖZ KALP PİLİ KATETERİNİN YERLEŞTİRİLMESİ

### Hazırlık ve Yer seçimi:

Bütün donanımlar tedarik edilebilmeli, hasta olağan steril koşullarda hazırlanmalı. Geniş bir bölge temizlenmelidir ve hasta tüm donanımların steril bir alanda kaldığından emin olunarak steril örtüler ile örtülmelidir. Doktorun tercihi ve deneyimine göre santral venöz giriş yeri seçilir. Seçenekler; internal juguler, subklavyan, femoral veya brakiyal venlerdir (Şekil 42-2).

- Sağ internal juguler ve subklavyan ve sol subklavyan venler sıklıkla tercih edilir. Bu yollar kateteri düzgün ve direk yerleştirme imkanı sağlar; (uyarı verme kateterinin doğal eğrilmesinden yararlanarak). Sağ internal juguler ven sağ ventriküler ulaşmada en direk yolu sunar ve en düşük komplikasyon oranı ile ilişkilendirilmiştir (Şekil 43).
- Hasta antikoagüle veya fibrinolitik tedavi almışsa, internal juguler ve subklavyan ven yolları vasküler yapıların iyi sıkıştırılamamasından dolayı tavsiye edilmez. Bu olgularda, femoral venöz girişin tesis edilmesi daha uygundur. Brakiyal nadiren kullanılır, kateter kolayca yerinden çıkabilir ve bu bölge yüksek infeksiyon ve trombozis riski ile ilişkilendirilmiştir.

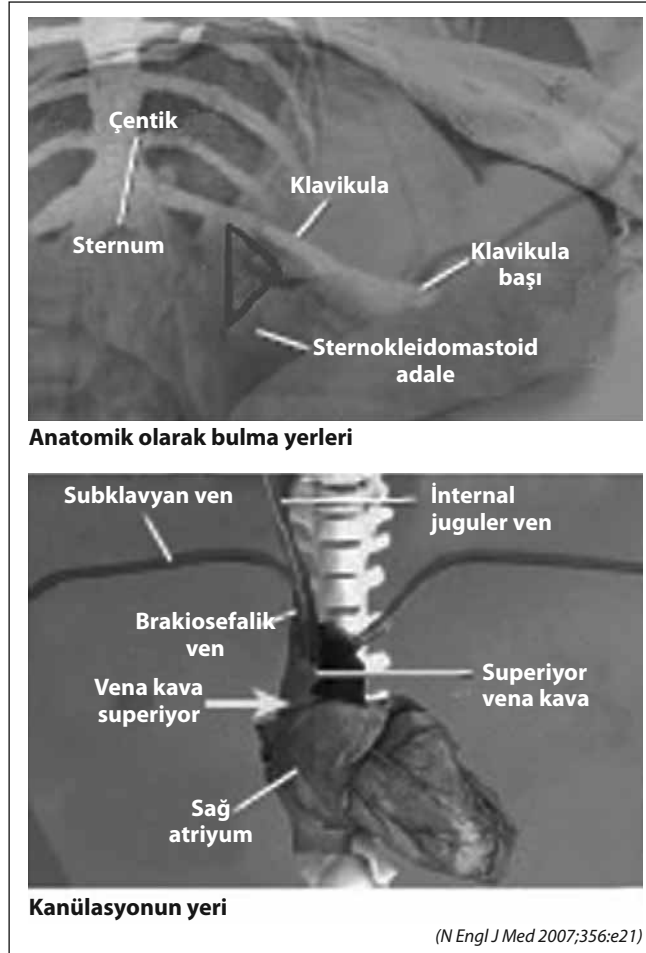


ŞEKİL 42-2. Geçici transvenöz uyarı verme telinin şematik giriş yerleri.

### Kateteri sokma tekniği:

Santral venöz giriş elde edildikten sonra, introduser (giriş kılıfı) yerinde güvenceye alınır, GKP kateteri EKG kılavuzluğunda veya körlemesine sokulabilir. Birçok doktor daha hızlı ve teknik olarak daha az kompleks olduğundan “körleme tekniği” tercih eder.

- *Körleme* işlemi yapmak için, balonlu-kateter elektrodları uyarı verme jeneratörüne direk bağlanır; sonra da kateter introduser kılıfının içinden vene sokulur ve uyarı verme jeneratörü açılır.
- Hastanın nabızı varsa, introduser kılıfın içinden geçirilince kateter 20 cm işaretinde iken balon şişirilebilir, aksi taktirde kateter balon ile aşağıya doğru ilerletilir. Uyarı verme jeneratörünün akım çıktısı maksimum akıma, uyarı verme hızı 60-80/dk ve duyarlılığı (sensivity) en alt düzeye (tam olarak saatin tersi yönünde veya asenkron) ayarlanır.
- Kateter ilerletildiğinde, hasta üzerine yerleştirilen EKG monitörü sıklıkla kalp pili vurularını (*spikes*) gösterir. Kateter sağV'ye girdiğinde ve endokard duvarı ile temas edince; kalp pili vurusundan sonra sol dal bloğu kompleksi görülmelidir (sağ tarafın göğüs derivasyonları V5, V6 alınmışsa). Kateter balonlu ise balon söndürülebilir ve kateter yerinde kalması emniyete alınır. Bununla birlikte, kateteri körleme sokma rölatif olarak hızlı yapılır, kateter hızla ilerletilirken operatörün fiilen feedback (tepki, bilgi akışı) alamaması bu tekniğin en büyük sakıncasıdır.



**ŞEKİL 43.** Santral vene giriş yerleri ve anatomik işaretleri.

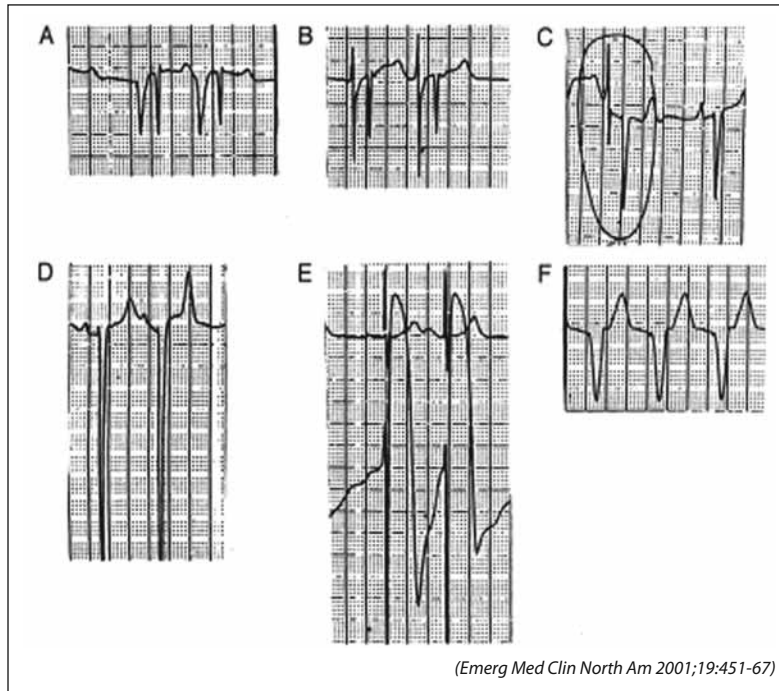
**Üstte-** infraklaviküler giriş noktası (üçgen). **Altta-** sağ atriyuma boşalan venöz anatomi.

#### EKG yardımı ile GKP kateterini yerleştirme:

EKG yardımı ile yerleştirme, GKP kateterinin algılama (sensing) fonksiyonundan yararlanır ve kateter sağV'ye yaklaştığında; görünen çeşitli dalga şekillerinin analizi ile kateterin ilerlemesinin izlenmesini sağlar.

- Uyarı verme kateteri ucuna yerleştirilmiş intrakardiyak EKG kablosu gibi görev yapar. Bu teknikte kateterin ucundan negatif (distal) elektrodun EKG cihazında (V) kablolarından herhangi birinin klip “timsah” ile bağlanması gerekir. Geri kalan kablolar hastaya olağan şekilde bağlanır.

- Kateterin lerlemesi dalga şekillerinin tanınması ile işaretlenir; kateter kalbin içinden geçerek hareket edince, bu dalga şekillerinin büyüklüğü ve polaritesi (yoğunlaşma) değişebilir (Şekil 44).
- Superiyor vena kava konumunda P dalgalarının amplitüdü ve QRS kompleksleri düşük amplitüdlüdür; algılama elektrodu kalbin yukarısında yer almışsa, atriyal ve ventriküler depolarizasyon vektörleri genellikle aşağıya doğru kateterden uzaklaşır dolayısıyla her ikisi de negatif polaritelidir.
- Kateterin ucu sağ atriyuma girdiğinde; P dalgaları daha büyür (kateterin ucunun doğal atriyal pacemaker'e daha yakın konumuna bağlı olarak QRS kompleksinden daha büyük) ve P dalgası ve QRS kompleksinin her ikisi de başlangıçta negatiftir. Bununla birlikte, kateter sağ atriyum ve triküspid kapağın içinden aşağı doğru geçince P dalgası bifazik, sonra da pozitif olur. SağV girişi pozitif P dalgasını derin negatif QRS kompleksinin takip etmesi ile anlaşılır. Kateterin ucu sağ ventrikül endokardiyumu ile temas edince, QRS kompleksi ST segment elevasyonu ile lezyon akımını gösterir.



**ŞEKİL 44.** EKG transvenöz kalp pili telinin yerleştirilmesi sırasında sağ kalbin içinden kaydedilmiştir. (A) Sağ atriyumun yukarısı; (B) sağ atriyumun orta-aşağısı; (C) sağ atriyumun aşağısı- triküspid anulusu; (D) Sağ ventrikül endokardı ile temas etmesi; ve (F) Pacemaker yakalaması (*Capture*).

- Kateter sağ atriyumdan vena kava inferiyor içinde bulunuyorsa; kateterin gidişatı kalpten daha uzakta olduğunda QRS kompleksi amplitüdünü kaybederken P dalgası pozitif polaritesini sürdürür, femoral ven yaklaşımı kullanıldığında benzer örnek görülebilir, ancak bu olgularda bu örnek atriyal uyarı vermeden önce gelir. Kateter sağV içinden geçmiş ve tesadüfen pulmoner arter içine girmişse kateterin ucu atriyumun yukarısına gittiği gibi P dalgası tekrar negatif olur, QRS kompleksi ise sağV'ye uzaklık arttıkça daha küçülür.

Ucu balonlu kateter kullanılmışsa; kateterin ucu sağ atriyuma girdiğinde balon şişirilir ve sonra da sağV apeksindeki ideal yerine doğru yönlendirilmesine yardımcı olması için triküspid kapaktan geçince söndürülür. Öne doğru akım ile kateterin SağV çıkış yoluna ve pulmoner artere doğru kaçması önlenmeye çalışılmalıdır.

- Kateter konumunda olunca EKG cihazından ayrılmalı ve uyarı verme (current output) jeneratörüne bağlanmalıdır. Körleme teknikteki gibi, jeneratör maksimum akım çıkışı, 60-80/dk aralığında uyarı verme hızı (pacing rate) ve en alt düzeye duyarlılığa (sensivity) ayarlanır (asenkron). Yüzey EKG'de her uyarı verici spikeden (çivi gibi sivri çizgi) sonra sol dal bloğu örneği görülmesi, yakalamayı (*capture*) işaret eder (Şekil 45). Tam yakalama meydana gelmemişse, GKP kateterinin yeniden konumlandırılması gerekmektedir.

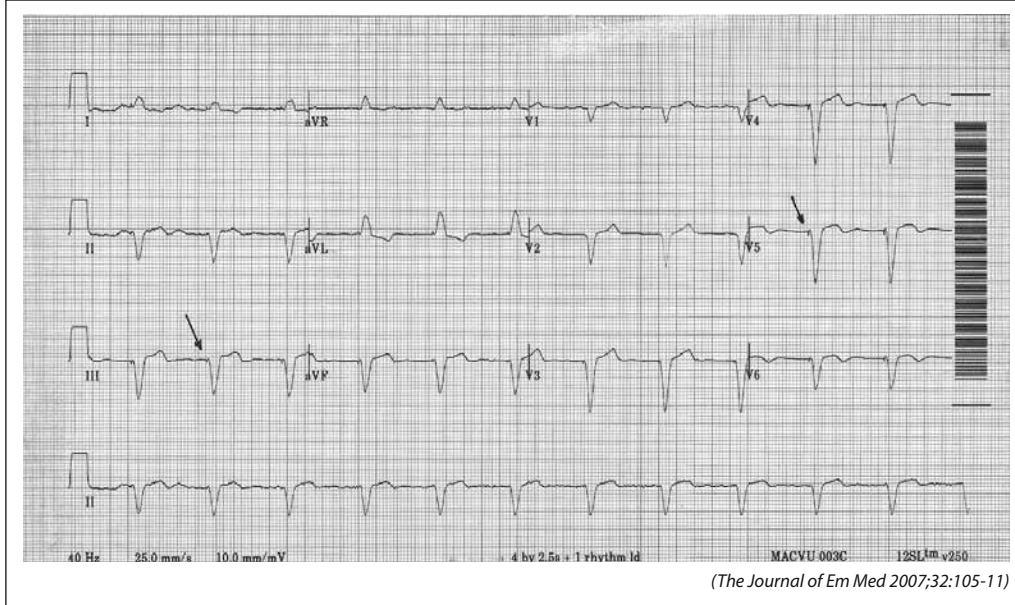
### Geçici Kalp Piliinin Tetkiki ve Doğrulanması:

**Yerleştirmenin doğrulanması:** GKP kateteri emniyete alındıktan sonra konumlandırmanın doğrulanması ve de subklavyan ve internal juguler yaklaşım kullanılmışsa toraksa venöz yolun yerleştirilmesine sekonder iyatrojenik pnömotoraksın dışlanması için göğüs radyografisi çekilmelidir. Kateter ideal olarak sağV apeksine yerleştirilmelidir. En çok kullanılan postero-anteriyor göğüs röntgenidir.

- Kateterin ucu kalp gölgesinin inferoposteriyor görünümünün üzerinde olmalıdır, genellikle torasik omurganın soluna doğru yönelmeli.

Kateterin uygun yerleşimi tartışılmakta ise, çapraz lateral projeksiyonda; kateterin ucu kalp gölgesinin inferiyoru ve apekse doğru uzanıyorsa kateterin ucunun sağV apeks yerleşimini gösterir. Hastanelerin acil biriminde uygulanan "körleme sokma tekniği" ile %50'sinde en sık yanlış yerleşim yeri bulunmuştur (sağ atriyumda). İnternal juguler ven kullanılmışsa sağV'ye başarılı yerleşim daha olasıdır. Sağ subklavyan ven yolu ile uygunsuz konumlandırma oranı daha yüksektir.

® Biz GKP uygulamasında özellikle tekrar kullanılan (tek kullanımlık olmayan) kateter seçilmişse, sıklıkla sol infraklavikular yaklaşımla sol subklavyan veya sağ internal juguler ven girişini tercih ediyoruz. Aynı yol koroner bakım ünitesinde floroskopi kullanmadan yatakbaşı ucu balonlu ve basınç izlemeli kateter yerleştirilmesinde de avantaj sağlamaktadır; sağ atriyum basınç dalgalarının görülmesi ile şişirilen balon sağV basınç dalgalarının görülmesi ile söndürülür.



(The Journal of Em Med 2007;32:105-11)

**ŞEKİL 45.** 12-D EKG ventriküler uyarı verme ritmini göstermekte. Karakteristik olarak geniş QRS komplekslerinin önünde kalp pilinin "spike'leri" (yapay sivri uçları) görülmekte (oklar). Sağ prekordiyal derivasyonlarda (V1-V3) klasik sol dal bloğu örneğine benzemekte, sol prekordiyal derivasyonlar (V5-V6) ise negatif defleksiyonu sürdürdüğünden klasik örneğe benzememekte. Frontal planda QRS kompleksi sol aks deviasyonu göstermekte

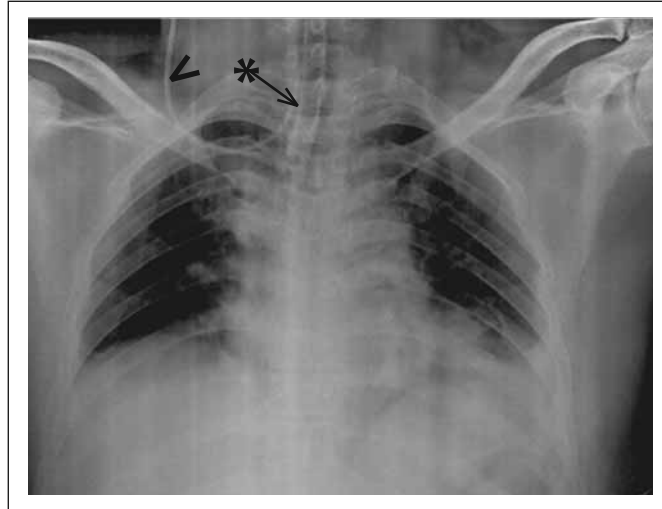
Uygun yerleşim 12-derivasyonlu EKG ile de doğrulanabilir. SağV apikal yerleşim EKG'de sol dal bloğuna benzer örnekler ortaya çıkar. Bunun dışında prekordiyal QRS kompleksi sıklıkla negatif polaritede uyumludur (*concordance*); (sol dal bloğundaki gibi V1-3'de negatif QRS ile pozitif ST-T değişiminin beklendiğinin aksine, V5-6'da devam etmesi gibi) (Şekil 45); oysa hakiki sol dal bloğu örneğinin özelliği QRS kompleksinin polaritesinin negatiften pozitive geçişi orta prekordiyal derivasyonlardadır. Kalp pilinin oluşturduğu uyarı sağV apeksinden çıktığı gibi sola ve yukarıya gittiğinden görülen EKG örneği frontal planda QRS aksının sola doğru deviasyonunu da gösterir.

Portatif röntgen cihazı ile yatakbaşı çekilen geçici kalp pili kateterinin pozisyonu hakkında önemli bilgiler sağlar (Şekil 48); kateterin mal pozisyonu seyrek olmayıp uyarı vermeme sebeplerinin başında gelir (Şekil 46, Şekil 47).

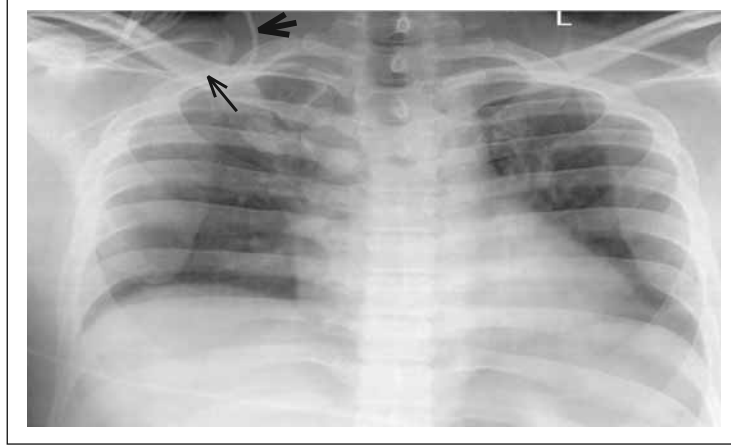
**Fonksiyonun doğrulanması:** Uyarı verme (output; çıktı) ve algılama eşikleri, operatörün uyarı verme yakalamasını (pacing capture) göstermesinden sonra test edilmesi gerekir; sonraki ikinci eşik sadece altta algılanan bir çeşit ritmi olan hastalar ile ilgilidir.

- **Uyarı verme (pacing) eşiği:** yakalama elde etmek için gereken minimum akımdır. Bunu belirlemek için, uyarı verme jeneratörü yüksek düzey akım çıktısına ve 60-80 vuru/dk veya doğal ritmin en az 10 vuru/dk üstünde uyarı hızına ayarlanır. Sonra da çıktı yakalama kayboluncaya kadar düşürülür. En sonunda yakalamayı garantiye almak için akım eşiğinin 2-2.5 katına ayarlanır. İdeal uyarı verme eşiği <1 mA olduğundan, çıktı genellikle 2-3 mA'den yüksek olmamalıdır. Eşik 5-6 mA'nın üzerinde olmuşsa kateter yeniden konumlandırılmalıdır.
- **Algılama (sensing) eşiği:** -Bir kalp pili sadece senkron veya ihtiyaca bağlı (*demand*) kullanılacaksa test edilir; örneğin hastanın alttaki ritmi algılanabilir. Algılama eşiğini test etmek için, hız hastanın intrinsek ritminin 10 vuru/dk altına ayarlanır ve duyarlılık kadranı en yüksek değere (*demand mode*) saat yönünde döndürülür. Bu ayarlama ile; kalp pili ateşlenmez (uyarı vermez), sadece algılar, uyarı verme vurusu olmadığında algılama ışığı parlaması ile belirtilir. Uyarı verici tekrar ateşlemeye başlayana kadar algılama kadranı saatin aksi yönünde çevrilir ve düşürülür. Bu değer algılama eşiğidir.
- Yeterli algılamayı garantiye almak ve kalp pilinin yersiz supresyonu ile sonuçlanan, T dalgaları ve adale seğirmesi gibi uygunsuz uyarıların ünite ile fazla algılanmamasını (*oversensed*) sağlamak için duyarlılık eşiği algılama eşiğinin altına düşürülerek algılama kontrolü yapılır.

Acil birimlerde GKP'nin acil yerleştirilmesinde, özellikle yeni gelişme yatakbaşı ultrasonun kullanıma girmesidir. Ultrason görüntüleme gerçek-zamanlı görüntü sağlar; uyarı verme telinin sağV'ye geçişi ve sağV miyokardiyumuna telin temasını gösterebilir. Ultrason körleme yerleştirilen uyarı verme telinin konumunu doğrulayabilir, işlemin komplikasyonları (interventriküler septum perforasyonu) da tespit edilir.



**ŞEKİL 46.** Eksternal juguler venden sokulan geçici uyarı verme kateterinin (ok başı) malpozisyonu: Ipsilateral internal juguler vene (\*) geçmiştir



**ŞEKİL 47.** Eksternal juguler vene sokulan geçici uyarı verme kateteri (ok başı) aksiller venin içerisine geçmiş (ok).

Çoğunlukla, subkostal (subksifoyid) pozisyonda 3.5 MHz linneer dizi probu kullanılır. Subkostal bakış açısı dört kalp boşluğu ve de kalbin duvar hareketlerini mükemmel gösterir. Bu pozisyonda gerekli transkutanöz kalp pili padları veya EKG Leadleri gibi ritm izleme donanımları ile karışmaz. Uyarı verme kablosu kalbin ortasına girdiğinde parlak linneer, hiperekojen yapıda görülür, ve triküspid kapağı geçip sağV'ye girmesi ve sağV'nin apikal miyokardı ile temas etmesi takip edilebilir. Yakalama sonografik olarak oldukça nettir, uyarı verme hızında ritmik kontraksiyonlar görülebilir.

#### **Komplikasyonlar:**

GKP'nin komplikasyonları işlemin evrelerine göre sınıflandırılır. Kardiyoloji koroner, kritik bakım ve acil ünitelerinde çoğu acil koşullarda uygulanan GKP komplikasyonlarına rölâtif olarak yüksek oranda rastlanmaktadır. GKP Kateterinin yerinde kalma süresi uzadıkça komplikasyon sayısının da paralel olarak arttığı gösterilmiştir. Yakalama bozukluğu ve algılama eksikliği rölâtif sık komplikasyonlardır, olguların %37- 43'de rastlanmıştır.

- Santral venöz giriş sırasında arterin ponksiyonu, pnömotoraks ve infeksiyon riskleri en sık karşılaşılan komplikasyonlardır. Daha olağan komplikasyonları ise; hava embolizmi, venöz trombozis ve tromboflebit ve kateter/kılavuz tel kulplasma (dügümlenme) ve yakalanmasıdır.
- Sağ kalp kateterizasyonu ile ilişkili riskler; aritmiler, yakalama bozukluğu, algılama eksikliği ve fazla algılamadır (oversensing).
- Kateter yanlış yerleştirilebilir; örneğin koroner sinüse yerleşiminde, beklenmedik şekilde yüksek uyarı verme eşiği, yakalama bozukluğu, sağV yerleşimine rağmen sağ dal bloğu EKG örneği ve lateral göğüs röntgeninde kateterin posteriyora doğru yönelmesi bunun ipuçlarıdır.



- Kateter septumu perforare de edebilir, 12-Derivasyonlu EKG’de sağ dal bloğu örneğine de sebep olabilir; sol ventrikül serbest duvarı perforasyonunun ipuçları; yakalamanın kaybolması, göğüs ağrısı, yeni ortaya çıkan perikardiyal sürtünme sesi ve göğüs duvarı adalelerine uyarı verilmesi. Ventrikül perforasyonu hemoperikardiyum, tamponad ve ölüm ile sonuçlanabilir. Kardiyak ultrason bu komplikasyonların tesbit edilmesine yardımcıdır.

## GEÇİCİ KALP PİLİ İMPLANTASYONU VE SORUNLARININ ÇÖZÜMÜ:

### İşlemin Teknik Prensipleri:

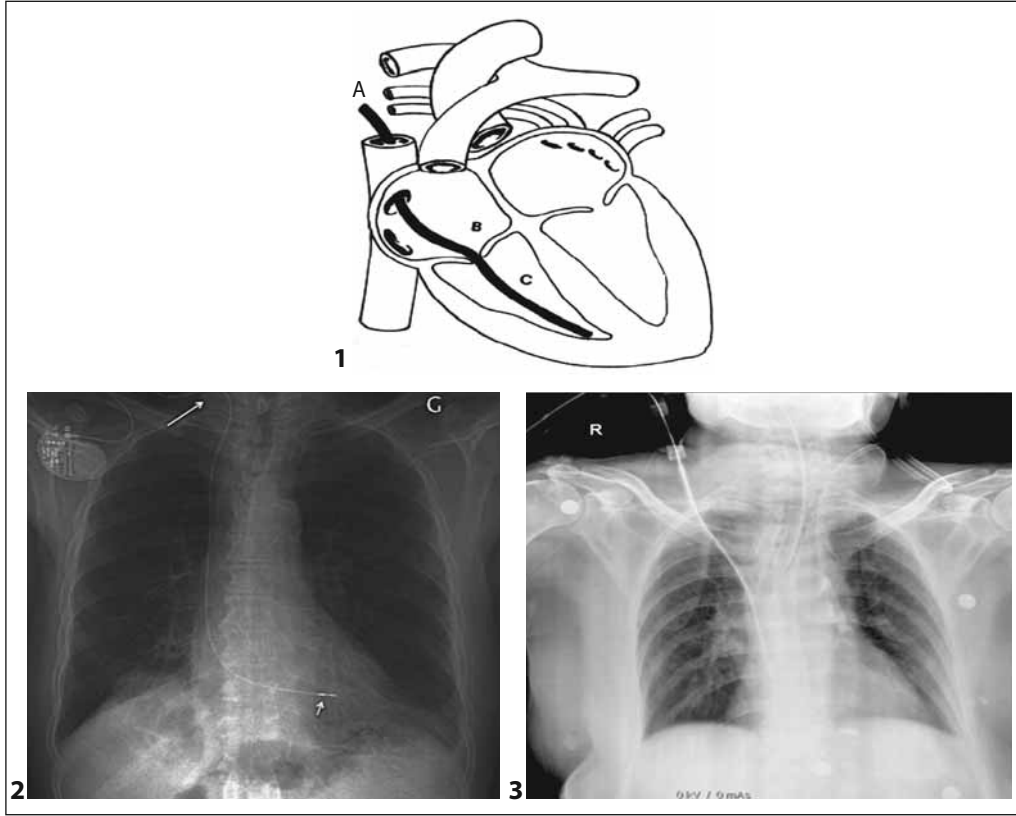
*Sağ internal Juguler venden geçici kalp pili uyarı-verme telinin sokulması:*

#### Floroskopi ile Kontrol

1. Hasta sırtüstü baş aşağı pozisyonda yatmalı. İntravenöz yol açılmalı ve sıvı (SF) infüzyonu ile açıklığı korunmalı. Hasta özel (zemini ahşap) floroskopi masasına (x-ışını veren röntgen cihazı masanın altında) yerleştirilir.
  - Bir ucunda röntgen ışını veren tüp diğerinde görüntü güçlendirici bulunan C-kolu’nun Floroskopinin görüntü-güçlendirici tüpü kalbin üzerine döndürülmeli (kalp görüntünün merkezinde olmalı). İşleme başlamadan önce görüntünün yeterli olup olmadığı test edilmeli.
2. İnternal juguler ven antiseptik solusyon ile silinip hazırlanmalı; santral ven girişindeki gibi uygulanan protokoldeki gibi; belirlenen giriş noktası ve çevresi “merkezden çevreye doğru daireler çizerek” antiseptik solusyon ile silinir ve sonra da nurası dışarıda kalacak şekilde hasta tepeden- ayak parmak uçlarına kadar steril örtüler ile örtülür.
3. Steril ortam korunarak giriş yeri %1 Lidokayin ile ince-uçlu iğne (26G) kullanılarak ciltiçi ve ciltaltı dokular infiltre edilerek lokal anestezi sağlanır; sonra da tahmini giriş yeri cildinde ince-uçlu bistüri ile küçük kesi yapılarak dilatörün zorlanmadan girişi sağlanır; sonra da öncesine göre daha kalın- uçlu iğne (14G) kesik içinde sokularak internal juguler ven bölgesine derine lokal anestetik infiltre edilir (Şekil 43).
  - Venin derinliğinin değerlendirmesi güç olduğunda; vene girmek için iğne yavaşca ilerletilirken küçük miktarlarda (her seferinde 0.2 mg) lokal anestetik injekte edilir.
  - İğne, kılavuz tel, giriş kılıfı, dilatör ve bağlantılar şırıngalar ve stilet işleme başlamadan önce test edilmeli ve açık olduklarından, çalıştıklarından emin olunmalıdır. Kalp pilinin uyarı- verme telinin vene girişi sağlayacak ince duvarlı plastik kılıftan kolayca geçebilmesi çok önemlidir, ayrıca dilatörün kılıfın içine sokularak ikisinin uyumu kontrol edilmelidir.
4. 10 ml’lik steril şırınga ön duvar Seldinger iğnesine bağlanır. Bölge anestetize olmuş ve işlemde kullanılacak malzeme de hazır; önceden yapılmış cilt kesisinden geçilerek iğne

ilerletilir. Şırınganın pistonu geri çekilerek (negatif basınç uygulayarak), emilirken iğne ve şırınga yavaşça internal juguler vene doğru yavaşça ilerletilir. Şırıngada koyu venöz kanın görülmesi başarılı ponksiyonun işaretidir.

5. Damara girilince, bu noktada şırınga vendeki Seldinger ön-duvar iğnesinden ayrılır ve yumuşak uçlu kılavuz tel iğneden serbestce kan akımı geri akarken, iğnenin lümeninden geçirilerek vene sokulur; kılavuz tel iğneden internal juguler vene kolayca geçirilir.
  - - Predilatasyonlu kılıf sokulması: Kılavuz tel zorlanmadan rahatca vene geçmelidir, geçmezse zorlanmamalıdır, iğne lumen dışında olabilir. Kılavuz telin vende olduğu kesinse; iğne çıkarılıp tel yerinde lumende bırakılır. Sonra da sert dilatör telin üzerinden lumene doğru ilerletilerek geçirilir; kılavuz telin yumuşak J şekilli (hazır veya sonradan şekillendirilmiş) ucunun dilatörün künt ucundan ötede olduğundan emin olunmalıdır (damar duvarı hasarını önlemek için). Dilatör cilt, ciltaltı dokulardan geçip vene girince tel yerinde bırakılarak çıkarılır; sonra dilatör lumeni yıkandıktan sonra yumuşak giriş kılıfının içine sokulur ve telin dışarıdaki ucu gergin tutularak sabitleştirilir ve diğer elle (kılıf-dilatör) bir kompleks gibi telin üzerinden kaydırılarak ven lumenine doğru yavaşça ilerletilerek (sabit basınç ile itilerek ve burgular gibi döndürülerek) vene sokulur.
  - - Direkt kılıf sokulması: Bu yöntemde daha başta, kılavuz tel lumene yerleştikten sonra giriş yerindeki cilt, ciltaltı kesisi ucu künt cerrahi makasla ciltaltı dokuları vene kadar disseke edildikten sonra kılıf-dilatör kompleksi tek parça halinde sabit ve gergin tutulan telin üzerinden kaydırılarak “vidalar gibi burgulayarak” direkt vene sokulur. En sonunda kılıf vende bırakılarak dilatör ve tel birlikte çıkarılır, siyah venöz kan kılıfın yan-kolundan rahatca geldiği görülmelidir, şırınga ile lumendeki kan çekilip atıldıktan sonra tazyikli SF ile lumeni yıkanır.
6. Uyarı-verme kablosunun, floroskopi altında kılıftan geçtiği ve juguler ven ve superiyor vena kava içine sokulduğu görüntülenir; kılıf (sonra venden çıkartılarak) veya direkt olarak uyarı-verme teli sağ atriya doğru ilerletilir.
  - Floroskopi kontrolü altında kablo sağ atriyumda kulp oluşturur ve kablo manipüle edilerek triküspid kapaktan geçilerek apeks ve sağ ventrikülün içine, apekse doğru ilerletilir ve yerleştirilir.
7. Sonunda uyarı-verme teli eksternal pacing jeneratörüne bağlanır. Kalp pili açılır ve eşik, veya ventrikülü yakalamak (capture) için gerekli en küçük miliamper (mA) uygun şekilde belirlenir. Sonra da uyarı-verme kablosu yapıştırıcı bant veya dikiş ile cilde dikişli olarak emniyete alınır ve sağlamlaştırılır; en sonunda juguler ven bölgesi ve uyarı-verme kablosu ve cilde giriş yeri steril koşullarda antiseptik solüsyon ile pansuman yapılarak kapatılır.
  - İdeal olarak, ilk ölçülen eşik <1 mA enerji ile yakalama sağlar. Enerji çıkışı sonra eşik yaklaşık iki katına ayarlanmalıdır. Uygun yakalama için 5-6 mA’dan fazla enerji gerekiyorsa, uyarı-verme kablosunun başka bir lokalizasyona yerleştirilmeye çalışılmalıdır. Yüksek mA tehlikeli olabilir ve iskemik miyokardiyumda ventrikül fibrilasyonuna sebep olabilir.



**ŞEKİL 48.** Geçici uyarı verme kateterinin sağ kalpteki normal yerleşimi ve mal pozisyonları: 1- Vena kava superiyor venden (A); sağ atriya ve triküspid kapaktan geçilerek (B) sağV'ye sokulan (C) geçici uyarı verme kateterinin sağV apeksindeki şematik pozisyonu, 2- Vidalı uyarı verme (aktif fiksasyon) kablosu sağ internal juguler ven yolu ile sokularak (uzun, beyaz- ok) sağ ventrikül apeksine sabitlenmiştir (kısa beyaz- ok) ve devamlı kalp piline bağlanmıştır 3-Sağ ventrikülde geçici transvenöz uyarı verme kateterinin normal yerleşimini göstermekte.

- Geçici uyarı verme jeneratörü ile algılama eşiği de değerlendirilmelidir. Emniyet sınırı 2-3 katı koyulmalıdır (endokardiyal sinyal 10 mV ölçülmüşse, ayarlama 3-4 mV'ye kurulmalıdır). Kalp pili ektopik odağın hızından fazla olacak kadar (overdrive) yaklaşık 70-80/dk hızında "demand moduna" kurulmalı.
- 8. Kateter sokulduktan sonra acilen, 12-derivasyonlu EKG çekilmeli ve göğüs radyografisi tedarik alınmalıdır. Yatakbaşı floroskopisiz yerleştirilen uyarı verme kablosu sağ atriya da dolanabilir veya subklavyan venden sokulan uyarı verme kablosu aynı veya aksi tarafın venden juguler venlerine gidebilir (Şekil 48). Uyarı verme için için gerekli eşik hergün kontrol edilmelidir; yakalama olmayan mA noktasına dönülmeli. Uyarı verme

için mA ölçülen bu düzeyin iki katında tutulmalıdır. Uyarı-verme kablosu sokulduktan ve kalp pili yerleştirildikten sonra 24- 48 saatte eşğin yavaşca yükselmesi seyrek değildir.

9. Her gün sargısı değiştirilmeli, steril pansuman yenilenmeli ve giriş yeri muayene edilmelidir.

## Geçici Kalp Pili ve Uyarı Vermede Pratik Sorun Giderme:

### Genel Yaklaşım

- Ritm kaydı ve 12-Derivasyonlu EKG gözden geçirilmeli.
- Elektrik akımı devresinin bütünlüğü kontrol edilmeli (hastadan başlayarak uyarı verme kutusuna kadar): Kablo yerleşimi, polarite, bütünlük, uyarı verme kutusunun sağ girişi-nebağlı- atriyal/ventriküler, pil, ayarlar.
- Modu kontrol edilmeli,
- Hızı kontrol edilmeli,
- Yakalama (capture) eşği kontrol edilmeli (eşik bulunur ve emniyet için iki katına çıkarılır).
- Duyarlılığı (sensivity) kontrol edilmeli (normal = 2-6 mV), pozisyonla değişir.
- Destekleme planları = transvenöz veya transkutan uyarı verme, gerektiğinde atropin, adrenalin, isoprenalin, efedrin kullanılması; eksikliğinde elektrolitleri yerine koymalı.

### Uyarı verme başarısızlığı:

*Uyarı verme telinin ucunda elektriki çıktı olmaması.*

Sebepleri: Kablo malfonksiyonu, stabil olmayan bağlantı, enerji/güç yetersizliği, karıştırma inhibisyonu, aşırı algılama (aşağıda), aşık uyarı verme başarısızlığı.

### Yapılması gereken kontroller:

- Güç, pil ve bağlantılar kontrol edilmeli.
- Çıktı maksimuma yükseltilmeli (20 mA atriyal ve 25 mA ventriküler).
- Aşırı algılamayı önlemek için uyarı verme düğmesi asenkron moduna (biçim) değiştirilmeli (AOO, VOO).
- Kalp pili direk olarak uyarı verme kablosuna bağlanmalı (nadiren bağlantı telleri hatalı olabilir).
- Transkutan uyarı vermek için hazırlanmalı,
- CPR ve intravenöz inotropik ilaçlar (bolus, infüzyon) için hazırlanmalı.

### Yakalama (capture) başarısızlığı:

*Kalp pilinin ucunda elektriki çıktı yok (EKG’de görülür uyarı verme “spaykları” var, fakat intraatriyal kanülde nabız veya SpO<sub>2</sub> (arteriyel oksijen basıncı) dalgalarında kontraksiyon görülüyor.*

Sebepleri: Tel-miyokardiyum ara yüzünde fibroz, Mİ, elektrolit dengesizliği, post defibrilas-

yona bağlı, ilaçlar (flekayinid, sotalol, betablokerler, lidokayin, verapamil).

**Yapılması gereken kontroller:**

- Kötüleştiren sebepler düzeltilmeli,
- Unipolar ve bipolar sistemlerin her ikisinin de polaritesinin ters çevrilmesi yardımcı olabilir.
- Bipolar kablolarda negatif elektrodlerde fibroz gelişir; önce diğer elektrod kullanılmalı, fiş negatif uç içine sokulmalı ve geri dönen elektrod ciltaltı dokusunun içerisine sokulmalı (unipolar elektrik akımı devresi yaratılır).
- Geçici transvenöz tel gerekebilir.

**Algılama başarısızlığı:**

Uygun olmadığında atriyal uyarı verme meydana getirir.

Duyarlılığın (sensivity) özel ayarına bağlı (AAO biçimi).

- *Uyarı verme ve yakalama başarısızlığındaki aynı mekanizmalar.*
- *Duyarlılığın mutlak değeri düşürülmeli (inhibe olmasını kolaylaştırır).*

**Karıştırma:**

İki odacıklı uyarı vermede atriyal kalp pili spaykları ventriküler telden algılanabilir ve ventriküler depolarizasyon olarak yorumlanabilir, ventriküler çıktı inhibe edilmeli (*ventriküler standstill*),

Aksi de olabilir.

- *Atriyal veya ventriküler kanalda duyarlılık azaltılmalı,*
- *Ventriküler veya uyarı verme teline verilen mA düşürülmeli.*

**Kalp pilinin aracı olduğu taşikardi:**

VDD veya DDD uyarı verme problemi,

VVI veya DVI biçimine değiştirilmeli (fakat AV senkroni kaybolabilir).

(1) Ventriküler spaykı algılar, endojen atriyal depolarizasyon olarak yorumlar

Bir başka ventriküler uyarı

- *Karartma periyodu kullanılmalı (kalp pili kutusu içinde önceden bulunur).*

(2) AV düğümünden veya aksesör yollardan atriyal ve ventrikül arasında retrograd ileti, frekansının sonsuz kulpu.

- *Ayarlanabilen post-ventriküler (uyarı verme spaykı) post-atriyal refrakter periyod (PVARP).*

**Aşırı algılama (oversensing):**

DDD eksternal elektriki uyarılar da atriyal aktivite gibi hatalı yorumlanabilir, kalp pilinin aracı olduğu taşikardi.

- *Duyarlılık eşiği yükseltilmeli veya asenkron biçime değiştirilmeli (AOO, VOO).*

**Kaynaklar****Kalıcı Kalp Pili İmplantasyonu Kaynakları**

1. Rajappan K. Permanent Pacemaker İmplantation Technique (Part I). Heart 2009;95: 259-264.
2. Rajappan K. Permanent Pacemaker İmplantation Technique (Part II). Heart 2009;95: 334-342.
3. Harold SS, Strobandt RX (edt). Cardiac Pacemakers step by step. Blackwell & Futura. 2004.
4. Hoier P. Cardiac Pacing; Watson S, Gorski KA. Invasive Cardiology, Jones & Barlett. 2011.
5. Lau EW. Upper body venous access for transvenous lead placement – review of existent techniques. Pacing Clin Electrophysiol 2007;30:901-9.
6. Comprehensive yet brief review of the techniques available. 8. Burri H, Sunthorn H, Dorsaz PA, et al. Prospective study of axillary vein puncture with or without contrast venography for pacemaker and defibrillator lead implantation. Pacing Clin Electrophysiol 2005;28:S280-3.
7. Lipscomb KJ, Linker NJ, Fitzpatrick AP. Subpectoral implantation of a cardioverter defibrillator under local anaesthesia. Heart 1998; 79:253-5.
8. Stambler BS, Ellenbogen KA, Zhang X, et al. Right ventricular outflow versus apical pacing in pacemaker patients with congestive heart failure and atrial fibrillation. J Cardiovasc Electrophysiol 2003;14:1180-86.
9. Cock CC, Meyer A, Kamp O, et al. Hemodynamic benefits of right ventricular outflow tract pacing: comparison with right ventricular apex pacing. Pacing Clin Electrophysiol 1998;21:536-41.

**Geçici Kalp Pili İmplantasyonu Kaynakları**

10. Alpert JS, Francis GS (edt): Handbook of Coronary care. Williams & Wilkins 2000, p.105.
11. Bender JR, Russell KS (edt): Oxford American Handbook of Cardiology. Oxford University Press, 2011, p.71.
12. Harrigan RA, Chan TC. Temporary Pacemaker Replacement in the Emergency Department. The Journal of Emergency Medicine 2011;32:105-11.
13. Braner AV, Lai S, Eman S, Tegtmayer K. Central Venous Catheterization: Subclavian Vein. N Engl J Med 2007;357:e26.
14. Graham GS, Ozment C, et al. Central venous catheterization N Enl J Med 2007;357: e21

## **4.1.D. KARDİYAK RESENKRONİZASYON TEDAVİSİ:** **UYARI VERME KABLOLARI, İMPLANTASYONU VE** **TEKNİK PRENSİPLER**

**Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu**

CRT, ilaç tedavisine refrakter KY ve ventriküler ileti gecikmesinde günümüzde kabul edilebilir yardımcı (ilave) tedavi durumuna gelmiştir. Akut hemodinamik ve kronik fonksiyonel düzelme sağlamış ve SV'nin remodeling sürecini tersine döndürmüştür.

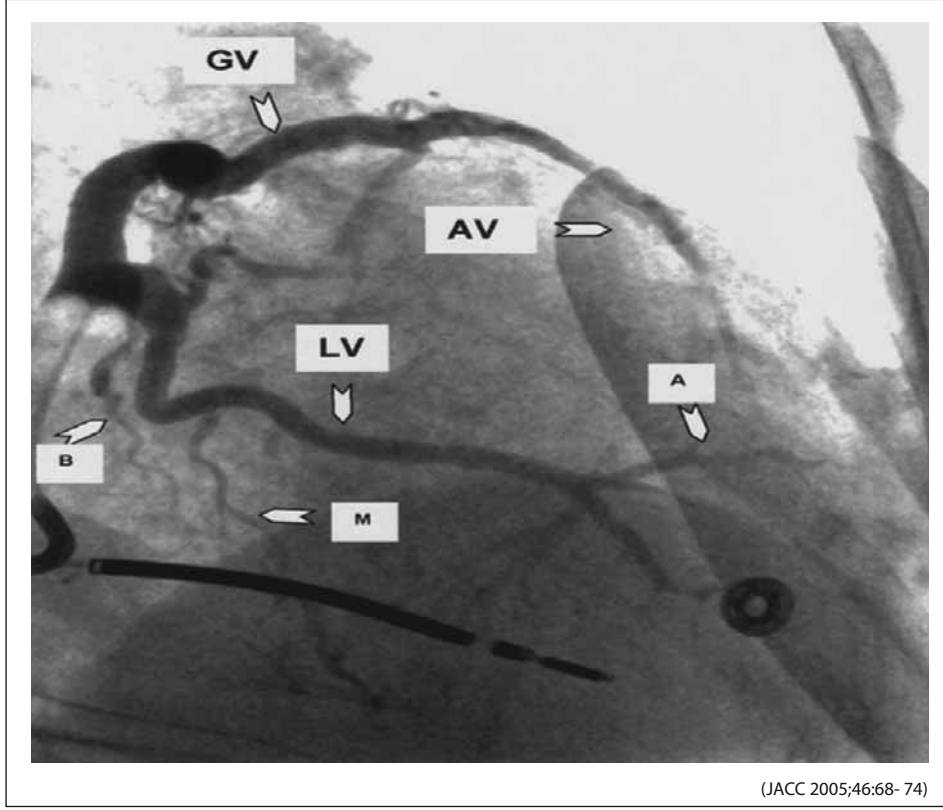
Olumlu klinik sonuç sağlanması için sol ventriküle uyarı vermesinin zorunlu olduğu kanıtlanmıştır. Prensip olarak sınırlı torakotomi ile uyarı verme kablosunun toraksa sokulup sol ventrikül epikardına direk olarak dikilmesi ile sağlanmıştır. Transseptal ponksiyondan sonra ve koroner venöz sistemi kullanarak endokardiyal uyarı verme gerçekleştirilmiştir. Tromboembolik riskinden dolayı endokardiyal yaklaşım yaygın olarak kabul görmemiştir, düşük morbiditesinden dolayı venöz yaklaşım tercih edilen yol olmuştur.

### **Koroner venöz anatomi:**

Haritalama, ablasyon, intrakardiyak defibrilasyon ve sol atriyum ve de sol ventriküle uyarı vermenin yeri olma potansiyelinden dolayı kalbin venöz sistemine elektrofizyolojistlerin ilgisi gittikçe artmıştır. Sağ atriyumun aşağısından retrograd entubasyon ile kolayca girilebilir. Bununla birlikte sol ventriküle uyarı verme kablosunun yerleştirilmesi venöz anjiyografi olmadan mümkün olabilir; uyarı verme için farklı ven dallarının görüntülenmesi gerekli olabilir (Şekil 49).

Sıklıkla retrograd yaklaşımı ile yapılır, damarın opaklaşmasını optimize etmek için şişirilen balonun distaline kontrast boya injeksiyonu yapılarak yapılır. Koroner venöz dallar, uyarı verme kablolarının yerleşmesini sağlayacak kadar yeterli büyüklüktedir. Venöz anatomisinin iki karakteristik özelliği vardır: (1) Bireyler arası farklı dalların aşırı değişkenliği, bu dallar arasında fazla miktarda anastomoz olması. (2) İkinci gerçek venöz dalın, implante edilen kablo ile niçin tıkanığının sebebidir, sıklıkla bununla ilgili klinik sekel yoktur.

- Kardiyak venöz anatomi üzerine yapılan birçok çalışmada aşağıdaki nomenklatür kullanılmıştır (Şekil 50): Koroner sinüs, oblik sol atriyal venin büyük kardiyak ven ile buluştuğu yerden başlar. İnferiyor vena kava ve triküspid kapak arasında sağ atriya drene olur. Büyük kardiyak ven interventriküler septumun ön yarısı ve SV'nin anterior duvarından venöz kan alır, anterior interventriküler venin kalbin tabanına ulaştığı yerden çıkar ve koroner sinüste sonlanır. Bir veya iki posteriyor ven (veya sırası ile bir lateral ve bir posteriyor ven) koroner sinüse drene olur. Orta kardiyak ven, interventriküler septu-



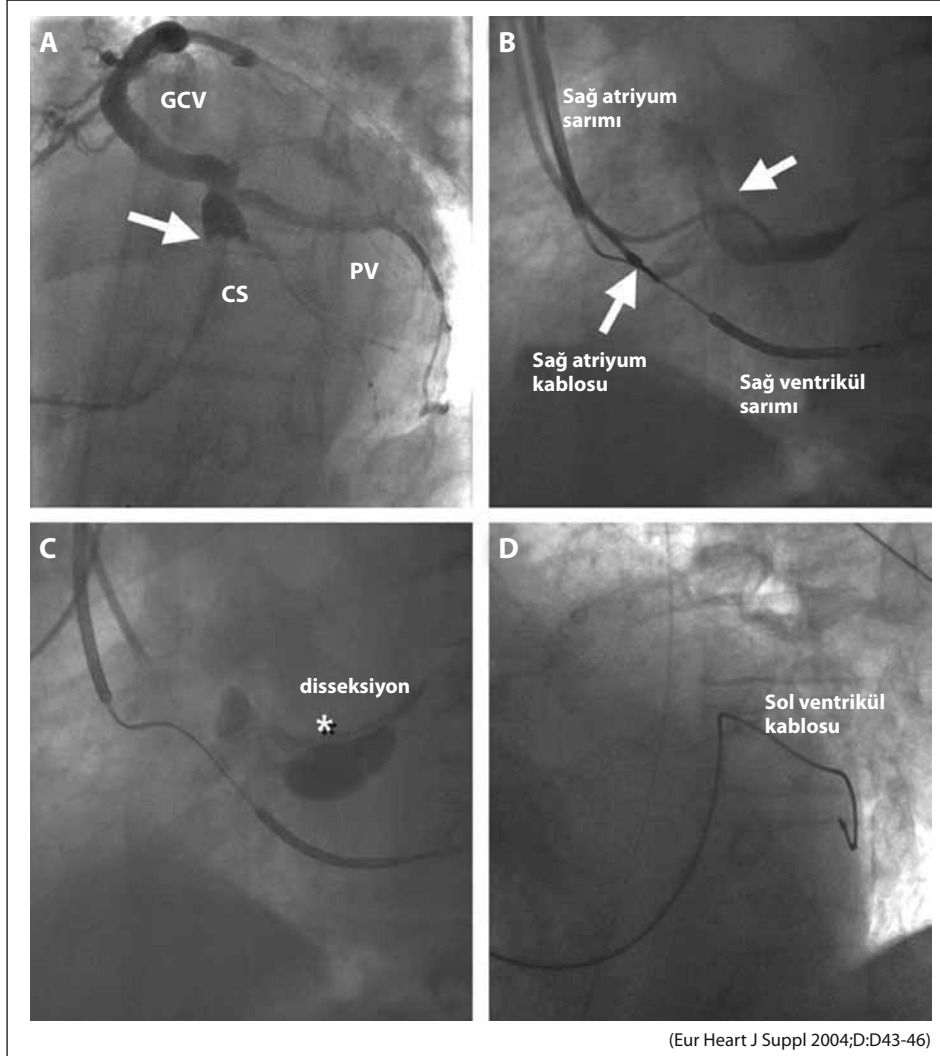
**ŞEKİL 49.** RAO 30° projeksiyonda, iskemik kardiyomiyopatide koroner sinüs anjiyogramı: Bazal (B), Mid (M) ve Apikal (A) bölgelerden çıkan lateral segmenter dal ve birçok ikinci dereceden yardımcılar; öne (apikal dal) ve arkaya (bazal ve mid bölgelerden dallar ile) doğru gider. **LV:** Lateral Marginal dal; **GV:** Büyük ven; **AV:** Anterior interventriküler ven.

mun posterior bölümünden kan alır, posterior interventriküler olukta seyrederek ve sağ atriyum aşağısında proksimal koroner sinüse direkt drene olur.

#### **Sol Ventriküle Uyarı Vermek için Kablonun Yerleştirilmesi:**

Sol ventriküle uyarı verme için uyarı verme kablosu implantasyonu ve invazif elektrofizyoloji girişimler önemli deneyim gerektirir. Özellikle tel-üzerinde (over-wire) yaklaşım kullanıldığında, operatörün Koroner girişimlerdeki uzmanlığı da çok yardımcı olur. Koroner sinüs ayaklarından uyarı vermek için birden fazla kablo sistemi geliştirilmiştir. Bununla beraber, kalp pili kablosuna yardım eden stilet ile direkt kablo yerleştirilmesi bazı hastalarda uygulanabilir. İmplantların çoğunda kılavuz kateter ile koroner sinüsün entübasyonu gerekir. Kateter uyarı verme kablolarının ilerletilmesine destek sağlar ve zor durumda koroner anjiyografi ve farklı uyarı verme kablolarının değiştirilmesini sağlar. Kılavuz kateter içinden





(Eur Heart J Suppl 2004;D:D43-46)

**ŞEKİL 50.** Biventriküler kalp pili-defibrilatör implantasyonuna giden dilate kardiomyopatili hastada koroner sinüs (CS) anjiyografisi (tüm görüntüler 30° LAO projeksiyondadır). (**Panel A**); Mutat kalp kateterizasyonu sırasında (femoral yolla tıkalı balon kateter (ok) kullanarak yapılan operasyon öncesi koroner sinüs anjiyogramını göstermekte. Büyük kardiyak ven (GCV) ve belirgin posteriyor ven (prominent posterior vein-PV) görselleştirilmiştir, anterior ven çok küçük olup zorlukla görülmektedir. PV 90° açı ile CS'ye drene olmaktadır. (**Panel B**); İlk implantasyon girişimi sırasında elde edilmiştir, subklavyan ven yolu ile girilmesi güç olan CS ostiyumunu göstermekte sadece sağ koroner Judkins kateterinin küçük uç eğriliği yardımcı olabilir; sağ ventrikül sarım (örgü, 'coil') zaten sağ ventrikül (RV)'in apeksindedir. Sağ atriyal (RA) kablo henüz sabitleştirilmemiş. Kılavuz kateterin ilerletilmesi proksimal CS'de diseksiyona sebep olur. (**Panel C**); Kalıcı kontrast boya ile (\*) gösterilir. Sağ tarafın kabloları sabitleştirilmiştir. Sol ventrikül (LV) implant daha fazla damar hasarını engellemek için bu sırada terkedilmiştir. Hastanın klinik ile ilgili sekeli yoktur, ikinci girişimde LV kablolu PV'ye bir sorun olmadan derin implante edilir, (**Panel D**). CS diseksiyonu artık görülmez.

Lead'in değiştirilmesi için iki teknik kullanılır: Geleneksel “*stilet-yardımlı ile uyarı verme Lead'i*” veya “*tel-üzerinde kablo*” yaklaşımı.

- İkincisi için; kılavuz tel (koroner girişimde kullanıldığı gibi) önce koroner sinüsün istenen dalının içine ilerletilir ve sonra kablo tel yardımı ile damarın içine itilir.

“*Tel üzerinde*” tekniği küçük tortuöz venlere yerleştirmede avantaj sağlar. Geleneksel kablolar, rölatif olarak düz gidişlerinden büyük venlerde tercih edilir. Kabloların fiksasyonu ucundaki küçük kanca veya spiral vidalar ile sağlanabilir. Optimal uyarı verme yerinin belirlenmesi için üç görüş önemlidir: Maksimal hemodinamik destek, arzulanan ven konumuna ulaşılabilirlik ve elektriki ölçümler sağlar.

Olguların çoğunda, optimal hemodinamik destek sağlanması için lateral veya posteriyor ven arzu edilen lokalizasyonlarıdır, bunun gibi bu konum sol dal bloğundaki gibi sol ventrikül duvarının aktivasyonun en fazla geciktiği yerdir. Posteriyor ve lateral ven normal ICD implantı için gönderilen hastaların %99'da bulunur. Bireysel olgularda, ventriküler dissenkroni ekokardiyografi ile analiz edilerek farklı bir ven seçilebilir. Ekokardiyografi optimal SV resenkronizasyonu için farklı birşey sağlayabilir. Gelişen kablo teknolojisi ile farklı ven dallarına giriş nadir görülen bir sorun durumuna gelmiştir.

- Koroner sinüs ile hedef ven arasında keskin aç (Şekil 50) eğriliği dar anjiyografi kateterinin (sağ Judkins veya internal *mammary* arter kateteri) yerleştirilmesi ile geçilebilir; koroner sinüsün yan dalı kılavuz kateterin içinden geçilerek direk olarak entübe edilir. Sonra da Sert kılavuz tel, anjiyografi kateterin içinden geçirilerek venin distal bölümüne yerleştirilir; sonra da tel yerinde tutularak kateter geri çekilir. Olguların çoğunda, Uyarı verme kablosu arzulanan lokalizasyonun içine ilerletilir.

Kablo yerleştirmesi, sonuçta olguların %95'den fazlasında başarılı olur. İmplant yetersizliği, ventriküler koroner sinüs dallarının anatomik sorunlarından ziyade kılavuz kateterin yeterli destek sağlayamamasındandır. Sağ atriyumun genişlemesi, buna koroner sinüs ostiyum anatomisinin torsiyonunun eşlik etmesi (Şekil 50) hastaların %4'de koroner sinüsün kanüle edilememesine sebep olur.

- Posterolateral ven uyarı vermek için kullanılamayabilir. Ven büyüklüğünün yeterli olmaması veya frenik sinir stimülasyonunun tesbit edilmesi, bu durumda uyarı verme eşiği yeterli olmaz, bunlarda sınırlı torakotomi ile epikardiyal kablo konuşlandırılması yardımcı seçenektir. *Tebesiyen kapağı*, koroner sinüsün sağ atriyuma girişini korur, bazen koroner sinüs ostiyumunun içine kateterin ilerlemesini zorlaştırabilir. Büyük kardiyak ven ve koroner sinüs kavşağında bir başka kapak bulunabilir, *Vieussens kapağı*. Her iki kapak da yumuşak manevralar ile geçilebilir (yönetilebilen elektrofizyoloji kateteri kullanımı ile): Tebesiyen kapağı destek için yönetilebilen kateter kullanılmadan önce kılavuz kateter ile geçilebilir. Vieussens kapağı tek nadir problemdir; tel- üzerinde kabloya yeterli destek sağlayabilen sert kılavuz tel ile geçilebilir.
- Kablo arzu edilen konuma yerleştirilince, uyarı verme eşiği ve lokal algılama ölçülür. Uyarı verme eşiği  $\leq 2$  V ve algılama  $\geq 5$  mV implantasyon için kabul edilebilirdir. Bununla birlikte, maksimal çıktı ile geçici stimülasyon, lateral uyarı verme yerinin Frenik sinire çok yakın olmasının sebep olduğu frenik sinir stimülasyonunu (%1.3-%2.1 olguda bildirilmiş) ekarte etmek için gereklidir.

- Kablonun arzu edilen ven lokalizasyonuna fiksasyonundan sonra, kılavuz kateter SV kablosunun yerinin değişmemesine dikkat edilerek çıkarılır.

### **Komplikasyonlar:**

Frenik sinüs stimülasyonunun dışında, kılavuz kateterin kuvvetle ilerletilmesi veya damar duvarına karşı bastırılmış anjiyografi kateterinin ucundan kontrast boya enjeksiyonu koroner sinüs disseksiyonuna sebep olur (Şekil 50), İnsidensi %2.8-%5.0. Koroner sinüs perforasyonundan şüphelenildiğinde ekokardiyografi ile perikardiyal efüzyon dışlanmalıdır. Kablonun yerleştirilme işlemi bırakılmalıdır. Disseksiyon iyileştiğinde birkaç hafta sonra Lead implantasyonu genellikle emniyetle yapılabilir.

## **TEKNİK PRENSİPLER VE İŞLEM**

CRT'ye giden hastaların büyük çoğunluğunda; bilinçli sedasyon ile kombine edilen lokal anestezi tatmin edici analjezi sağlar.

- SV'ye uyarı verme kablosunun implantasyonu için koroner sinüse girilmesi aksiler, subklavyan, veya sefalik ven üzerinden gerçekleştirilebilir. Giriş yeri olarak, tercihen diğer uyarı verme kabloları için kullanılandan ayrı bir yer kullanılmalı; bu şekilde kılıfın daha kolay manipüle edilmesi sağlanır.
- Cihazın implante edilebileceği yer (göğüs duvarının sol veya sağ tarafı), esasen hastanın tercihinine göre veya önceden varolan cihazın konumu ile belirlenir. Göğüs duvarı yerleştirmesine ek olarak, femoral venden koroner sinüs (KS) ve SV kablonun yerleştirmesi (subklavyan venin içine kadar atlayarak veya atlamadan)de tarif edilmiştir, ancak bu yaklaşım olağan dışı koşullara saklanmalıdır.

### **Kabloların yerleştirilmesi:**

Stabil kablo yerleştirmesi; pratik olarak önce sağV kablosu yerleştirilmeli ve sonra da SV kablosu koroner sinüs dalı içine ilerletilmeli ve kılıf yerinde bırakılmalı.

- SağA kablosu konumlandırıldıktan sonra SV kablosunun kılavuz kablosu çıkarılır ve SV kablosu konumuna dikilir.

### **1) Sağ ventrikül kablosunun yerleştirilmesi:**

Olguların çoğunda, dağıtım sistemi kılıfı sağA içine kılavuz tel üzerinde geçirilir ve sonra SĖV içine yavaşça ilerletilir; burada kılıf yavaşça geri çekilip sonra da ilerletilirken saat-yönünde 90°-180° döndürülür. Bu manevra kılıfı koroner sinüse veya KS ostiyumu çevresine getirir ve kılavuz tel ile KS'nin kanülasyonunu sağlar.

KS'nin kanülasyonunun zorluğu kanıtlanmışsa; KS angajmanı için iç ve dış kılıfların kombinasyonunun kullanımı gerekebilir. Uç bölümlerinin açısı farklı birkaç farklı iç kateter bulunabilir.

- Az miktarda kontrast boya injeksiyonu KS ostiyumunun tesbit edilmek ve kanülasyonu- nu kolaylaştırmak için kullanılabilir.
- KS ostiyumuna ulaşmama en sık karşılaşılan zorluktur. Bu sorunla karşılaşılmışsa, uzun kılıf veya kılıfı uzatmak için iç kateter kullanılabilir, böylece kanülasyon etkinleştirilir.

## 2) Sol ventrikül kablosunun yerleştirilmesi:

KS ve dallarının anatomisi bilinmeden SV kablosunun yerleşmesi olabilir. Kablonun direk seçimi ve yerleştirilmesinde KS flebogramı elde edilirken ihtiyatlı olunmalıdır; az miktarda kontrast madde injeksiyonu uygun bilgilendirme sağlar ve renal disfonksiyonlu hastada bile renal fonksiyonda bozulma olmaz.

- Hastaların çoğunda, KS ve dallarında optimal opaklaşma sağlamak için kontrast injeksiyonu için balon anjiyografi kateteri kullanılmalıdır. Bunu başarmak için dış kılıf KS içine rölâtif derin ilerletilir, içinden anjiyografi kateteri ilerletilir. Kateter kılıfın ucuna yaklaştığında, kılıf yavaşça balonun ucu açığa çıkana kadar geri çekilir; bu adım KS'nin disseksiyon riskini en aza indirir (anjiyografi kateteri direk ilerletilirse disseksiyon meydana gelebilir).
- Yerleşimini ayarlamak ve kontrast injeksiyonu ile tüm dalların görüntülediğinden emin olmak için sistemin tamamı dikkatle geri çekilebilir.
- Genellikle, iyi opaklaşma sağlamak için 10-15 mL dilüe edilmemiş kontrast boya gerekir. Balon baştaki kontrast injeksiyonu sırasında şişirilmiş kalmalıdır ve sonra da balonun proksimaline kadar her venöz dalın görüntülenmesini sağlamak için son flebogram fazında söndürülmelidir.
- Flebografi aşağıdaki iki projeksiyonda yapılmalıdır:

1. 35° Sol anterior oblik (LAO)- Bu projeksiyon dalların ve onların SV boyunca (posteriyor, lateral, veya anterior) lokalizasyonunun görüntülenmesini sağlar.
2. Anteroposterior (AP) kaudal- KS'nin ana gövdesinden çıkan dalların bifürkasyonunun görüntülenmesini sağlar.

Başarılı resenkronizasyon SV kablosunun herhangi bir KS dalına yerleştirilmesi ile sağlanabilir; 1/3 proksimalinden orta 1/3'ne kadar. Kablonun maksimal dissenkroninin görüldüğü bölgeye yerleştirilmesi ile daha iyi CRT sonuçları ilişkilendirilmiştir, ancak dissenkroni bölgesinin üzerinde yatan uygun dalın her zaman bulunamamasından kablounun yerleştirilmesi ve kötü yakalama veya diyafragmatik yakalamadan mümkün değildir.

Resenkronizasyon başarısının diğer markerleri; LAO projeksiyonunda SĞV ve SV kabloları arasında fiziksel uzaklık (daha büyük daha iyi), ve SV kablosunun geç algılamasıdır (QRS'in son bölümü).

Dal seçimi için son karar aşağıdaki faktörlerin önemine dayandırılmalıdır:

Kanülasyonun kolaylığı,

- Kablonun stabilitesi (yerinden çıkma olasılığı gibi).
- Diyafragmatik yakalama ihtimali.

Dal kanülasyonu için birçok teknik tanımlanmıştır; tekniğin seçimi ağırlıklı olarak hastanın anatomisine bağlıdır. Örneğin; akut-açılı çıkan dal zorlanmadan anjiyoplasti

teli ile kanüle edilir. Sağda veya geniş açılı çıkışlarda kanüle etmek güçtür. Bu durumda kanüle etmek için iki teknik kullanılır.

- İç kateter önceden seçilmiş dala yakın sokulur, böylece kılavuz tel dalın içine ilerletilebilir; bu başarılıncı kateter telin pozisyonu korunarak paketlenmiş (hazırlanmış işlem setinde bulunan) kablo ile değiştirilebilir.
- Alternatif olarak, uyarı verme telinin kablosunun yerleştirilmesini sağlamak için geniş-lumenli iç kateter kullanılabilir. Bu teknik aşırı eğilmiş kablo kullanımı ile basitleştirilebilir ki stilet veya anjiyoplasti kılavuz teli kablonun ucunu uygun venöz dala doğrultmak için ilerletilir.

Bazı hastalarda, büyüklüğü yeterli olup da dalın kanülasyonu iç kateter ile sağlananlarda selektif dal kanülasyonu için iç kateter üzerinde koroner sinüs kılıfı yavaşca ilerletilir. Bu sırada, değiştirme teli gerekmeden iç kateter çıkarılabilir, ve uyarı verme kablosu ucu önceden seçilmiş dalın içine yerleşmiş ana kılıfın içinden ilerletilir.

#### **Kablonun Yerleştirilmesinde Zorluklar:**

Önceden seçilmiş dalın kanüle edilememesi sıklıkla tortuözitesine bağlıdır. Bu zorluğun üstesinden gelmenin en iyi yolu kablonun iletilmesinin tel ve dal ile ortak eksenli olduğundan emin olmak için birçok açılı projeksiyon kullanarak anatomiye araştırmaktır. Farklı büyüklük ve şekilde kablo kullanılabilir. Bu manevra yardımcı değilse, düzeltmek için daha sert tek ile çift tel denenebilir.

#### **Olağandışı Kablo Yerleştirme Teknikleri:**

Bazı hastalarda Koroner sinüsün distal yüzleri arasında yaygın bağlantılar bulunur, bu bağlantılar kablo yerleştirilmesi için araştırılmalıdır. Dal sayısı kısıtlı olduğunda veya kanüle edilmesi çok istenen dal kanüle edilemediğinde özellikle bu araştırma yardımcı olur. Bu koşullarda, orta kardiyak vene girmek sıklıkla olasıdır ve distal dal bağlantıları ile kablo SV lateraline ilerletilir.

Koroner sinüsün kanülasyonu çok zor olduğunda, farklı kılıf şekilleri denenebilir. Alternatif olarak, farklı elektrofizyoloji kateterleri (eğriliği sabit veya ayarlanabilen) koroner sinüse girişte çok faydalı olabilir veya kılavuz kılıfını ilerletilme denenebilir. Nadiren, kılavuz kılıfın ilerletilmesi darlık veya koroner sinüsün proksimal bölümündeki adale bandı ile bloke olabilir. Adale bandı bulunuyorsa, kılıfı ilerletmek için diyastol beklenmeli.

#### **3) Sol ventrikül kılıfının bölünmesi:**

SV kılıfının bölünmesi işlemin kritik bölümüdür. Uygun şekilde yapılmazsa, kablonun yerinden çıkmasına sebep olabilir. Kılıf bölünmeden, kılavuz tel maksimal destek sağlamak için kablonun ucuna geçinceye kadar ilerletilir. Daha sonra, uyarı verme kablosu güvenli bir şekilde dallandırıcının (splitter) içine yerleştirilir.

- Bölünme süratle ve etkili biçimde yapılmalıdır. Kılıf çok yavaşca bölündüğünde, koroner sinüs ostiyumunun çıkışının üzerinde inferiyoru işaret edebilir ve neticede yerleştirilebilen kabloda uygunsuz gerilmeye, yerinden çıkmaya yol açabilir. Kılıf hızlı bölündüğünde, koroner sinüs üzerinde süratle geçer, kabloda uygunsuz çekilme önlenmelidir.

- Bölünme tamamlanınca kablonun eğrilince yerleşmesini sağlamak için anjiyoplasti teli geri çekilir. Bu sırada, kablodaki gevşeme ayarlanmalıdır.
- Son olarak, kablo bilinen tarzda pektoralis fasyasına sabitlenir.

#### **Sorun giderme:**

Diyafragmatik yakalama veya yakalama eşiğinde değişme implantasyondan hemen sonra hasta işlem masasından taşınırken görülebilir. Sebebi kalp ve çevre dokuların anatomik ilişkisi (diyafram veya frenik sinir) veya kablonun pozisyonunun değişmesidir. Bu durumda elektronik konumlandırma diyafragmatik yakalamayı önlemek ve yakalama eşiğini düzeltmek için genellikle yardımcı olur.

- Kablo yerleştirmesinden sonra, kablonun pozisyonunu belgelemek için göğüs radyografisi (posteroanterior ve lateral görünümde) her zaman alınmalıdır.

#### **Cihazın programlanması:**

Uygun cihaz programı, güvenilir biventriküler uyarı verme sağlamalıdır. Biventriküler uyarı vermeden hastalarının %95'i CRT'den fayda bulur; bu nedenle atriyoventriküler (AV) gecikmenin kısa olması programlanmalıdır. AV gecikme ve sağV'den – SV'ye gecikmenin otomatik olarak programlanmasını sağlayan algoritmeler üretici tarafından geliştirilmiştir. Bu algoritmeler 130 ve 100 msan (sırası ile, uyarı verme ve algılama) AV gecikme ile kıyaslandığında bu algoritmeler düzelmiş sonuçlar ile ilişkili olmamıştır. Diğer seçenek, AV optimizasyonu için ekokardiyografiye dayanan parametreler kullanılmasıdır.

- Sinoatriyal (SA) düğüm disfonksiyonu olmadıkça, daha düşük uyarı verme hızı yaklaşık 50 vuru/dk programlanmalıdır. Maksimum izleme oranı geniş sinüs hız aralığı boyunca biventriküler uyarı verme sağlanana kadar mümkün olduğunca uzatılmalıdır. SA düğümü disfonksiyonunda hız cevabı (rate response) da programlanmalıdır.

#### **Komplikasyonlar:**

- Koroner sinüs diseksiyonu: Olguların çoğunda klinik sonuçları olmaz. Kılıf çıkarılmalı ve koroner sinüs kanüle edilmelidir, gerçek lumene erişilebildiğinden emin olunmalıdır; ekokardiyografi perikardiyal efüzyon bulunduğundan emin olmak için ekokardiyografi yapılmalıdır.
- Koroner sinüs perforasyonu veya dal rüptürü: Çok nadirdir, perikardiyal efüzyon ile ilişkili olabilir, venöz dolaşımın basıncı düşük olduğundan genellikle klinik sonuçları azdır. perikardiyal efüzyon bulunuyorsa, efüzyon toplanmasının devam ettiğini veya tamponad fizyolojisinin gelişimini tetkik etmek için seri ekokardiyogram yapılabilir. Olguların %5'de S V için kablo yerleştirmek için koroner sinüs veya müsait dalı bulunamaz, kanüle edilemez. Bu olgularda epikardiyal kaplo yerleştirmek düşünülmelidir.
- Kablonun yerinden çıkması: Yaklaşık %5-7 sıklıkta meydana gelir.

## 4.1.E. İMPLANTABLE CARDIOVERTER DEFİBRİLATOR (ICD): CİHAZIN SİSTEMİ VE UYGULAMASI

Prof. Dr. Rasim Enar, Prof. Dr. Cengiz Çeliker, Prof. Dr. Nuran Yazıcıoğlu

### Defibrilatör Kodları:

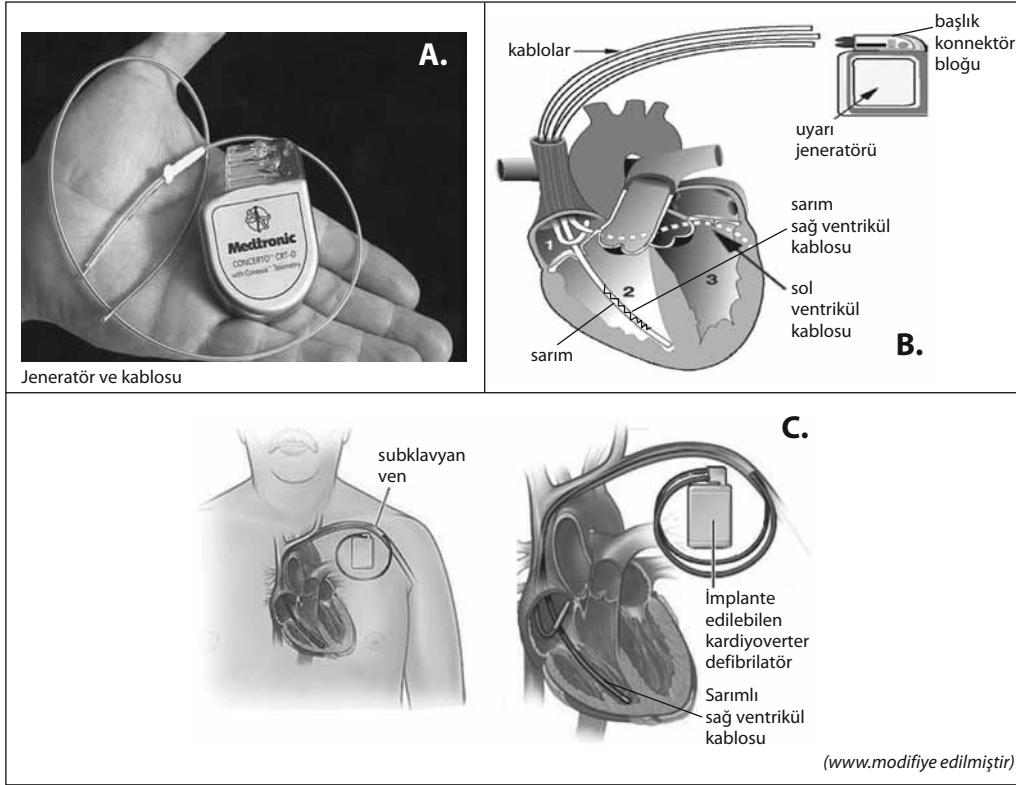
HRS (*Heart Rhythm Society*) olarak bilinen NASPE (*The North American Society of Pacing and Electrophysiology*), ayrı bir defibrilatör 4 harften ibaret kodu geliştirmiştir (Tablo 15). Bu dört harf sağlanan taşikardi tedavilerini tarif eder. Örneğin VVED cihazı ventrikülü şok yapabilirliliğini belirtir, VT'yi ortaya çıkarmak için elektrogram (hız/morfoloji) kullanarak ventrikülde ATP tedavisi sağlar; ve bradiaritmilerde iki-odacıklı uyarı verme temin eder. Bundan başka kodun kısa-kalıbı da yapılmıştır. ICD'de bu kodun ilk üç harfi kullanılmaktadır. Harfler S, B veya T öncekine tire (-) ile eklenir: S, bir tek şok kapasitesini; B, bradikardi uyarı verme ve de şok kapasitesini gösterir; T, bradikardi ve şok kapasitesine ek olarak taşikardi uyarı verme yeteneğini de işaret eder.

### ICD SİSTEMİNİN PARÇALARI:

İCD sistemi vuru jeneratörü ve hastanın miyokardiyumu ile etkileşen uyarı verme kablolarını (Lead) ihtiva eder (Şekil 51).

**TABLO 15.** NASPE Defibrilatör kodları

| Pozisyon I       | Pozisyon II                          | Pozisyon III     | Pozisyon IV                           |
|------------------|--------------------------------------|------------------|---------------------------------------|
| Şok odacığı      | Antitaşikardi uyarı<br>verme odacığı | Taşikardi bulma  | Antibradikardi uyarı<br>verme odacığı |
| O = Hiçbiri      | O = Hiçbiri                          | E = Elektrogram  | O = Hiçbiri                           |
| A = Atriyum      | A = Atriyum                          | H* = Hemodinamik | A = Atriyum                           |
| V = Ventrikül    | V = Ventrikül                        |                  | V = Ventrikül                         |
| D = Çift (A + V) | Çift (A + V)                         |                  | D = Çift (A + V)                      |



**ŞEKİL 51.** ICD ve uyarı verme kablosu. **A.** Jeneratör ve kabloların boyutu. **B.** Şematize edilmiş ICD implantasyonu (tek başına ve de CRT fonksiyonlu); kablolarının CRT-D yerleşimi, giriş yeri (sarımlı sağ ventrikül; sol atriyum ve CRT-D fonksiyonluda koroner sinüste sol ventrikül kabloları ve jeneratörün konumu.

### Jeneratör (Pulse generator):

Günümüzde İCD tipik olarak 68-90 gram ağırlığındadır. Dış kasası genellikle Titanyumdan yapılır. Döküm içinde çoğunlukla cihaza 5 yıldan fazla ömür sağlayan bir veya iki Lityum/gümüş vanadiyum oksid (3.2 V) pil bulunur. Kardiyoversiyon veya defibrilatörler için yüksek voltaj depolayan Bir veya iki alüminyum elektrolitik kapasitörler bulunur. Voltaj gerektiğinde, pillerden çekilir, transformer ile güçlendirilir, doğru akıma çevrilir (rektifiye edilir); sonra da kapasitörlerde verilmek için depolanır. Ek olarak, algılama verim (çıkış gücü) ve depolama bilgisi (rastgele erişim belleği ve sadece hafızadan okunan) için gerekli elektronik devrelerde kasasının içinde barındırılır.

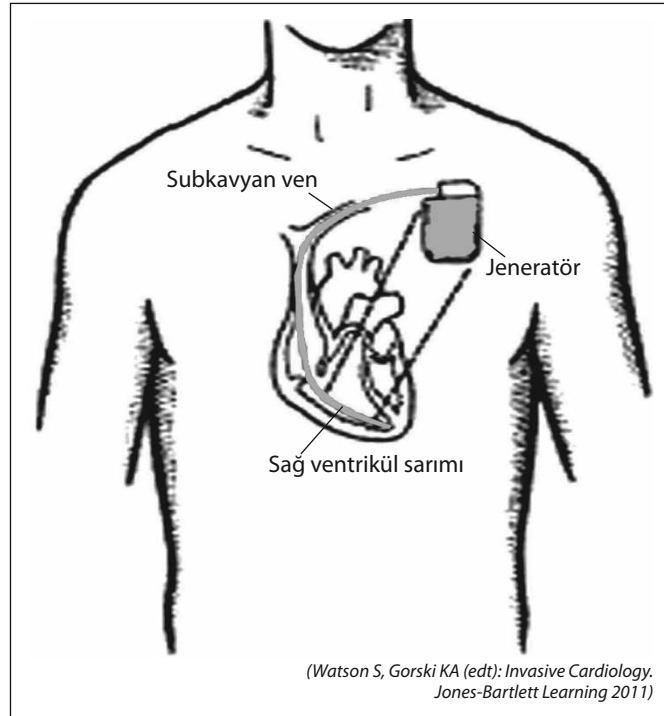
Akım cihazları hem geniş programlanma ve tanı raporları hem de çoklu tedavi seçenekleri sunar. Bu özellikler geliştirilmiş biventriküler resenkronizasyon tedavisi, ATP ve atriyal aritmi tedavileri ile birleştirilebilir.



Jeneratörün kendisi şok tedavilerinde tipik olarak katod veya anod gibi hizmet eder. Jeneratör kasasına monte edilmiş konektör bloğu veya başlık bulunur. Çeşitli uyarı verme ve defibrilasyon kablolarını bağlama imkanı sağlayan değişik başlıklar bulunur.

### Uyarı Verme Kablosu Sistemi:

İCD kabloları iki görev sunar: Tedavi etmek için miyokardiyuma enerji verir; hız algılaması için jeneratöre kardiyak sinyaller iletir. Pektoral implantlar için transvenöz kablolar tipik olarak 65 cm uzunluğundadır. Yapısında kullanılan materyel kalp pillerinin kablolarına benzer. Kablo uyarı verme kabloları gibi ortak eksenli veya çok-lumenli tasarlanabilir. Sağ ventrikül kabloları aktif veya pasif fiksasyon mekanizmalı ve düşük uyarı verme eşliğini idame ettirmek için ucu steroid salımlı tedarik edilir. İCD kablosunun defibrilasyon elektrodlarının yüzey alanı anlamlı olarak daha büyüktür. Sağ ventrikül kabloları genellikle tripolar veya quadrapolardır, bir veya iki defibrilasyon elektrodu veya sarım (coils) ve uyarı verme ve algılamak için iki elektrodur. Tek sarım kablolar sağ atriya yerleştirilir, ikinci defibrilasyon elektrodu (anod veya katod) bağlanabilen jeneratör ile kullanılır. Bu tip sistemde, defibrilasyon kabloya yerleştirilmiş sarım ile ICD jeneratörü arasında olur (Şekil 51, Şekil 52). Kablo ikili sarım olduğunda, jeneratör üçüncü defibrilasyon elektrodu gibi işlev sunabilir.

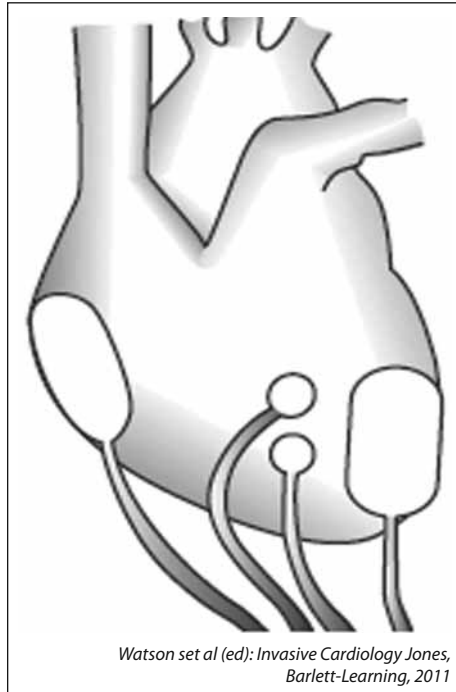


**ŞEKİL 52. Pektoral adaleye** implante edilmiş ICD sistemi: jeneratör ve transvenöz sarımlı (coil) kablo sistemi. Defibrilasyon sağ ventrikül ve jeneratör arasında meydana gelir.

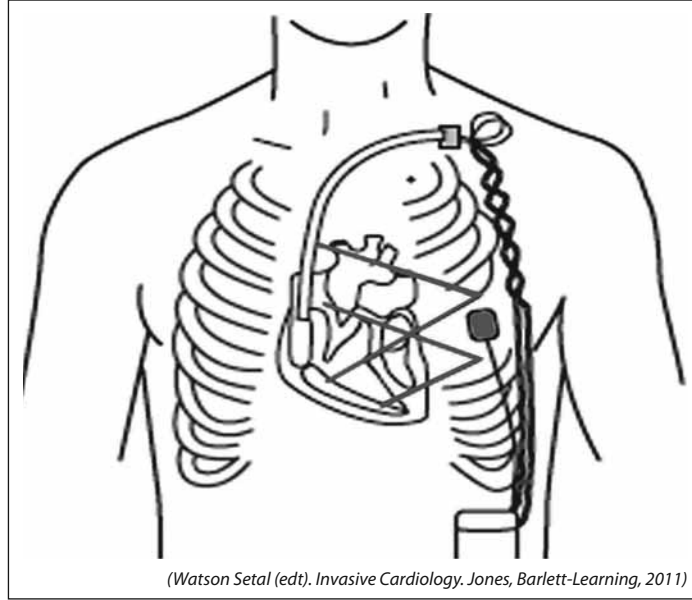
Daha seyrek kullanılan kablo sistemleri; hız-algılayan kablolar ve defibrilasyon yamaları dahil epikardiyal kablo sistemleri birlikte kardiyovasküler cerrahiye giden hastalarda kullanılabilir. Ayrı unipolar defibrilasyon kabloları ek olarak veya vena kava superiyor, koroner sinüs veya innominate ven gibi çeşitli kablo yerleştirilmesi kullanılabilir. Defibrilasyon eşiği yüksekse başarılı defibrilasyon için kritik miyokardiyum kitlesini kapsamak için subkutan kablolar veya yamalar eklenebilir (Şekil 53, Şekil 54).

Tripolar ve guadropolar kabloların uyarı verme/algılama bölümü standart kalp pillerinin kablolarına benzeyen uç ve halka elektrod ihtiva eder veya proksimal halka sağ ventrikül defibrilasyon halkası ile birleştirilmiştir. Bu şekil *hakiki bipolar ve birleştirilmiş bipolar algılama* olarak da bahsedilir. İki odacıklı cihaz implante edildiğinde, atriyal uyarı verme kablosu da gerekir.

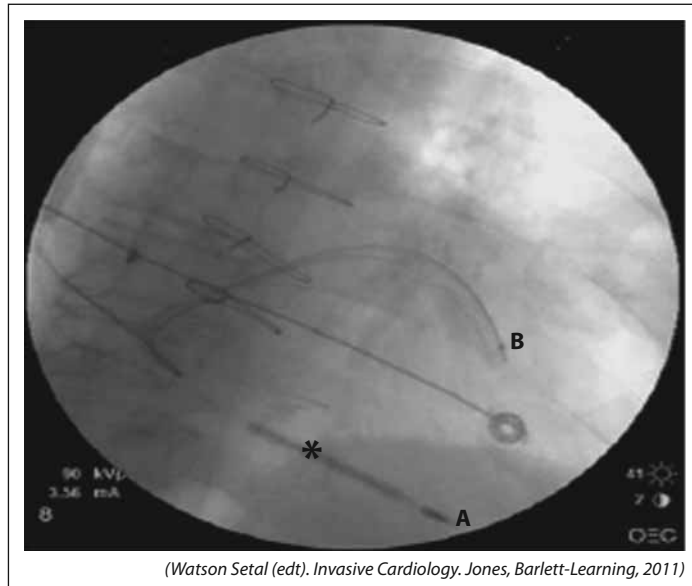
Uyarı verme ve algılama için uluslararası (international) standart-1, veya *IS-1*, *konektör pin* (bağlayıcı iğne, mandal) kullanılır, yüksek voltaj kabloları için standartlaşmış *DF-1* bağlayıcı iğnesi, mandalı kullanılır. Hastanın mevcut kablo sistemleri bulunuyorsa, bağlayıcı iğnenin büyüklüğünün bilinmesi önemlidir.



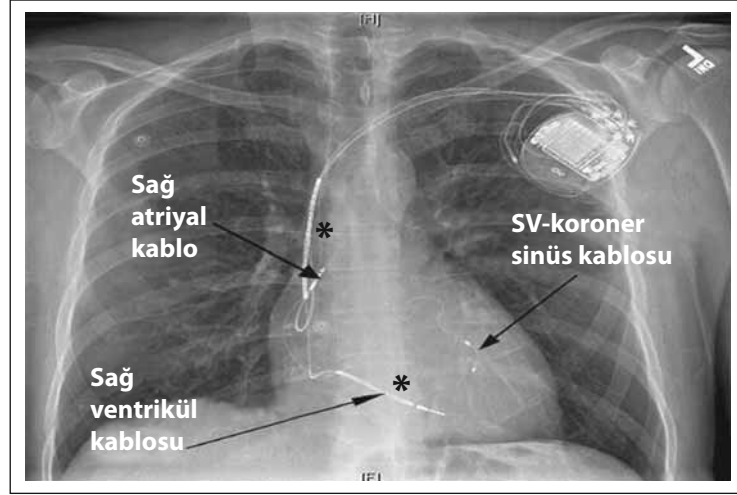
**ŞEKİL 53.** Epikardiyal yamalar ve hız algılayan kabloların kullanıldığı ilk ICD sistemi.



**ŞEKİL 54.** Transvenöz kablo sistemi ve subkutan yamalar kullanılan eski ICD sistemi. Defibrilasyon sağ ventrikül sarımı, vena kava superiyor sarımı ve subkutan yama arasında meydana gelir.



**ŞEKİL 55.** RAO projeksiyonda biventriküler kablo sistemi. Bir çift sarımı (\*) bulunan defibrilasyon kablosu distal sarımı ile sağ ventrikül apeksine konulduğu görülmekte (A). Bir unipolar sol ventrikül uyarı verme kablosunun ucu koroner sinüs yolu ile arkaya doğru gitmesi ve pasif sıkışması (B).



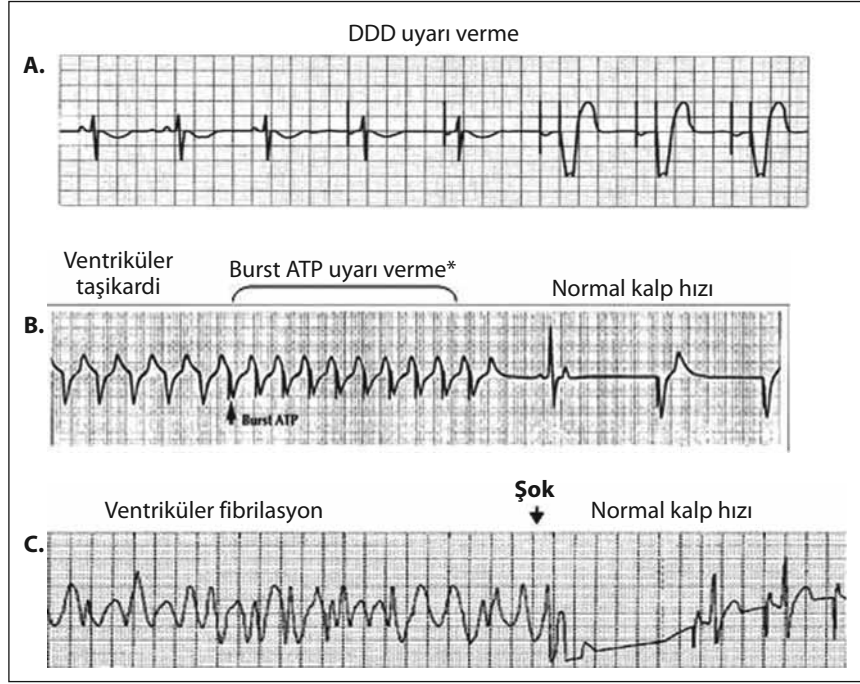
**ŞEKİL 56.** Göğüs radyografisinde (antero-posterior pozisyonda) İCD fonksiyonlu CRT cihazı: Jeneratöre bağlanmış sağ atriyal ve ventrikülde, çift sarımı bulunan (\*) sağ atriyal, ventrikül kabloları ve koroner sinüse yerleştirilmiş sol ventrikül kabloları görülmekte.

CRT indikasyonunda sol ventrikül kablosunun kardiyak vene yerleştirilmesi gerekir; bu kablolar 4-6F çapındadır, pasif olarak sabitleştirilir veya sıkıştırılır. Koroner sinüse kılavuz kateter ile ulaştırılır veya stilet veya tel-üzerinde sistem kullanılarak venin posteriyor veya lateral koluna yerleştirilir (Şekil 55). Kablo sistemi koroner sinüse yerleştirilememişse epikardiyal kablo operasyon ile sol ventrikülün üstüne yerleştirilir (Şekil 56). Sol ventrikül kablosu bipolar veya unipolar olabilir. unipolar sol ventrikül kablosu ile uyarı verme; sol ventrikül kablosunun ucundan sağ ventriküldeki distal sarım veya proksimal halka elektroduna doğru meydana gelir.

#### **Programcı:**

Programcı, İCD ile iletişim kurmak için özel bandlı eksternal bilgisayar kullanır. İki-yönlü telemetri veya radyofrekanslı sinyaller kullanarak çalışır ve işlem yapılır. Klinisyen programcı cihazı algılamayı, tedavi ve hasta için gereken tanısıl parametreleri ayarlamak için kullanır.

Programcı implant ve NIPS’de aritmi indüklenmesini kolaylaştırma ve defibrilasyon testi sırasında kullanılır. Takip viziteleri sırasında, programcı cihazın fonksiyonu, kablo bütünlüğü ve geçmişe yönelik depolanmış verilerin incelenmesine de izin verir.



**ŞEKİL 57. İCD Fonksiyonları** (Aşağıda yukardan-aşağıya): A-Yavaş ritimde cihaz kalp pili gibi davranır, DDD modunda atriyal ve ventriküler uyarı verir.

C-VF'nin şok ile tedavisi. B- VT'nin ATP (\*) ile tedavisi; patlama gibi antitaşikardik uyarı verme.

## CİHAZIN TEMEL FONKSİYONLARI

İCD cihazının iki fonksiyonu; aritminin aranması ve gerektiğinde tedavi edici dürtünün çıkarılmasıdır (Şekil 57).

### I. Bulma:

**Kalp Hızı (HR):** Geleneksel olarak, İCD sistemleri girişim ihtiyacını belirlemek için, hastanın kalp ritmini sürekli izlerler. Cihaz her intrinsek intervalin siklus uzunluğuna bakar ve yavaş, normal ve hızlı olarak sınıflandırır. Yavaş hız programcı ile düşük hız olarak, veya cihazın bradikardide uyarı verme hızı tanımlanır. KH programlanmış düşük hıza düşerse, İCD bu programlanmış düşük hızda uyarı verir. İCD'nin uyarı verme yeteneği bradikardide kullanılan kalp pillerine benzer ve tek-odacıklı, çift-odacıklı veya çok-yere uyarı vermeyi kapsayabilir. Hız normal aralıkta olduğunda, cihaz basitce ritmi izler. Bununla birlikte, çift-odacıklı veya hız-cevaplı modellerde atriyal ve/veya ventriküler uyarı verme olabilir.

**Taşikardi:** Taşikardi genellikle pratisyen tarafından programlandığı hızda sürati ve süresi ile tanımlanır. Cihazların çoğu hızı dayanan iki veya üç farklı taşikardi bölgesinin tanımlanmasına imkan sağlar. Her bölgede KH'nın maksimal süresi, veya interval sayısı programlanabilir. Hastada hız ve süre kriteri karşılaşırsa, tedavi başlatılır. Örneğin, VT ardışık 16 vurunun KH 150-180 vuru/dk olduğunda tanımlanır. VF KH 180 vuru/dk üzerinde olması ile tanımlanabilir. VF'nin süre kriteri algılamayı karşılamak için bir dizi 16 vuru gerekliliğinin yerine herhangi 12-16 vuru gerekebilir ve VF saptanmasını karşılar. Bazı cihazlarda pratisyen, bulma ile karşılaşılan en kısa süre veya interval sayısını basitçe programlayabilir.

**Atriyal taşiaritmiler:** Bulma hızı dayanarak programlanır ve iki bölgeye bölünür: Atriyal fibrilasyon (AF), atriyal taşikardi (AT) veya flutter (AFLT). ATP ve kardiyoversiyon tedavisi için süre ayrı olarak programlanabilir. Cihaza bağlı olarak, AF'yi organize AT'lerden ayırt etmek için ilave algoritmeler kullanılabilir.

**Duyarlık (sensitivity):** Atriyal ve/veya ventriküler taşikardinin uygun olarak ortaya çıkarıldığından emin olmak için duyarlık da programlanmalıdır. İCD'lerin VF veya AF'ye eşlik eden çok küçük potansiyelleri algılayabilme yeteneği olmalıdır. Programlanmış duyarlık ayarlamasına ek olarak, hastanın ritmi, sinyal büyüklüğüne göre İCD duyarlılığı otomatik olarak ayarlanabilir, usule uygun olarak küçük elektrogram amplitüdlerini algılamaya uyum sağlar, sinüs ritmi içindeki T dalgaları gibi sinyalleri de önler.

**Aritmi bulma:** Programlanabilir kriter Aritmi bulmanın spesifitesinin artmasına yardım eder. Değişik algoritmeler sinüs taşikardisi (ST), supraventriküler taşikardi (SVT), hakiki VT'nin birbirinden ayırt edilmesine yardım ederek uygun olmayan gereksiz tedaviyi önler.

**Başlangıç kriteri:** Başlangıç kriteri, VT için uygun taşikardinin aniden başlamasını algılamak için siklus uzunluğunu izler. Genellikle yavaş ritm sergileyen, tedricen hızlanan, birdenbire başlamayan ST'den VT'yi ayırır (reddetme); böylece egzersiz sırasında hastanın hızı cihazın bulma hızını aşarsa uygun olmayan şoklar önlenir.

**Stabilite kriteri:** Bu programlanabilir kriter cihazın hastadaki ritmin düzenine bakmasını etkinleştirir, taşikardinin siklus uzunluğunun değişkenliğine dayanır. *Bulma* veya *ayırma* (reddetme) ile karşılaşılabılır. Bu algoritmin amacı hızlı AF veya AFLT gibi düzensiz ritmlerin tedavi edilmesini önlemektir.

**QRS genişliği:** QRS dalgasının genişliği de ölçülebilir ve dar QRS'in SVT sık bulunmasına dayanarak ritm reddedilebilir. Yeni geliştirilen algoritmelerde, QRS morfolojisi bazal sinüs QRS morfolojisi ile karşılaştırılarak taşikardi değerlendirilebilir. Benzer Elektrogram (EGM) morfolojileri SVT olarak sınıflandırılabilir, halbuki benzeşmeyen morfolojiler VT/VF olarak sınıflandırılır. Bazı durumlarda, bazal ritm şablonu devamlı olarak güncellenir.

**Elektrogram:** Çift-odacıklı cihazlarda, atriyal kablodan ritmin yorumlanmasına yardımcı olması için EGM kullanılabilir. Hıza ve atriyal ve ventriküler aktivite ile ilişkisine dayanarak çift-boşluklu algoritmeler aritmi bulma duyarlılığını artırır.

## II. Tedavi:

İCD tedavisi hastanın gereksinimine göre biçimlendirilir. Görüntülenen klinik hasta ritmi, bu ritme hastanın toleransı ve tedavi modelinin etkinliği esas alınır. Tedaviler: ATP, kardiyoversiyon, defibrilasyon veya bradikardi uyarı verme desteği (Tablo 16).

**Taşiaritmiler:** Cihaz saptanan ritmin sınıflamasına göre ilk tedaviyi verir. Tedavi verildikten sonra, taşikardinin devam etmesi, ritmin hızlanması veya aritminin sonlanması için ritm tekrar değerlendirilir. Taşikardi buna rağmen bulunuyorsa, sonraki programlanmış tedavi veya sıradaki tedavi verilir.

**Antitaşikardi uyarı verme (ATP):** Organize olmuş atriyal veya ventriküler taşiaritmilerin sonlanmasında etkili olabilir. Yapmak için, uyarılan dürtü reentri çemberinin uyarılabilir aralığının içine girmesi gerekir. Uyarı verilmiş dalga ile çarpışınca veya yeni polarize olmuş refrakter doku ile karşılaşınca taşikardi dalgası sonlanır. Başarılı olmuşsa, ATP ağırlı kardiyoversiyon veya defibrilasyon şoklarını yok eder. Cihaz ayrıca, şok tedavisi için dolarken de ATP verebilmesi için programlanabilir. ATP etkinliği kanıtlandıktan sonra hastanın tedavi rejimine eklenebilir veya ampirik olarak programlanabilir. Farklı üreticiler tarafından, değişik tipte antitaşikardik uyarı verme tedavileri sağlanabilir.

**TABLO 16.** Ventriküler İCD'lerin aritmi bulma bölgeleri (zonlar) ve uygun tedaviler

| <b>Aritmi Bulma: Tedavi</b>                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Ventriküler ve atriyal fibrilasyon:</b><br>Hız: Defibrilasyon<br>Stabilite: 50 Hz burst (sadece atriyal)                                                             |
| <b>Ventriküler ve atriyal taşikardi: ATP</b><br>Hız: Ramp<br>Süre: Burst<br>Başlama:<br>Stabilite: 50 Hz Burst (sadece atriyal)<br>Morfoloji: Kardiyoversiyon<br>Diğer: |
| <b>Bradikardi: VVI/R +/- biventriküler</b><br>Hız: DDD/R +/- biventriküler<br>AAI/R→DDD/R +/- biventriküler                                                             |

(Watson s (edt): Invasive Cardiology. Jones, Barlett Learnin, 2011)

**Aşırı hızlı patlama gibi uyarı verme (overdrive burst pacing\*):** Seçilmiş sayıda otomatik olarak taşikardinin hızını aşan sabit hızda uyarı verme vurusu verir (1-25). Birkaç uyarı verme dizisi veya “burst pacing” programlanabilir.

**Adaptif uyarı verme atışı veya rampa çıkar gibi uyarı verme (Adaptive Burst or Ramp\*\* Pacing):** ATP'nin bir başka şeklidir, uyarı verme sırası bulunan taşikardiden daha yüksek hızda verilir. Patlama gibi uyarı vermeden farkı, ardışık uyarılan her dürtü progressif olarak daha hızlı interval ile verilir, azalan rampa diye de tarif edilir. Azalan rampa gibi uyarı vermede, her ardışık uyarılan dürtü progressif olarak daha yavaş aralarla verilir.

**50 Hz uyarı verme atışı (50Hz Burst Pacing):** AF'nin tedavisinde tedarik edilebilen bir diğer ATP tipi atriyal defibrilatör; 50Hz patlaması gibi uyarı verir. Bu uyarı verme tipi ile, AOO patlama gibi dürtüler spesifik sürede, tipik olarak 2 saniyede 20 ms aralarla verilir.

### III. Şok tedavisi:

Kardiyoversiyon ve defibrilasyonun ikisi de şok tedavisi olarak tanımlanır. Taşikardi sürenge değilse İCD, şokları durdurabilir. Kapasitörün dolumu tamamlandığında, onaylama süreci meydana gelir. Taşikardi devam ediyorsa, tedavi verilir; taşikardi devam etmiyorsa tedavi verilmez (*non-committed shock* diye adlandırılır). Genel olarak, bir bölgede 6 veya 8 şoka program yapılabilir. Programlanabilir aralıktaki şok enerji düzeyi 0.1-41 Joules.

**Kardiyoversiyon:** AT ve AF'i veya VT'yi sonlandıran senkronize şok verilmedir. Şokun verilmesi, R dalgası ile senkronizedir. Genel olarak ATP'yi takip etmek için programlanmıştır, uyarı verme tedavisi başarısız olduğunda (Şekil 58-1). ATP etkisiz kalanlar veya tolere edilemeyenler VT başlangıç tedavisi olarak kullanılabilir. Enerji düzeyi, test sırasında taşikardiyi başarı ile sonlandıran şokun gücü esas alınarak programlandırılabilir. Kardiyoversiyon defibrilasyon için gerekenden daha az enerjide ampirik olarak da programlanabilir.

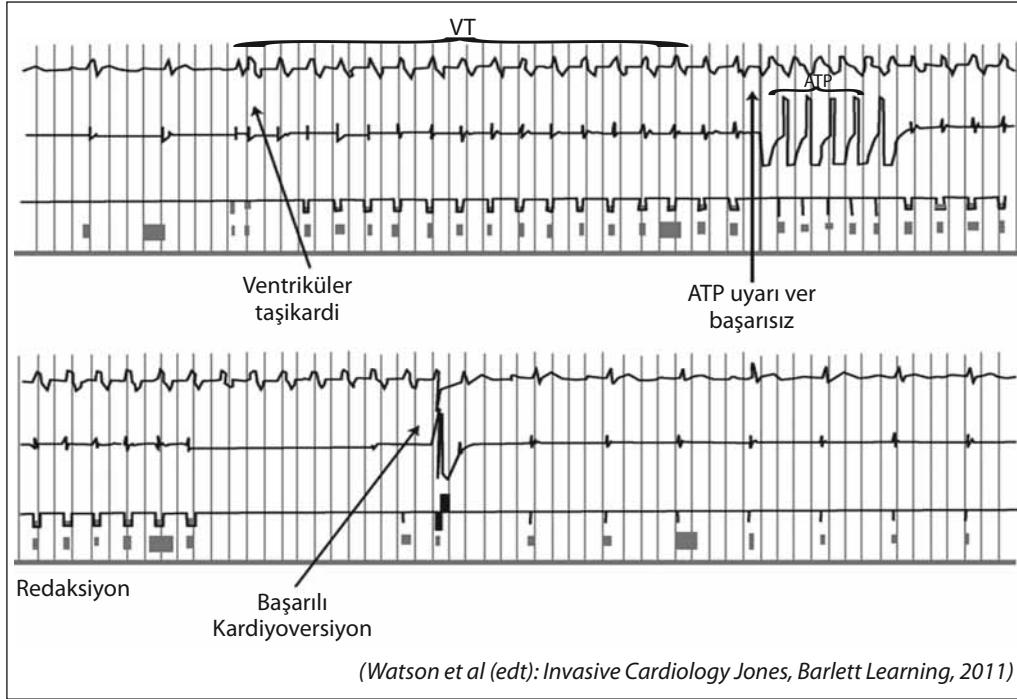
**Yüksek- enerjili defibrilasyon:** Defibrilasyon VF'yi sonlandıran asenkron şok, bu aritminin tedavisidir (Şekil 59). Cihaza bağlı olarak enerji 0.1 J-41 J arasında programlanabilir (Şekil 58-2). Vermek için sağlanabilen şok sayısı cihaza göre değişir, baştaki girişim aritmiyi sonlandırmada yetersiz kalmışsa sekize kadar olabilir. Birinci şok, verme öncesi aritmiyi onaylamak için programlanabilir. Sonraki şoklar ise genel olarak onaylıdır.

**Şok dalgaları:** Bifazik (veya iki-yönlü) dalgaların, tek-yönlü veya monofazik dalgalara göre daha etkili olduğu kanıtlanmıştır, daha düşük enerjili defibrilasyon sağlar. Dalga eğimi veya defibrilasyon dürtüsü içindeki bozulma yüzdesi, kesmeden önce sağlanır, genellikle %40- 65 arasındadır. Cihaza bağımlıdır, dalga tipi ve eğimi programlanabilir seçeneklerdir.

\*Burst Pacing: Patlama gibi birdenbire hızlı uyarı verme.

\*\*Ramp Pacing: Rampa iner gibi gittikçe hızlanan uyarı verme.





**ŞEKİL 58-1.** Kayıt yüzey EKG'den, EGM kayıtlarından alınmış ve cihazın marker notlarından VT epizodu başlangıçtaki ATP tedavisi başarısız olmuş. İkinci tedavi kardioversiyon, VT'yi sinüs ritmine çevirmiş.

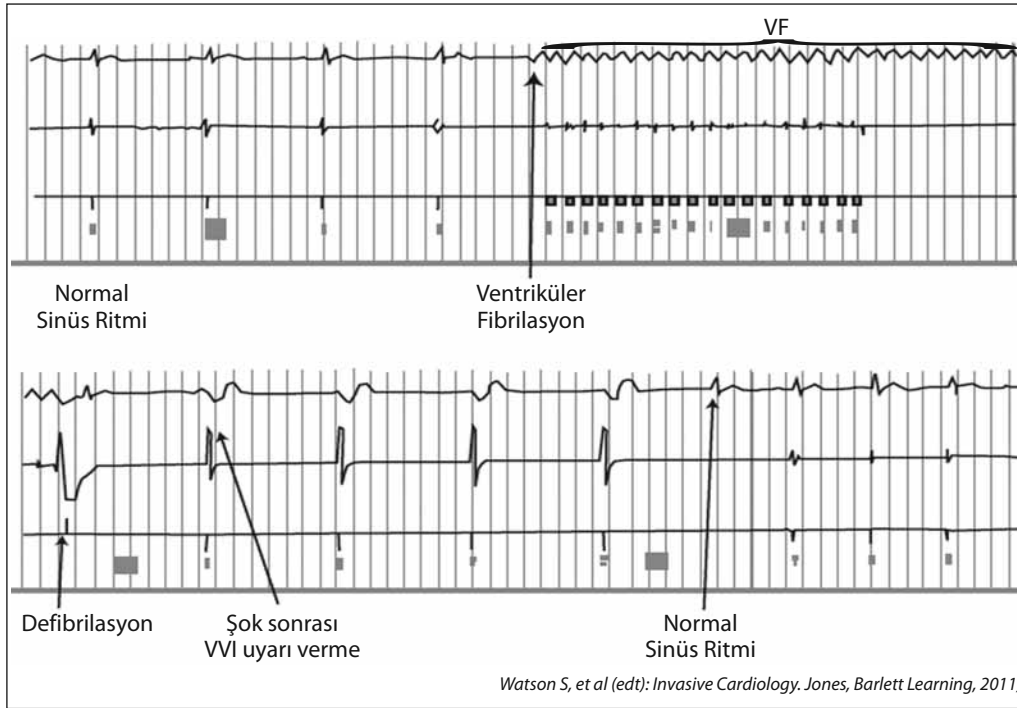
**Atrial kardioversiyon:** Bu tedavi sağlanabilir, ilave programlama gerekir. Programlanabilir parametreler: Verilen şok günün hangi zamanında (genel olarak uyku sırasında), günlük maksimal şok sayısını ve epizodun günlerce devam etmesi ile kardioversiyon tedavisinin askıya alındığı zamanını kontrol etmeyi sağlar. Seçilmiş cihazlarda, hastanın aktive ettiği atrial kardioversiyon da kullanılabilir.

#### IV. Antibradikardi uyarı verme:

Antibradikardide uyarı verme, uyarı verme indikasyonu bulunan kişilerde veya defibrilasyon veya kardioversiyonunu takiben geçici bradikardide uyarı verme desteğinde kullanılır. Sıklıkla, çıktı (voltaj), eşik yükselmiş olabileceğinden şok sonrası ve ATP için daha yüksek programlanır. Spesifik İCD modellerine bağlı olarak (tek-odacıklı: VVI/R/D; çift-odacıklı: DD/R/D), hız-cevaplı algılayıcıları olan olmayan ve birçok-yere uyarı verme kullanılabilir.

#### Histerezis (Hysteresis):

Bu fonksiyon, algılanmış olayı daha uzun kaçış intervalinin (*escape interval*) takip etmesine izin verir. Histerezis hızı genellikle bu aralıkta uyarı vermenin üzerinde intrinsek ritmin izin verdiği alt hız limitinin 10 dürtü/dk altındadır.



Watson S, et al (edt): Invasive Cardiology. Jones, Barlett Learning, 2011)

**ŞEKİL 58-2.** Yüzey EKG, EGM (Elektrogram) kayıtlarında, cihaz markerinin notlarından defibrilasyon şoku ve daha sonra geçici uyarı verme desteği ile VF epizodu başarı ile sonlandırılmış.

### Yumuşatma (Smoothing):

Belirlenebilen yüzdede intrinsek siklus uzunluğunun değişmesine izin veren algoritmadır. Vuru bu interval içinde algılanmazsa, uyarı verme dürtüsü verilir. Amacı uzun-kısa diziler ile uyarılmış atriyal veya ventriküler aritmileri azaltmaktır.

### Veri depolanması:

Tanısal bilgiler ve raporları verebilmesi için büyük ölçüde genişletilmiştir, önemli miktarda hafıza ile birleştirilmiştir; EGM depolanması ve olay sayılması için 512 Kb. Her aritmik olayda veri ve zaman damgaları kaydedilir. Depolanmış veri ve ilişkili bilgilerin analiz edilmesi, klinik senaryoya dahil edildiğinde tedavinin uygunluğun ve etkinliğinin değerlendirilmesine yardımcı olabilir. İCD süregelen-olmayan taşikardi epizodlarının, değişen modda SVT'lerin, epizodlarının, KH gidişatı, KH değişkenliği, sıvı ve volem durumu, uyarı verme yüzdesi ve hasta aktivitesi ile ilgili bilgiler de dahil edilebilir. İmpedans eğilimi uyarı verme/algılama kabloları ve HV kabloları ile sağlanabilir. Bazı İCD'lere Pdalga amplitüdü, R dalga amplitüdü, impedans ve uyarı verme eşiği ölçümü ile ilgili bilgi gidişi de katılmıştır.

## İCD İMPLANTASYONU

### İmplantasyon Tekniği:

Transvenöz subkutan ICD sistemlerin düşük komplikasyon oranı ve postoperatif daha hızlı iyileşme ile ilişkilidir, günümüzde tercih edilen implantasyon yöntemidir.

Kablo ve cihazın Pektoral implantasyon için operatif tekniği kalp pili implantasyonuna benzer.

Sefalik, aksiler veya subklavyan ven girişinde kablo floroskopik yönlendirme ile ilerletilir. Çift sarım ile, distal sarım tipik olarak sağ atriyum proksimal sarım vena superiyora yerleştirilir.

Subkutan cep daha sık kullanılır, adale altı da yaklaşımda yapılır.

*Active* veya *hot-cam* teknoloji ile, cihaz tipik olarak sol tarafa implante edilir; böylece şok vektöründe daha fazla miyokard kitlesini kapsar. Anatomik durumlar sol taraf implantlarını engellediğinde, sağ taraf implantlar başarı ile kullanılır. Seçilen sisteme bağlı olarak, ilave defibrilasyon sarmalları veya yamaları ve uyarı verme kabloları kullanılabilir.

Cihazın algılama sesi (parazit) sonucunda yanlışlıkla olabilen cihaz deşarjlarını engellemek için girişim boyunca dikkat edilmelidir. Elektrokoter kullanımı veya kabloların jeneratöre bağlanması sırasında, cihaz kapatılmalı veya algılama askıya alınmalıdır. Bu işlem yapılmazsa ses ICD tarafından algılanabilir ve şok verilir.

### Eşiğin test edilmesi:

ICD'nin fonksiyonları içinde kritik olan etkin uyarı verme ve algılamadır. Uyarı verme, algılama ve kablo impedansı ölçüleri PSA kullanılarak değerlendirilir, kabul edilebilir analiz değerleri kalp pillerinkine benzer. Diyafragmatik uyarılmanın bulunması da değerlendirilir.

Defibrilasyon eşiğini test etmeden önce test edilen cihaz uygun pil voltajı ve şarj zamanı için kontrol edilir. Cihaz istenen bulma hızı ve şok çıktısına ön programlanır. Duyarlık sonundaki programlamadan daha düşük algılama durumuna ayarlanır. HV kablo impedansı (yaklaşık 20-200 ohms), kablo/cihaz bağlantıları ve HV kablo bütünlüğü değerlendirmesini belirleyemeyebilir. Birçok ICD günümüzde hasta tarafından hissedilmeyen HV impedans testi kullanır, aksi taktirde sedasyon gerekir. Sonra da, sistemin algılama defibrilasyon fonksiyonunu değerlendirmek için birkaç metodla bir veya birkaç defa VF uyarılır; ventriküler "patlama gibi" uyarı verme (*ventricular burst pacing*), 50 Hz patlama gibi uyarı verme veya T dalgasının üzerine düşük enerjili şok gibi. Cihaz her uyarılma ile ritmi çevirememişse Eksternal defibrilatör şarj edilip ve tam enerji şoku vermek için hazır duruma getirilmelidir.

Algılama, cihazın algılama indikatörünün gözlemesi ve program tarayıcısındaki EGM amplitüdü ile VF sırasında değerlendirilir. Bulunduğunda VF'yi eksik bulunmasının (*underdetection*) önlenmesi VF'nin yeterli düzeyde algılanması önemlidir. Algılama yetersizse kablo tekrar konuşlandırılmalıdır. Hemodinamik stabilizasyon için uyarılma aralarında (pause) izin verilen yeterli zaman aralığı 2-5 dakikadır.

Defibrilasyon, başarılı defibrilasyonun meydana geldiği en düşük enerji olarak tanımlanır ki daha düşük çıktıda yetersizlik oluşması koşulu ile VF'yi sonlandırmak için gerekli enerji ihtiyacını hesaplamaya çalışan değişik defibrilasyon protokolları vardır. Bunlardan bazıları basit protokol kullanır; cihazın maksimum çıktısından 10 J daha az iki ardışık gi-

rişim veya dört girişimin üçünde diğer protokolda indirici prosedür kullanılır; yetersizlik oluşuncaya kadar ardışık uyarılmalarda verilen enerji gittikçe düşürülür. Defibrilasyon ikili araştırma protokolünde; daha düşük ilk defibrilasyon enerjisinde test etmeye başlanır ve her uyarılmadaki başarı veya yetersizliğe bağlı olarak çıktı enerjisi yukarıya veya aşağıya değiştirilir (artırılır veya düşürülür). Testin hassaslığının (*vulnerability*) üst sınırı da kullanılabilir; VF ve defibrilasyonu uyarmayan en düşük enerji şoku arasındaki ilişkiye dayanır.

Kullanılan defibrilasyon protokolu ne olursa olsun en az 10J güvenlik sınırı bulunması tavsiye edilmektedir. Verilen kablo sistemi yeterli defibrilasyon güvenlik sınırı göstermiyorsa; kablo tekrar konuşlandırılabilir, polarite tersine döndürülebilir, veya defibrilasyon dalgası ayarlanabilir. Gerekirse ilave transvenöz veya subkutan defibrilasyon yaması veya sarım eklenebilir.

Ventrikül taşikardisi için ATP veya kardiyoversiyonun tedavi etkinliğini test etmek başlangıçta implant zamanında yapılmalı. Bu test işlemi, programcı aracılığı ile VT'yi uyaran elektriki stimülasyon ile yapılır.

Test etme tamamlandıktan sonra, kablo (lar) ve cihaz yerinden çıkmasını ve jeneratörün yer değiştirmesini önlemek için emniyete alınır. İnsizyon kapatılır ve steril küçük bezler (ped) ile örtülür. Ayarlanan son parametreler; duyarlık, bulma kriteri ve programlanmış tedaviler dikkatle tekrar değerlendirilmelidir. Cihazın veri toplaması temizlenebilir, istenen her tanısal parametre seçilebilir. Cihazın durumu ve programlanmış parametreler sonradan medikal kayıtlara işlenebilir.

### Acil bakım:

Aritmi meydana geldiğinde, tipik olarak 10 veya 20 saniyede cihaz aritmiyi bulur ve tedaviye başlar. Acil durum sırasında, hastanın bakımı temel ve ileri yaşam desteği protokollarına dayanır, dolayısı ile standart acil tedavi geciktirilmez. İCD deşarjı sırasında birisi hastaya dokunuyorsa, hafif ürperme duygusu hissedilebilir fakat bu hastaya zarar vermez. Lastik eldivenler herhangi bir duyu hissedilmesini önler. Eksternal defibrilasyon gerekiyorsa, pedalların implante edilen cihazın üzerine yerleştirilmesi engellenmelidir. Standart antero-lateral pedal yerleşimi ritmi çevirmeye yetersiz kalmışsa, anterior-posteriyor pedal yerleşimine değiştirilmesi düşünülmeli.

### Kaynaklar

1. Watson S, Gorski KA (EDT): Invasive Cardiology. Jones, Barlett Learning 2011, p. 365.
2. Bardy GH, Lee KL, Mark DB et al. For the Sudden Cardiac Death in Heart Failure Investigators. Amiodarone or an Implantable Cardioverter Defibrillator for Congestive Heart Failure. *N Engl J Med* 2005; 352: 225-237.
3. Burn JL, Serber ER, Keim S, Sears SF. Measuring Acceptance of Implantable Cardiac Device Therapy: Initial Psychometric Investigation of Florida Patient Acceptance Survey. *J. Cardiovascular Electrophysiol* 2005;16:384-390.
4. Barold SS, Strobandt Rx (edt): Cardiac Pacemaker step by step. Blackwell, Futura 2004, p. 235.
5. Meier B (edt): Current best practice in Interventional Cardiology Wiley-Blackwell, 2010, p 145.



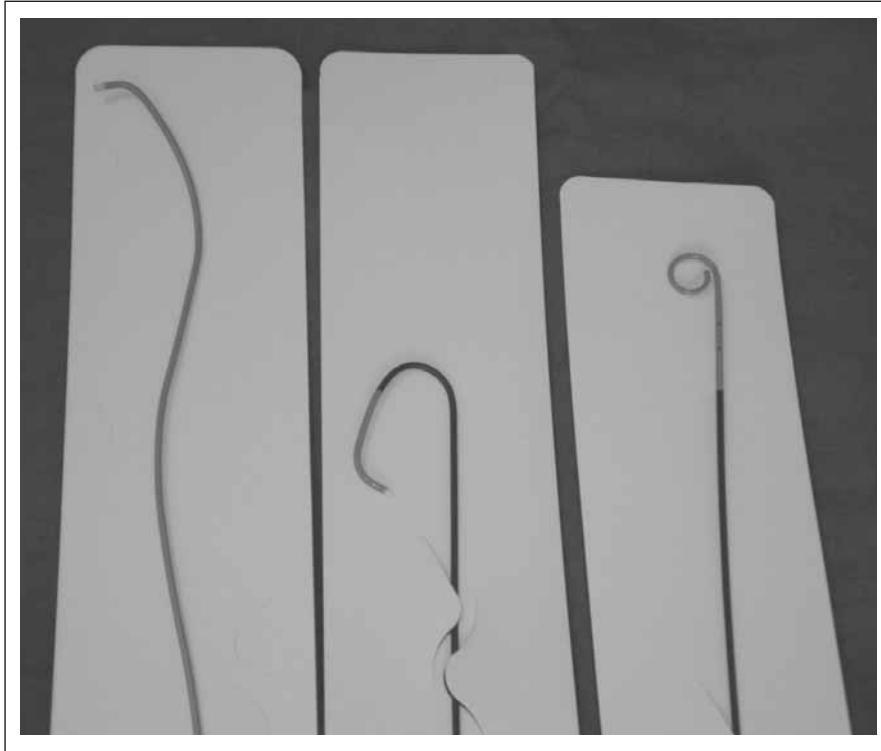
## ALBÜM

# Kateterizasyon Laboratuvarı: Olgu Örnekleri ve Görüntüler ile Tavsiyeler

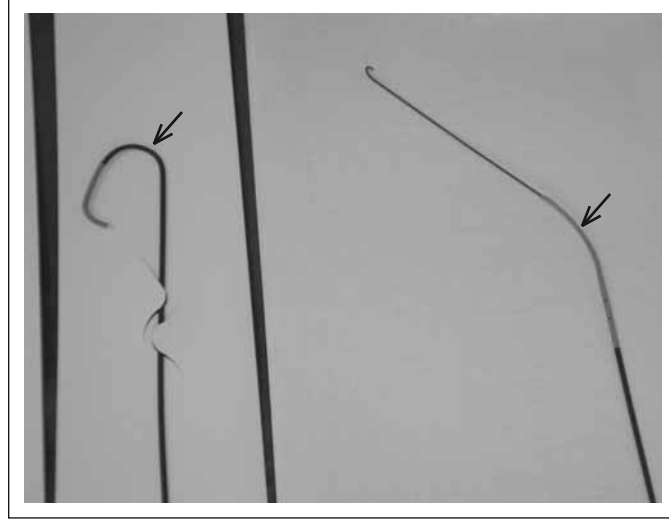
Uzm. Dr. Barış İkitimur, Dr. Emre Ertürk, Doç. Dr. Refik Erdim, Prof. Dr. Rasim Enar

### A. KATETERLER VE KILAVUZ TEL KULLANIMINDA PRATİK İPUÇLARI

Kalp kateterizasyonunun geleneksel “*olmazsa olmaz*” aletleri tanısal kateterler ve kılavuz telleridir. Bunların özellikleri ve fonksiyonlarının operatör tarafından iyi bilinmesi, doğru ve ustalıkla kullanılması işlemin hızını ve kalitesini artırır.

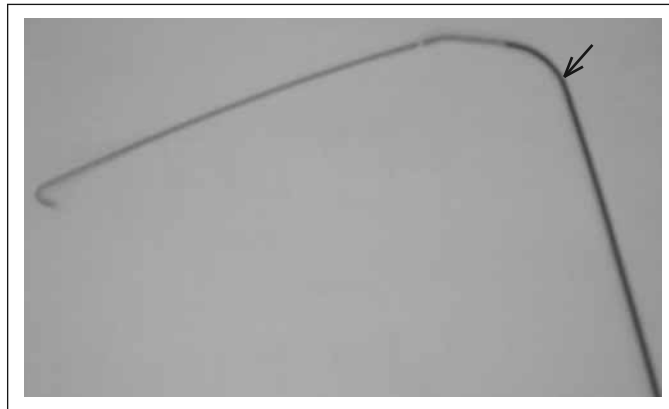


**RESİM 1.** Kalp kateterizasyonunda çoğunlukla kullanılan kullanıma hazır (paketlenmiş) standart tanı kateterleri; (soldan-sağa)- sağ-Judkins (JR5), sol-Judkins (JL6) koroner anjiyografi kateterleri ve Pigtail kateteri.



**RESİM 2.** Sol Judkins (JL) koroner kateteri; paketlenmiş distal eğriliğinin orijinal açısı (solda ok işareti), lumenine distal ucu esnek ve J şeklindeki uzun KT sokulduktan ve kateterin distal ucundan 5-10 cm öne çıkarıldıktan (KT'nin distal esnek J-ucu dışarı çıktıktan sonra gerisindeki daha sert gövdesinin yardımı ile) sonra distal açı genişler (sağda).

Not: (1) Koroner kateterler aortadan boydan-boya geçirilirken lumen içinde herhangi bir yaralanmayı önlemek için floroskopi altında, aort kapak düzeyine gelinceye kadar KT kateterin distal sivri ucundan 5-10 cm öne çıkartılarak (sağda) ilerletilmeli. (2) Geniş aort kemerinde sol koroner ostiyuma ulaşmak için kateterin distal eğriliğinin açısını artırmak gerekebilir (4 yerine 5,6 gibi), ancak sol-Judkinsin distal eğriliğinin açısı içine sokulan KT ile genişletilebilir (sağda); bu durumda KT önde kateterin ucu sol sinüs valsavaya kadar indirilir, sonra da KT kılavuz kateterin içinden çıkarılarak lumeni SF ile yıkanıp, floroskopide (tercihen RAO projeksiyonda) zıplattır gibi hızla geri çekilerek (!) sol koroner ostiyuma girilebilir.

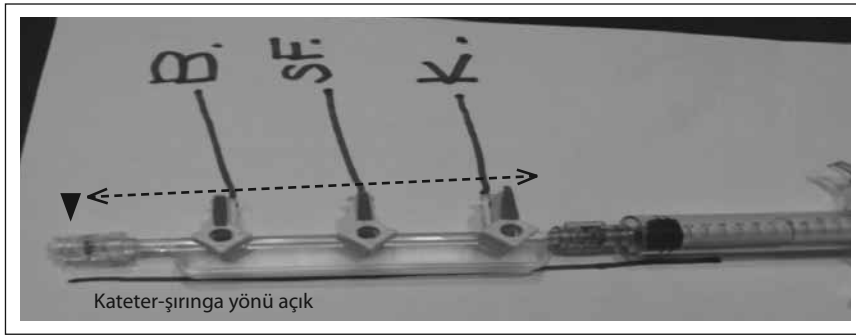


**RESİM 3.** Ucu kıvrık ve çok delikli Pigtail kateteri; sol judkins anjiyografi kateterinde olduğu gibi (Resim 2) lumenine uzun KT sokulduktan ve distal ucundan dışarıya 5-10 cm çıkarıldıktan sonra distal orijinal kıvrık ucu açılır (ok).

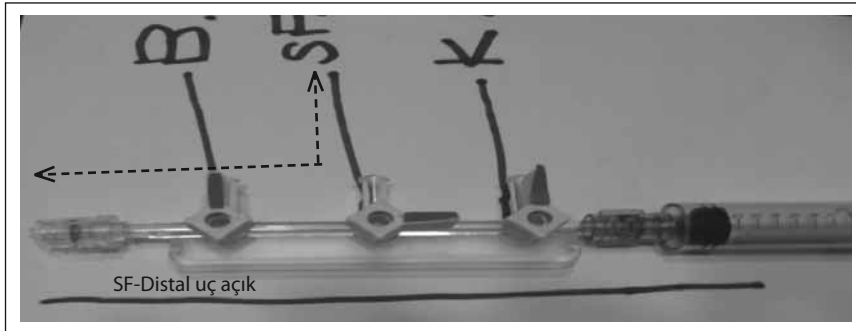
NOT: (1) Özellikle tortuöz aortada KT kateterin ucundan telin esnek katlanabilir distal J ucu 5-10 cm öne çıkarılarak kateter daha rahat ilerletilebilir. (2) Aynı yöntem aort kapaktan geçmek içinde kullanılabilir (tercihen JR ile).

## B. MANİFOLD SİSTEMİ VE KULLANIMI

Manifold sistemi İster tanı, isterse tedavi amaçlı kullanılsın kateter ile yapılan kalp ve damar içi tüm invazif işlemlerin “*mihenk taşıdır*”. İşlemin performansı ve güvenliği açısından operatr tarafından kusursuz (kazanılmış refleks ve alışkanlık ile) kullanılmalıdır.

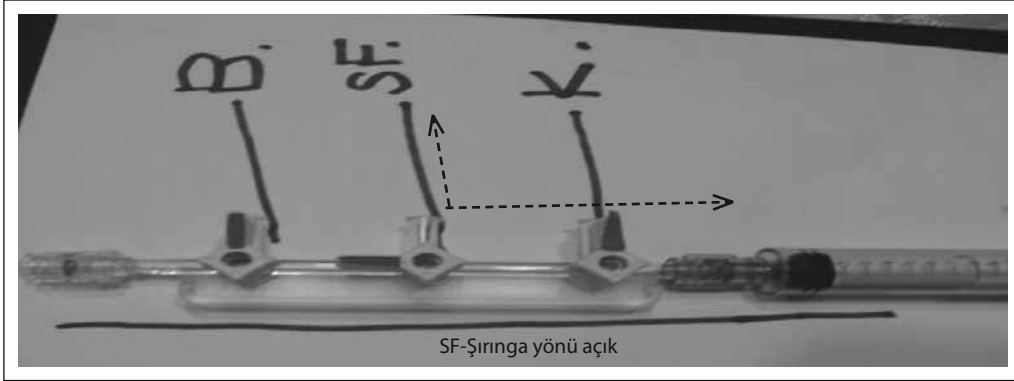


**RESİM 1.** Koroner anjiyografi için azırlanmış Manifold sistemi; bağlantıları, iki yönlü musluk, şırınga ve bağlantıları; basınç (B), kateter ve sistemini yıkamada kullanılan heparinli serum fizyolojiğe (SF), kontrast boyaya (K), giden bağlantı kabloları. Manifoldun distal ucu (ok başı) sistem SF'ye açıkken (Resim 2) burgulu bağlantı kapağı ile basıncın ölçüleceği damar (ventrikül boşlukları, aorta, pulmoner arter gibi) veya anjiyografisi istenen ve kalp boşluğundaki (ventrikülografi anjiyografi) kateterin vücut dışındaki proksimal deliğine burgulanarak bağlanır. Kateterin içindeki eskimiş kan, daha başlangıçta manifolda bağlanır bağlanmaz sisteminin proksimaline bağlanmış şırıngadan çekilerek (Resim 1) atılır (koroner kateterin ucu koroner arterde olmayacak) sonra da tekrar SF çekilerek kateter çıkan aorta veya kalp boşluğunda (koroner arter veya pulmoner arter ucunda değil) iken yıkanır ve basınca bağlanır. İşlem boyunca sistemde hava olmamasına dikkat edilmelidir. Manifoldun her bağlantıyı sistemin ana yoluna bağlayan bir yönü kapalı (resimde muslukların kırmızı ok-başı ile işaretli) üç yönlü 3 musluğu bulunur; buna göre yukarıdaki resimde basınç, SF ve kontrast yolları kapalı (kırmızı ok-başları o yönde); "şırınga- kateter" yönü açık manifold sistemi.

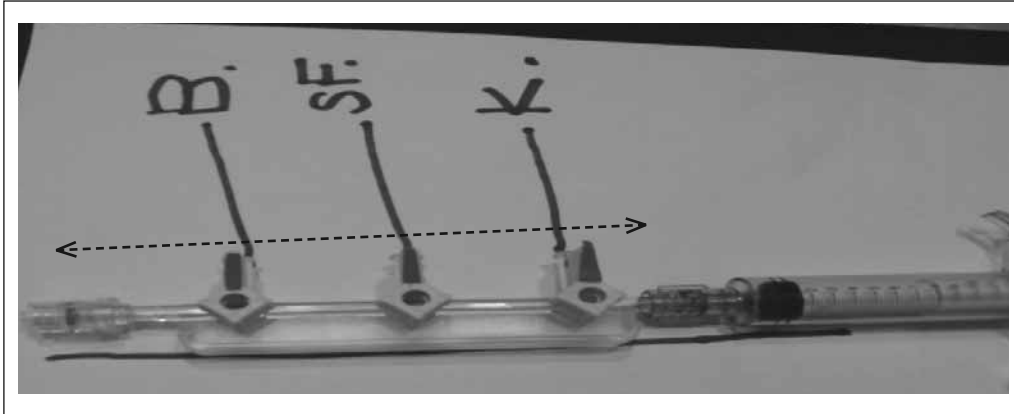


**RESİM 2.** Kateter ile Manifold bağlanırken sisteme hava kabarcıklarının girmesini engellemek için Manifold SF'ye açık ("SF-kateter yönünde", kırmızı ok-başı şırıngaya doğru, kapalı), manifoldun distal ucundan SF, kateterin proksimalinden de kan pasif olarak geri gelirken (arteriyel kan pulsatil, sisteme hava kaçırmadan venöz kan koyu ve pelte pelte gelir) birbirine bağlanır.

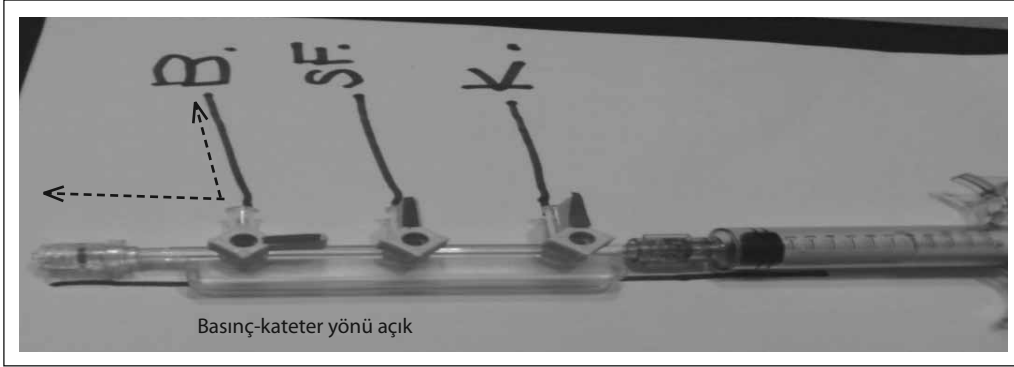




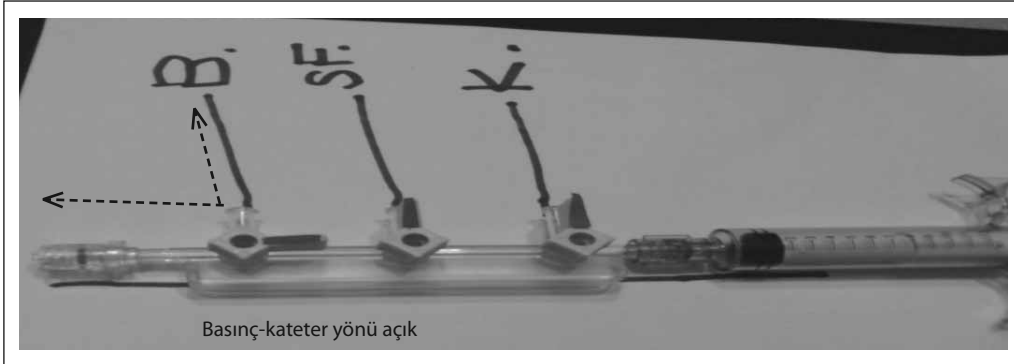
**RESİM 3.** Resim-2’de olduğu kateter lumenindeki eski kan çekilip atıldıktan sonra; B musluğu ve K muslulukları kapatılır ve SF musluğu katetere kapalı, “SF-şırınga yönünde” açıkken şırınga SF ile doldurulur.



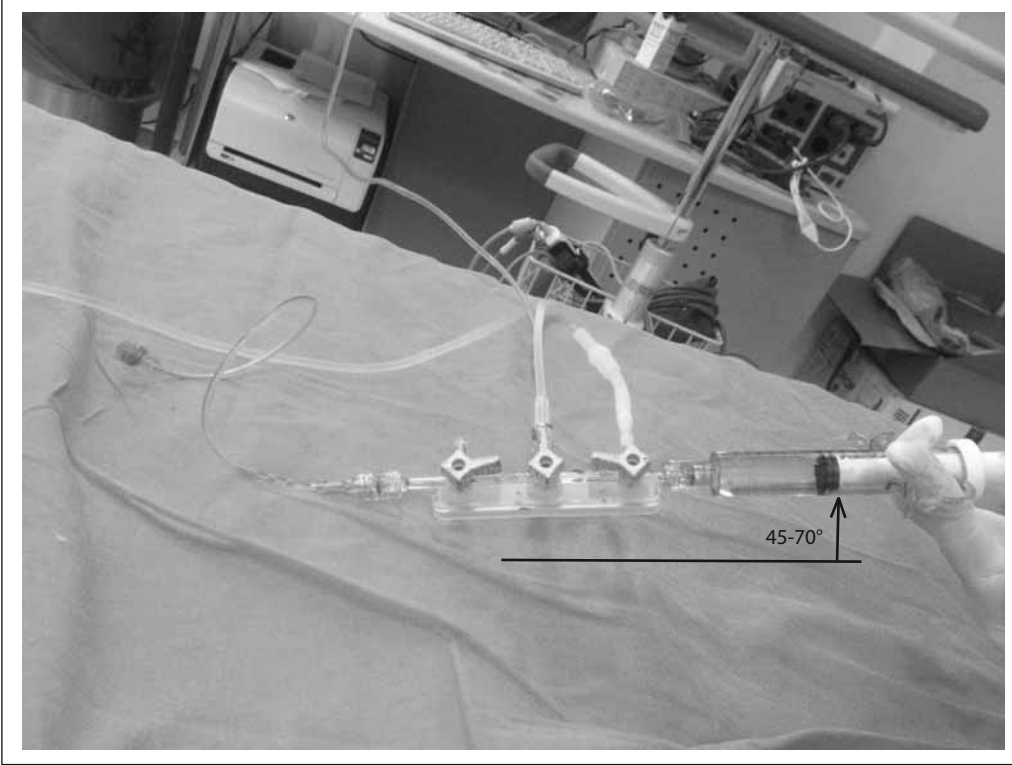
**RESİM 4.** Şırınga SF ile doldurulduktan sonra sistem “şırınga-kateter yönüne açılır” (tüm yan yollara sistem kapatılır). Kateterin lümeni SF ile yıkanır (kapak; kırmızı ok-başları - B, SF ve K yönünde; bu yollar kapalı).



**RESİM 5.** Kateter lumeni SF ile yıkanır yıkanmaz hemen basınç izlemine gelir; Manifold sistemi Basınca verilir (B musluğu kırmızı ok-başı şırınga ve dolayısı ile diğer bağlantılara kapalı); "*basınç-kateter yönü açık*".



**RESİM 6.** Koroner anjiyografi kateteri ucu çıkan aortada iken SF ile temizlenir, ve sonra da kontrast çekili şırınga (kontrastın musluğu sisteme kapalı (kırmızı ok-başı ana yola doğru); "kateter- şırınga yönü" açık) basınç izlemi ile koroner arter ostiyumuna sokulmadan önce şırıngaya kontrast çekilir; Resim 2'deki gibi musluklar ayarlanarak ("*şırınga-kateter yönü açık*"); floroskopi altında kateter kontrast ile doldurulup, kateterin ucundan yavaşça kısa kısa kontrast püskürtülerek koroner arter ostiyumuna sokulur ve anjiyografiye başlamadan hemen basınca geçilir ve basınç kontrol edilir (Resim 5).



**RESİM 7. Şırınganın kullanımı:** şırıngaya kateteri temizlemek için SF veya anjiyografi için kontrast çekildiğinde prensip olarak; -injeksiyona başlamadan önce, şırınganın haznesinde bulunan hava kabarcıkları çıkarılmalıdır. Şırınga içeriği ile hava kabarcıklarının injekte edilmesini önlemek için; şırınganın pistonu hastanın giriş yeri yüzeyine göre 45-75 derece yükseltilerek (ok) kabarcıkların haznedeki sıvının üstüne, yüzeyine, pistonun ucuna yükselmesi sağlanmalıdır; haznenin plastik duvarlarına yapışmış hava kabarcıkları ise hazneye diğer elin işaret parmağı ile kısa darbelerle vurarak oradan kurtulmaları ve yukarıya yükselmeleri sağlanabilir. Böylece, İnjektörün en aşağıdaki katetere bağlı distal ucunda kabarcık bulunmayacağından hava embolisi riski ortadan kalkar.

## C. STANDART KALP KATETERİZASYON LABORATUARININ MAJOR UNSURLARI

Tam teşekküllü standart kateterizasyon laboratuvarı sadece bir ucunda röntgen ışını kaynağı röntgen tüpü, bunun tam karşısında görüntü güçlendirici ve kaydedici bulunan C-kolu ile hastanın yattığı hareketli masa ve duvarları kurşun korunmalı semi-steril odanın bulunması değildir. Bunun yanında uygun şekilde giyinmiş deneyimli ekip (invazif kardiyolog ve asistanlar, hemşire ve teknisyen) ile standart işlem kalite ve kantitesini içermektedir.

Kateterizasyon sırasında yapılan işlem kurallara uygun gerçekleştirilmelidir; bir laboratuvarın kalitesi ve standartizasyonunun belirlenmesinde; uygun hazırlanan basınç kayıt sistemi, anjiyografi projeksiyonlarının açıları, kullanılan kontrast volumu ve hızı; işlemin hızı ve belirlenen zaman diliminde girişim yapılan hasta sayısının (hasta debisi; günlük veya 1 saatte hasta sayısı gibi) ötesinde laboratuvarın major ve/veya minör işlem komplikasyon oranı ve bunların üstesinden gelme, başarı oranı (mortalite ve morbidite) daha önemli ve belirleyicidir.

1. Kateterizasyon masasına yatırılmış ve steril örtüler ile örtülmüş hasta (Resim 2, solda).
2. Röntgen ışınlarından korunmak için uygun şekilde giyinmiş operatör (Resim 1, solda) (kurşun önlük, boyunluk, gözlük gibi) ve yardımcı personel.
3. Kateterizasyon masasının ek kurşun radyasyon korunakları (x, xx), (Resim 1, sağda).
4. Anjiyografi için gerekli miktar, basınç ve injeksiyon elle ayarlanan Basınçlı otomatik Pompa (Resim 7),
5. Basınç ölçümü için transdüseri, basınç bağlantı sistemi (Resim 2, sağda).
6. Kompüterize EKG ve basınç kayıt sistemi.
7. Kurşun cam arkasında kumanda odası: Basınç ritm ile anjiyografinin izlendiği ve kaydedildiği kumanda masası. Gerektiğinde geriye dönük izleme ve kompüterize hesapların anında yapıldığı sistem.

### **CTF Kardiyoloji ABD kateterizasyon laboratuvarından seçilmiş olgu örneklerinde basınç kaydı ve anjiyografi örnekleri:**

Mitral darlığında, SV diyastolik basınç ve pulmoner kapiler uç basınç arasında diyastolik gradiyenti, aort darlığı hastalarında aort kapakta sistolik basınç gradiyenti örnekleri ile anjiyografide MR ve AR örnekleri.

*Basınç, anjiyografi kayıtları ve laboratuvar görüntülerinin alındığı CTF kateterizasyon Laboratuvarı: İnvazif ekip Prof. Dr. Zeki Öngen, Doç. Dr. Bilgehan Karadağ ve tüm laboratuvar elemanlarına katkılarından dolayı..... Teşekkürlerimle.....*



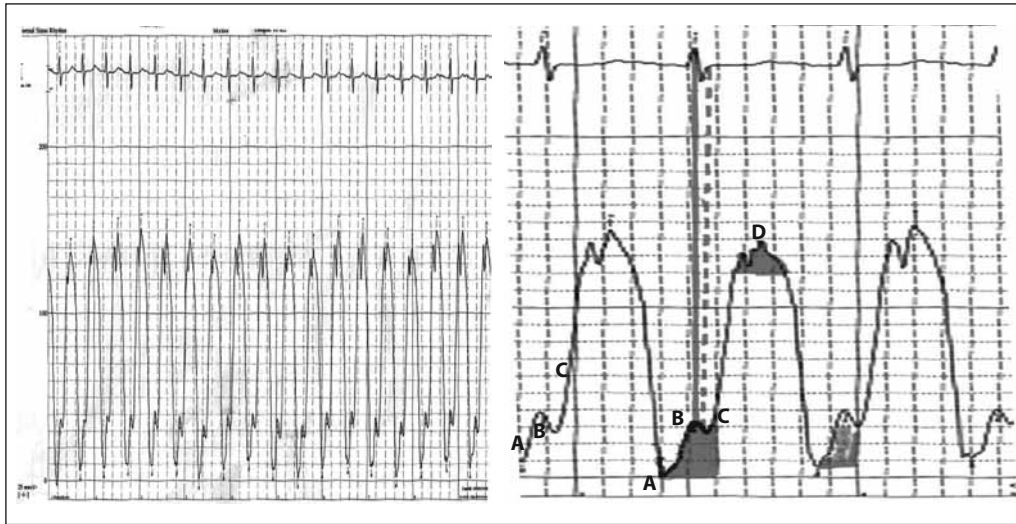
**RESİM 1. (Solda)**- Kateterizasyon laboratuvarında röntgen ışınından korunmalı (kurşun gözlük, yaka ve önlük) operatör. **(Sağda)**- Operatörü C-koluna monte edilmiş masanın altındaki röntgen tüpünden korunmasını sağlayan koruyaklar: Dikey kalkan ve yatay kurşun kalkan (x) ile yatay kurşun örtü (xx).



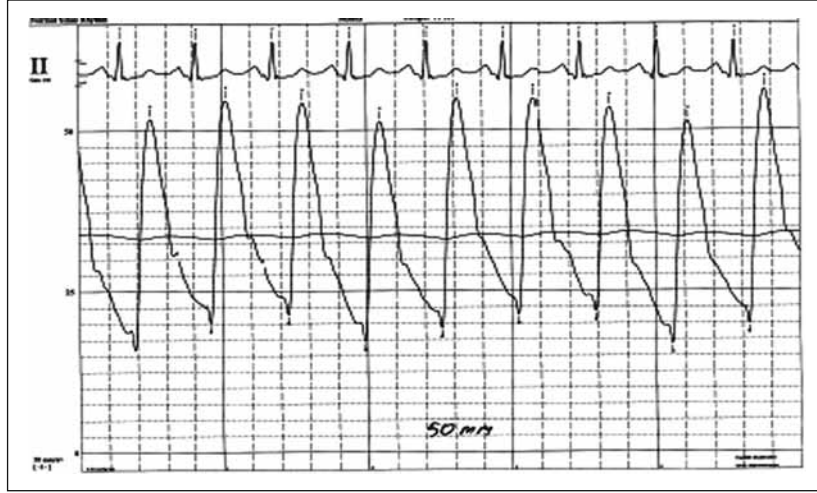
**RESİM 2. (Solda)**- Kateterizasyon masasına yatırılmış ve çene altından ayak parmak ucuna kadar steril örtülerle örtülmüş hasta. **(Sağda)**- Hastada kateterizasyon işlemi boyunca üçlü-Manifold sistemi ile basınç ölçümlerini almak için orta-koltuk altı çizgisi hizasında hazırlanmış basınç transdüseri.



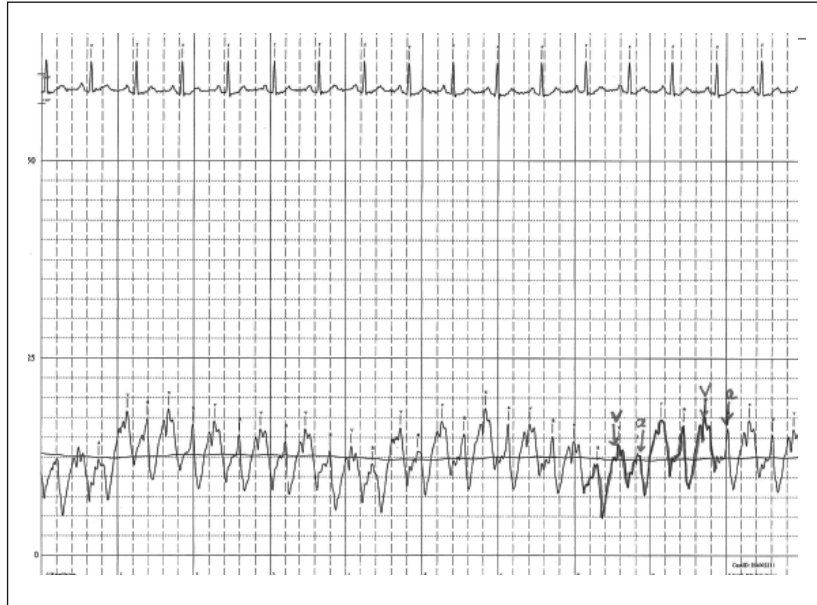
**RESİM 3. Mitral darlığında mitral kapakta diyastolik basınç gradiyenti:** (200/25 mm/s amplitüd ve hızda eş zamanlı kaydedilen pulmoner kapiler uç basınç (ok) ve sol ventrikül diyastolik basınç (ok başı) kaydında SV diyastolik basınç gradiyenti (taranmış alan) ile mitral darlığı teşhisi.



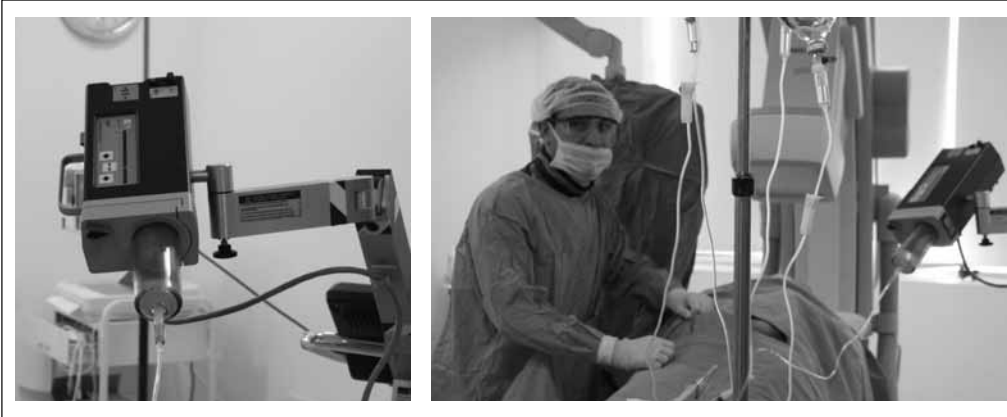
**RESİM 4. SV diyastolik basınç kaydı:** (100/50 mm/s hız ve amplitüdte) Sistol-sonu, diyastol-başı (A); hızlı doluş (A-B); yavaş doluş fazları (A-C): (A) erken diyastolik basınç iyi boşalan diyastolik miyokardiyal disfonksiyonu olmayan hasta- $\pm 4$  mmHg'de başlar. Restriktif kardiyomiopati ve diyastolik disfonksiyonda  $+4$  mmHg üzerindedir ve yükselmiş diyastol-sonu basıncı (C). Sistolik basıncın zirvesi (D). Dikrotik çentik QRS dalgasının zirvesine (düz kırmızı çizgi), mekanik sistol ise QRS kompleksinin sonuna uyar (noktalı kırmızı çizgi).



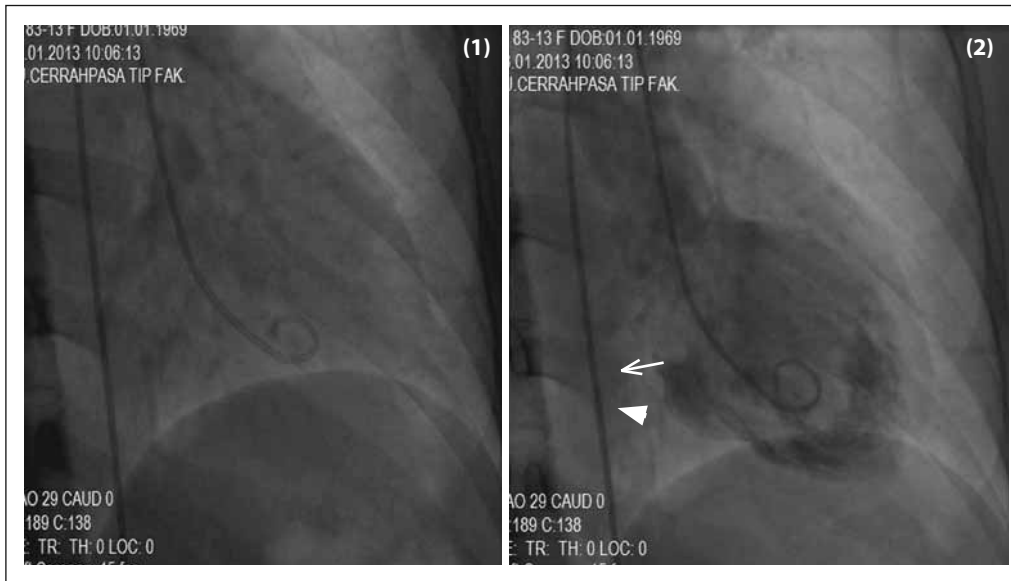
**RESİM 5.** 50 mm/s hızda çekilen aort basıncı.



**RESİM 6. PKUB Kaydı** (25 mm/s hızda): Pulmoner kapiller uç basınç diyastolik bir basınç olup sol kalbin dolum basıncını yansıtır, tekbaşına tanı koydurucu tek ve en değerli hemodinamik parametredir. Kuralına uygun doğru kaydedilmesi; diyastolik basınç dalgalarının net olarak tanımlanabilmesi ve izoelektrik düz çizgi etrafında gösterilebilmesi kateterizasyonda yapılan hemodinamik çalışmanın kalitesinin "Altın standartıdır". Basınç kayıt sistemi kalibre edildikten sonra; floroskopide kateterin ucunun saplanmadığından emin olunup, iki pozitif ve iki negatif dalganın görüntüsü net tanımlandıktan sonra hasta nefesini ekspiryum sonunda tutarken kayıt yapılmalıdır.

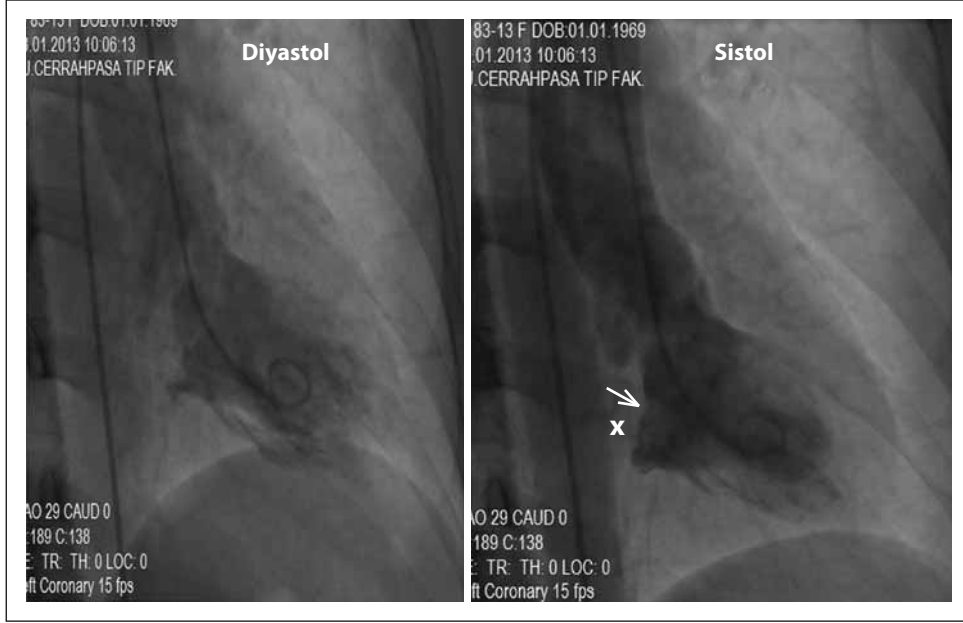


**RESİM 7. Kalp boşlukları ve çıkan büyük damarların anjiyografisinde kullanılan ve önceden elle ayarlanabilen otomatik basınç pompası:** boşluklar ve büyük damarların içine yüksek basınçta kontrast boya veren önceden ayarlanan hız, basınç ve volumda manuel çalışan semi-otomatik pompa. Anjiyografisi yapılacak boşlukta olan genellikle ucu çok-delikli ve kıvrılmış Pigtail kateterin vucut dışındaki girişi yüksek- basın kablosu ile pompanın ucuna bağlanır.

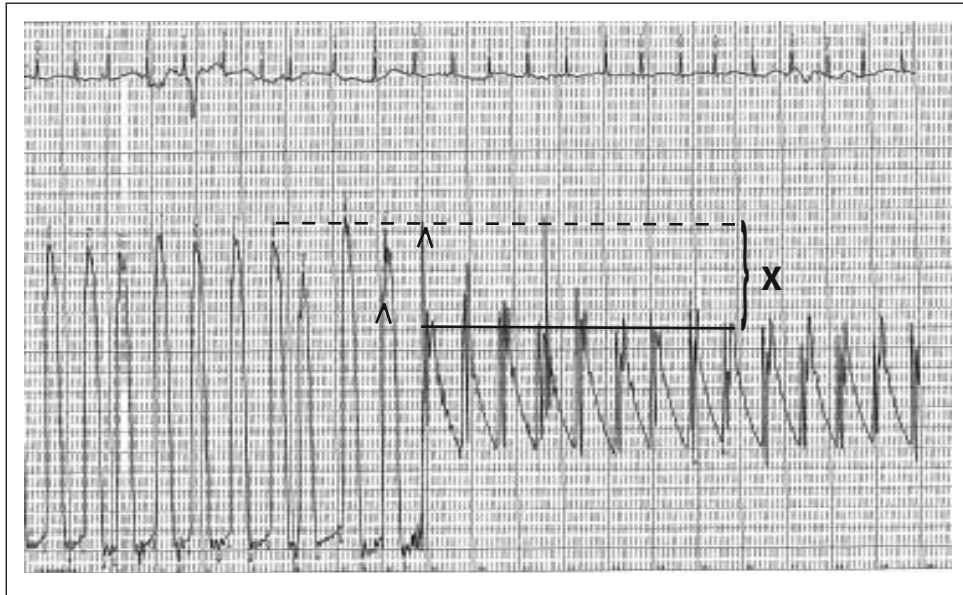


**RESİM 8. Sol Ventrikülografi (1):** Kateterin pozisyonuna bağlı mitral regürjitasyonunu bertaraf etmek için Pigtail kateter mitral subvalvüler yapılarından uzağa PSV boşluğunun ortasına yerleştirilir. Resimde ideal kateter pozisyonu (solda) ve Kontrast injeksiyonu (2), diyastolde RAO projeksiyonda SV boşluğunun görüntüsü görülmekte. Floroskopi altında SV'ye pompa ile kontrast verilirken, en az 2 ve 3 siklus sürekli kayıt yapılmalıdır. Böylece mitral regürjitasyonuna (MR) bağlı (ok) sol atriyumun kontrastlaşma yoğunluğu ve takiben temizleme hızı (MR derecesi) doğru olarak değerlendirilebilir. Sağdaki resimde diyastolde küreselleşmiş SV kavitesi; sol atriyum MR'ye bağlı (ok başı) opaklaşmıştır (ok-başları), dilate SV kavitesi, kronik MR'nin işaretidir.

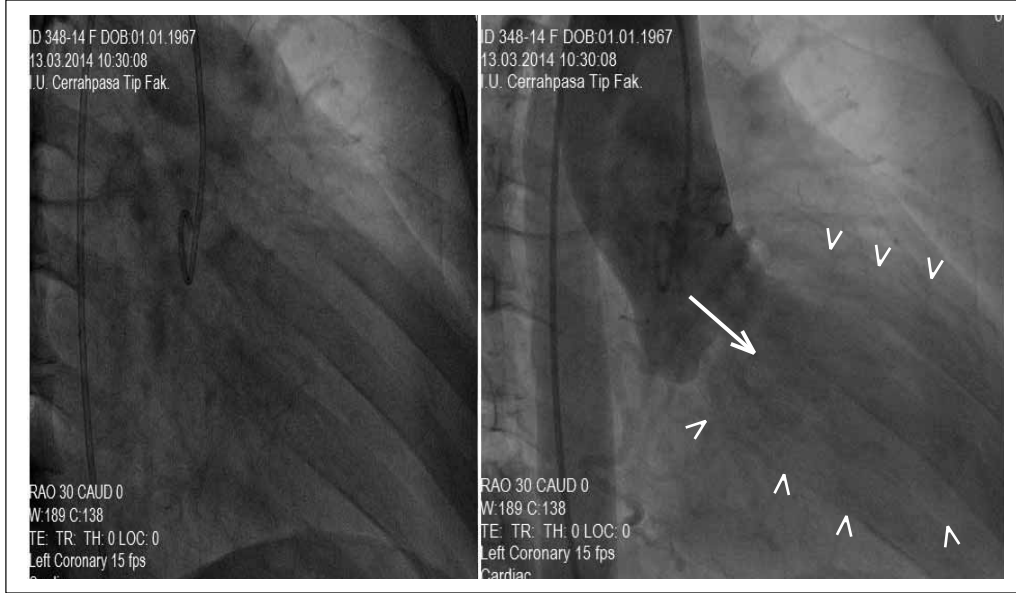




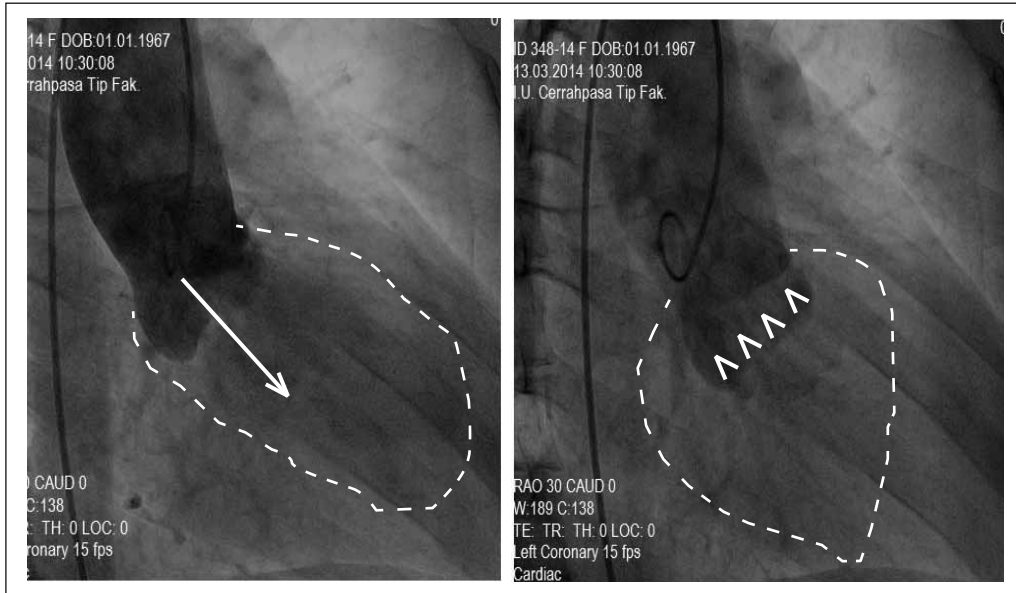
**RESİM 9. Sol Ventrikülografi (2):** Sistolde (sağda) mitral kapak prolapsusuna bağlı (posterolateral (ok) mitral kapak) ile Mitral regürjitasyonu (++) ile sol atriyumun kontrastlaşması (X). SV şekli ve büyüklüğü normal görülmekte.



**RESİM 10. Aort darlığı ve kapakta sistolik basınç gradiyenti:** Valvuler aort darlığında kateterin sürekli basınç kaydı altı (200/25 mm/s hız ve amplitüde)nda SV'den aortaya geri çekişte aort kapakta SV ile çıkan aorta arasında sistolik basınç gradiyenti (x).



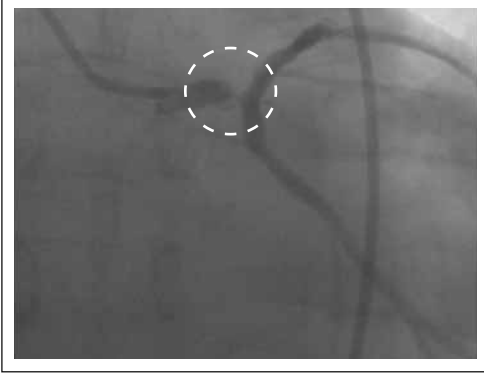
**RESİM 11. Aort regürjitasyonu-(1):** Aort kökünden (*solda*) RAO projeksiyonda aortografi için aort köküne valsalva sinüslerinin hemen üzerine yerleştirilmiş Pigtail kateteri Aortografi sırasında üç-yaprakcıklı aort kapakta (ok) şiddetli (+++) aort regürjitasyonu SV tamamen dolmuş, şekli belirgin (ok başları) (*sağda*).  
Not: Çıkan Aorta ve aort kökü ile kaçağı lokalize etmek için LAO projeksiyonda yapılan aortografi tercih edilebilir.



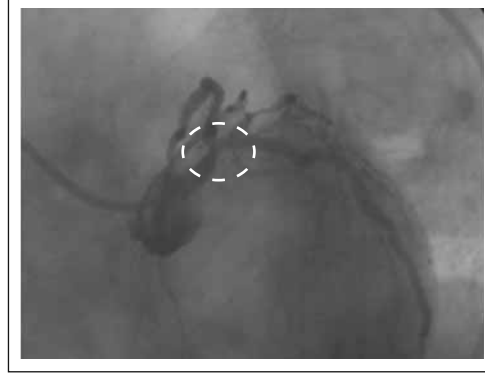
**RESİM 12. Aort regürjitasyonu-(2):** Aynı hastada şiddetli kaçak (+++ AR) ile kontrast ile şekli net ortaya çıkan (noktalı) SV'nin (*solda*) 2-3 siklus sonra temizlenmesi (*sağda*) ve nonkoroner ve sağ koroner yaprakcıkların serbest kenarlarında düzensiz non-kalsifik kalınlaşmalar (ok başları) görülmekte yaprakcıkta.

## D. KORONER LEZYON ÖRNEKLERİ

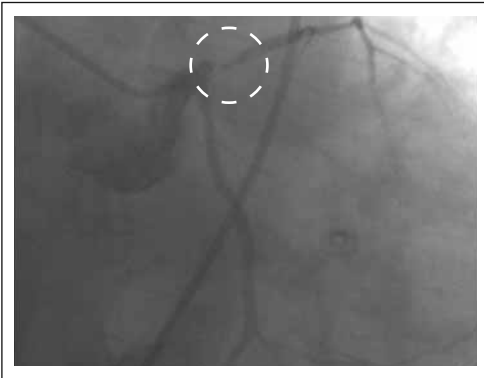
- Koroner anjiyografinin değerlendirilmesi sadece kantitatif koroner lezyonun ciddiyetinin görülüp ölçülmesi demek değildir:
  - a) lezyonun kalitatif olarak morfolojisi,
  - b) sorumlu arterin durumu, tandem lezyonlar,
  - b) distal akım ve
  - c) varsa distaline kollateral akım ve
  - d) ventrikülografi öncesi koroner anjiyografide epikardiyal koroner arterlerin kalbin gölgesinde sistolik ve diyastolik hareketleri kabaca tarif edilmeli.
- Koroner lezyon darlığın derecesi % olarak, lezyon morfolojisi, trombus ve distaline kollateral akım standart sınıflamalara göre tanımlanmalıdır.
- Özellikle prognozun tayini ve tedavinin yönlendirilmesinde ve özellikle revaskülarizasyona karar vermede, tipinin belirlenmesinde lezyonun anjiyografik özellikleri, sol ventrikül fonksiyonlarının yanında hastanın hikayesi de dikkate alınmalıdır: Yaş, diyabet, geçirilmiş Mİ hikayesi ve periferik arter hastalığı ve kronik böbrek yetersizliği gibi komorbidler.
- Aşağıda Uzm. Dr. Refik Erdim tarafından FNH kateterizasyon laboratuvarındaki olgu örneklerinden hazırlanan geleneksel lezyon örnekleri (A, B, C).



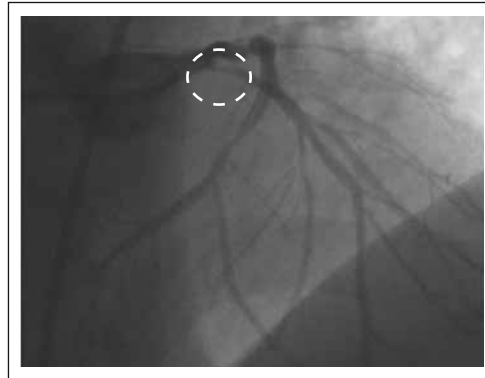
**RESİM 1. LMCA lezyonu.** LMCA distal %95 darlık.



**RESİM 2. LMCA lezyonu.** LMCA distal %60-70 darlık.



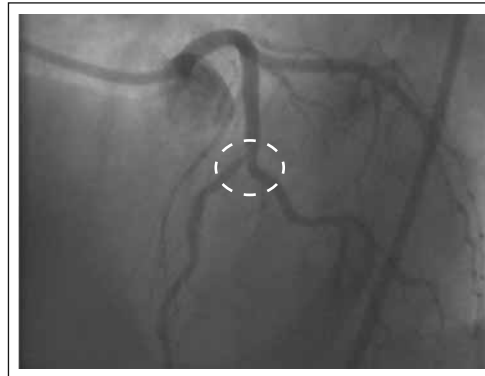
**RESİM 3. Ostiyal lezyon.** LAD ostiumda trombotik subtotal darlık.



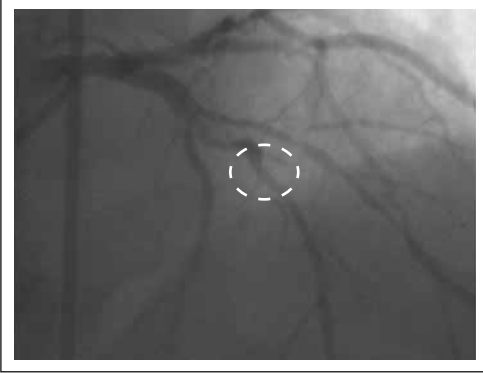
**RESİM 4. Ostiyal lezyon.** LAD ostiumda %90 darlık



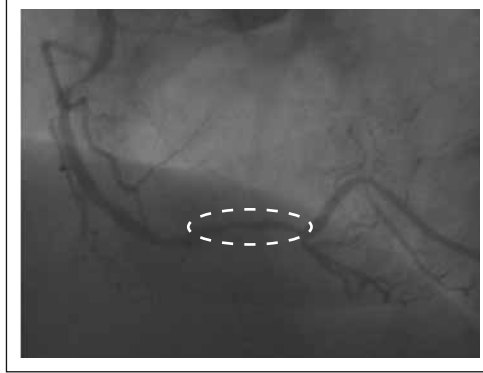
**RESİM 5. Bifurkasyon lezyonu.** Obtüs marginalis dalı ortasında subtotal darlık



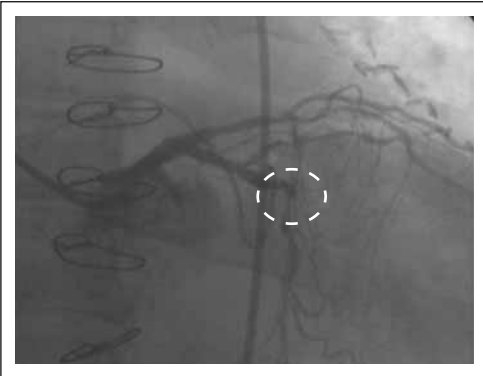
**RESİM 6. Bifurkasyon lezyonu.** LAD + D1 ayrımında Medina klasifikasyonuna göre 0-1-0 bifurkasyon lezyonu (Darlık %80-90)



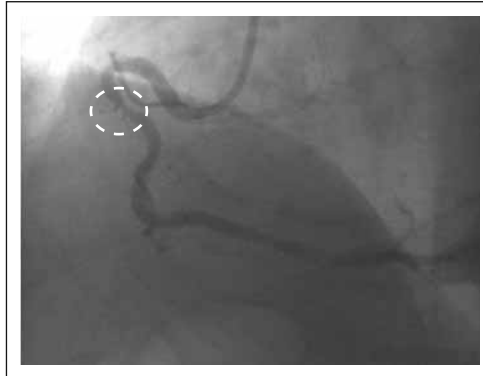
**RESİM 7. Uzun lezyon.** LAD orta segment başından başlayan uzun %70-80 darlık yapan lezyon



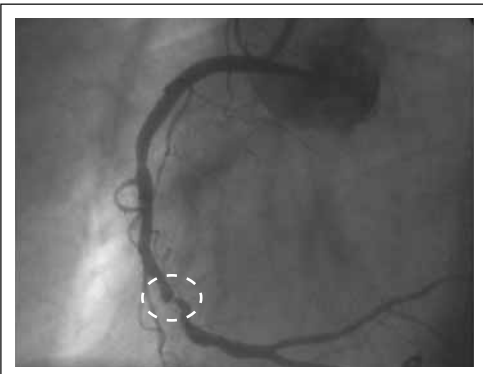
**RESİM 8. Uzun lezyon.** RCA distal segmentte RPD-RPL bifurkasyon yerine kadar uzanan %80 darlık



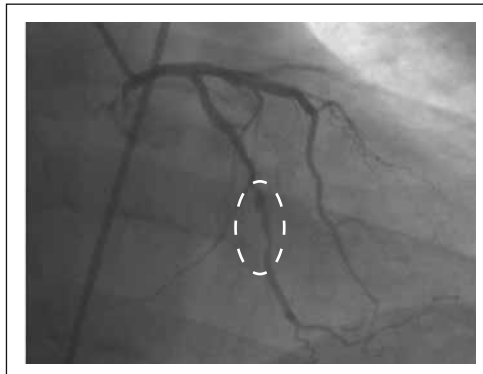
**RESİM 9. Açılı lezyon.** Cxa orta segmentte 90 derece açılanma ile beraber %70-80 darlık



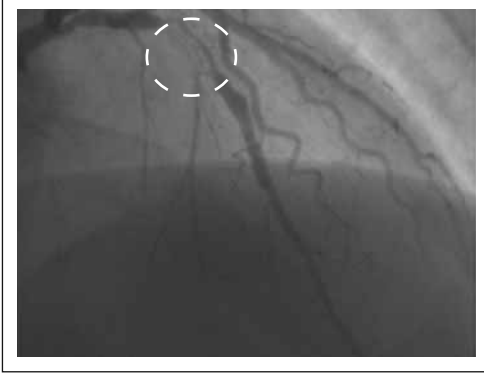
**RESİM 10. Açılı lezyon.** RCA orta segment başında 80 derecelik açılanma sonrası %80 darlık



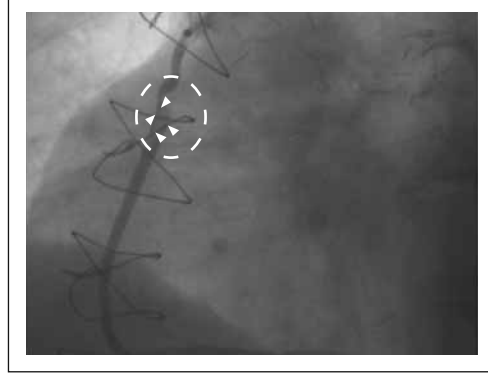
**RESİM 11. Tortuöz lezyon.** RCA distalinde %90 darlık



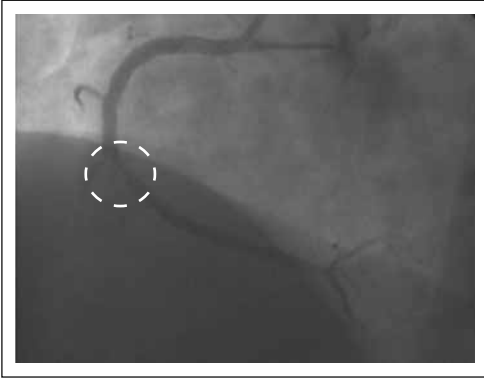
**RESİM 12. Tortuöz lezyon.** Cxa distal segmentte uzun %70-80 darlık



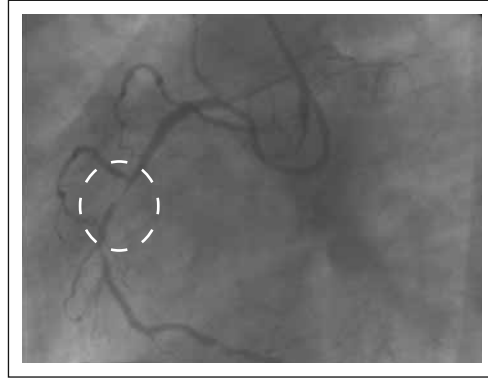
**RESİM 13. B Tipi Lezyon.** LAD proksimal segmentten başlayan %90 darlık



**RESİM 14. C Tipi Lezyon.** Ao-RCA greft proksimalinde içerisinde trombus izlenen (ok başları) %90 darlık



**RESİM 15. A Tipi Lezyon.** RCA ortasında %80 darlık



**RESİM 16. B Tipi Lezyon.** RCA ortasında uzun %80-90 darlık



**RESİM 17. A Tipi Lezyon.** İntermediyer arter proksimalinde %70-80 darlık.

## E. GİRİŞ YERİNİN KAPATILMASI (Geleneksel Manuel Yöntem)

**Femoral yolla vasküler (arteriyel veya venöz) girişin kullanıldığı invazif işlem tamamlandıktan ve plastik giriş-kılıf çıkarıldıktan sonra hemostazın sağlanması için giriş yerinin elle kompresyonu ve kapatılması:**

İnvazif giriş yerinin yapılan işlemin kompleksliği, aciliyeti ve zorluğu ne olursa olsun tekniği uygun yapılmayan damar girişi işlemin komplikasyon riskini artırırken ve klinik faydasını düşürürken, hastanede yatış süresini de uzatır. Aşağıdaki örnekte kliniğimizde uygulanan tekniğin “Püf noktaları” gösterilmiştir: Hemostaz ve giriş yerinin kapatılması.

- Sırtüstü yatan hastada kılıfın çıkarılması ve giriş yerinin üzerinden giriş noktası açıkta bırakılarak damarın elle kompresyonu ve hastanın bacağının pozisyonu,
- Giriş yerine tıkaçın yerleştirilmesi;
- Çapraz bandajın yerleştirilmesi.



**RESİM 1. Bacağın pozisyonu, Arteriyel kılıfın çıkarılması ve arterin elle kompresyonu:** Hasta sırtüstü yatar durumda bacaklarını açarak düz uzatmalıdır (*solda*). Özellikle arteriyel kılıf çıkarıldıktan sonra ciltteki damara giriş deliğini dışarda bırakacak şekilde ciltteki giriş deliğinin yaklaşık 1-2 parmak yukarısından elle sıkıştırılmalıdır (*sağda*). Hemostaz sağlandıktan sonra giriş deliğinin üzerine sargı bezinden küçük tıkaç yumağı yerleştirilir ve çapraz band yapıştırılır.



**RESİM 2. Bacağın Çapraz band pozisyonu:** Damara giriş kılıfı çıkarıldıktan ve giriş yeri elle bastırılıp hemostaz sağlandıktan sonra; giriş deliğine kompresyon sağlayan küçük tıkaç yumağı yerleştirilir ve üzerine yatay band yapıştırılır. Sonrada çapraz bandı yapıştırmak için girişin yapıldığı bacak ideal pozisyonuna getirilir (Giriş yapılan bacak dizden kıvrılarak topuğu karşı bacağın dizinin üzerine yerleştirilir-Resimdeki gibi-). Inguinal ligament bu pozisyonda gerilir ve arteri giriş yerinin yukarısından sıkıştırarak hemostaza katkı sağlar. Bu sırada işlem bacağının kalçasından (unilateral ön-üst spinal çıkıntı üzerinden aynı bacağın uyluğunun iç yüzüne kadar yatay andı tıkaçın üzerinde çaprazlayan çapraz band (band-2) yapıştırılır. Bacak çapraz band yapıştırıldıktan sonra diğerine paralel uzatılınca gerilerek kompresyon tıkaçını giriş deliği üzerine bastırarak band daha güvenli sıkıştırma fonksiyonu sağlar.



**RESİM 4. Sonuç:** Tekniğine uygun şekilde kapatılıp bandlanmış (2-yatay; 1-çapraz bandlar) giriş yeri ve diğerinin yanına uzatılmış işlem bacağı.



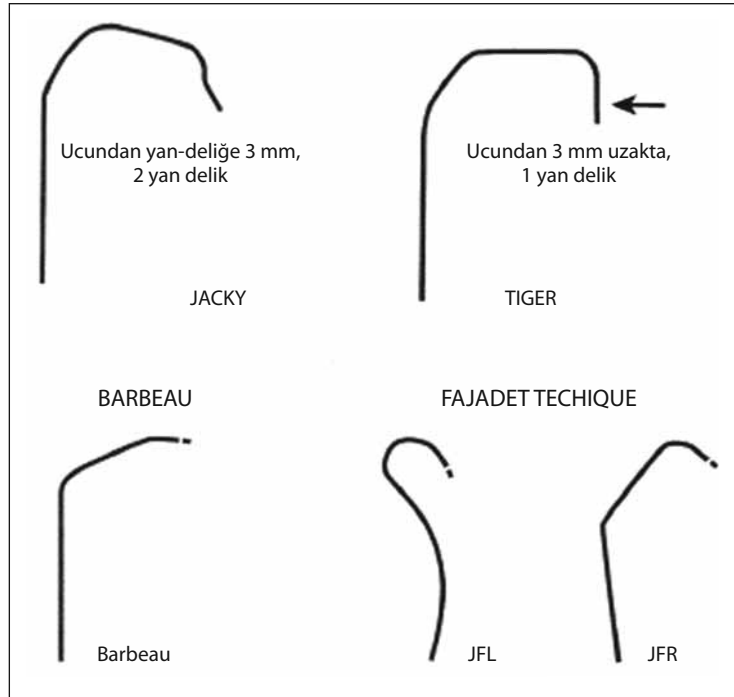
**RESİM 3. Giriş yerinin kapatılması, bandlanması ve Bacağın Pozisyonu:** 1) Çapraz band yapıştırılmadan önce bacağın pozisyonu; işlem bacağı dizden kıvrılarak topuğu diğer bacağın dizi üzerinde, 2) Yatay band (karşı kalçadan-giriş bacağı dışına) üzerine yerleştirilmiş çapraz band (band-2), 3) Bandlar yapıştırıldıktan sonra bunların gerilerek giriş deliğini sıkıştırması hastanın heriki bacak yanyana uzatılır.



## F. RADİYAL ARTER GİRİŞİ

İnvazif kardiyojide işlemin girişim sonrası performansına büyük katkı sağlayan radyal artere giriş kılıfının yerleştirilmesi ve özellikle perkutan koroner girişiminin radyal yolla gerçekleştirilmesi gittikçe artarak uygulanmaktadır. Bunun yanında radyal yolla girişimin önemli iki kısıtlayıcısı ulnar arterin hastalığı ve özel koroner kateterlerin koroner manipülasyonun radyal arterden femoral girişe kıyasla daha güç olmasıdır. Radyal yolun kullanımında kılavuzların belirlediği kurallar ve prensipler:

- 1) İşlem öncesi Allen testinin manuel veya pulse oksimetri ile yapılmalı,
- 2) Akut koroner sendromlarda, operatör tarafından önceden ve elektif koşullarda denenip tecrübe kazanılmamışsa uygulanmamalı.
- 3) Ön kolun vasküler anatomisini iyi bilen deneyimli ve usta operatör tarafından kullanılmalı.



**RESİM 1. Radyal arter girişinde kullanılan bazı koroner anjiyografi kateterleri:** Radyal arter girişi için bazı özel koroner anjiyografi kateterlerinin konfigürasyonları.



**RESİM 2. Radyal giriş: Masanın yan-kolu ve giriş yerinin hazırlanması: (Solda)-** Kateterizasyon masasına eklen yankol ve steril örtü ile örtülmesi.

**(Sağda, yukarıdan-aşağıya)- Üstte-** işlem yapılacak kolunun masaya sabitlenmesi ve pozisyonu. **Ortada-** boynundan ayağa kadar steril örtülmüş hasta. **Alta-** işlem kolunun steril örtü ile örtülmesi; giriş yeri penceresinin açılması; elbileği ve elin pozisyonu.

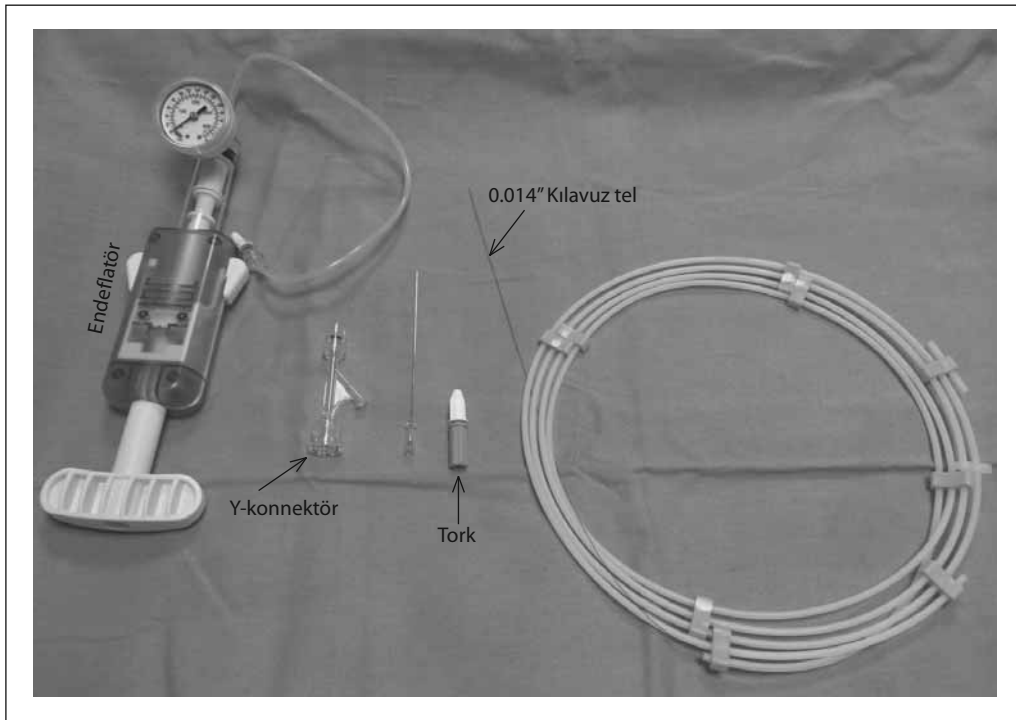


**RESİM 3. Üstte-** Radial ve unlar arterleri sıkıştırırken elin yumruğun sıkıp, açmak ile iskemik avuç içi.

**Altta-** Test pozitif (Normal): Radial arter sıkıştırılırken unlar arterin salınması ile avuç içinin rengi 10 saniyede normale dönüyorsa.

## G. KORONER BALON ANJİYOPLASTİDE KULLANILAN YARDIMCI DONANIMLAR

Manifold sistemi, Endeflatör bağlantıları ve Y-konnektörler



**RESİM 4.** Perkutan koroner Balon anjiyoplastinin balonu şişirme bağlantıları ve malzemeleri.

### Kontrol edilebilir hemostaz ve Dönen Y- Konektör:

Y konektör kontrast injeksiyonuna izin verirken PKG kateterinin sokulmasını da sağlayan kılavuz katetere bağlanır. Y- konektörünün ucunda dönen dönen kapak (tekerlek-gö-bek) bulunur. Kapak PKG kateteri sokulurken veya çıkarılırken (tekerlek kapakdöndürülerek sıkıştırılarak veya gevşetilerek) kılavuz kateterden geriye kanamayı çok azaltır.

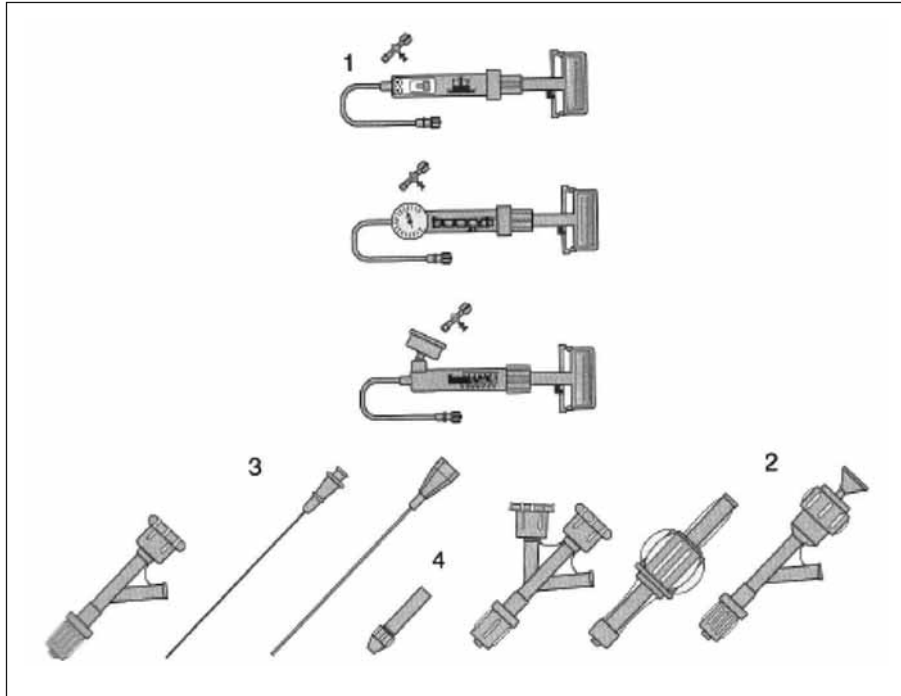
Y- konektör ayrıca, kateterin pozisyonu ile daha az ilişkili olarak kılavuz kateterin içinden aort (arteriyel) basıncın takip edilmesine de izin verir.

### Şişirme cihazları:

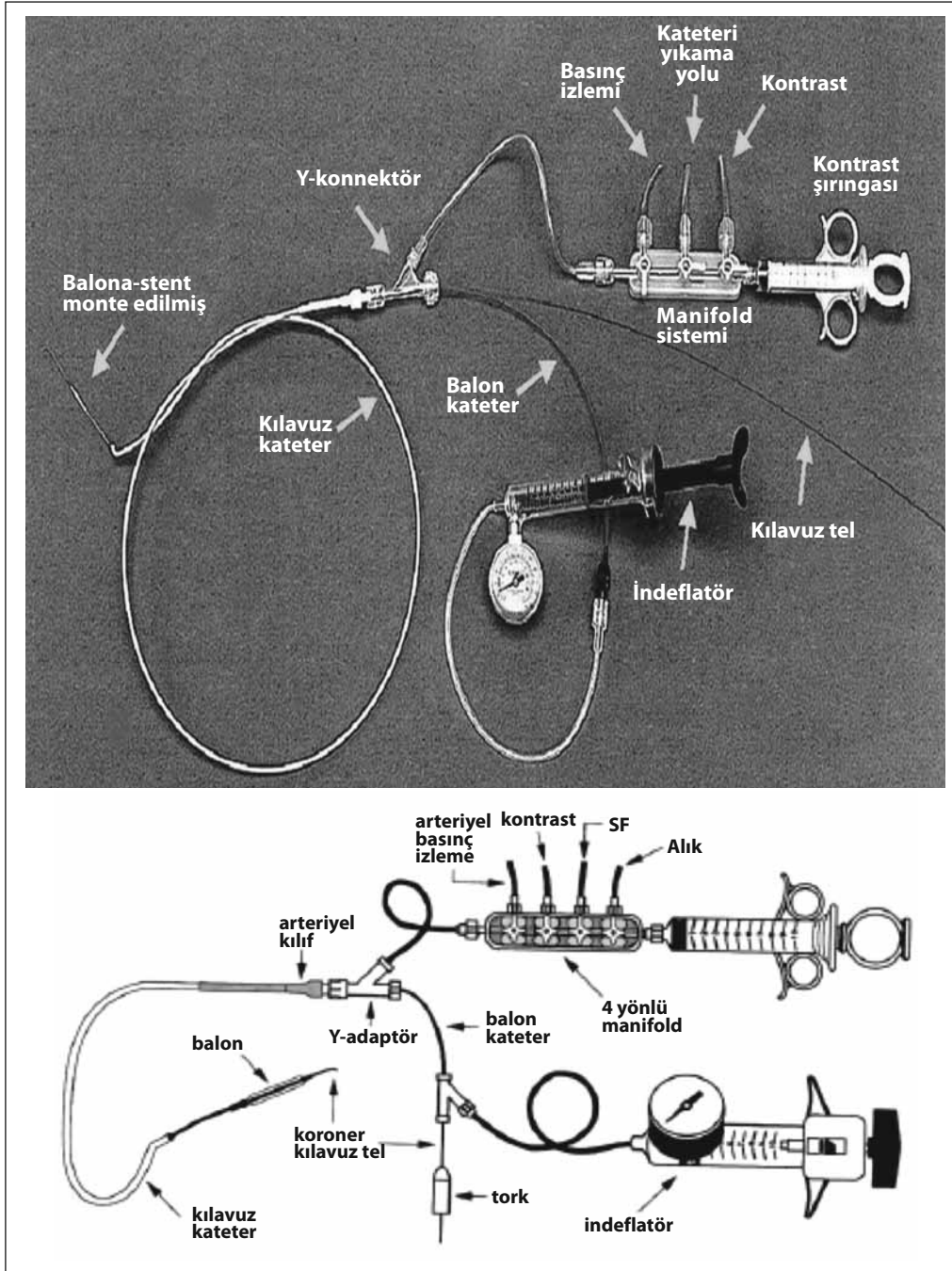
Tek kullanımlık şırınga cihazı PKG kateterinin balonunu şişirmek için kullanılır. Basınç ölçüsü atmosfer (atm, torr) veya her inç kareye “pounds” (psi) olarak belirlenir.

Genellikle, darlığın çentiğini (bel veya girinti) tamamen genişleten yeterli basınç ile şişirilir (4-12 atm).

Nadiren, bazı kalsifik veya oldukça fibrotik lezyonlar için daha yüksek şişirme basıncı gerekebilir (>14 atm). Balonun fazla şişirilmesi disseksiyon riskini artırır.



**RESİM 5.** Perkutan koroner balon anjiyoplastide kullanılan Yardımcı malzemeler: Y-konnektör, şişirme cihazları: (1) İnflatörler, (2) Y-konnektörleri, (3) İğne tel introdüseri, (4) Tork aleti.



**RESİM 6.** Y-konnektör ile kurulmuş balon anjiyoplasti donanımı: Arteriyel kılıftan sokulan 0.033-0.35 inç tanı amaçlı kılavuz tel üzerinden ilerletilerek, asendan aortada tel geri çıkarılıp, kılavuz kateter basınç ve boya bağlantılı Manifold sistemine bağlanıp hedef koroner artere yerleştirilen kılavuz katetere Y-konnektörü bağlanır; konektörün yan-kolu Manifold sistemine



# İNDEKS

## A

ACBG sonrası miyokardiyal iskemi 338  
Adaptive Burst Pacing Ramp Pacing 767  
ADP reseptör antagonistleri 253  
2011-AHA/ACC/SCAI PKG kılavuzu 271  
Aktif stentler 235  
Akut korener sendromlar 382  
Allen testi 44  
Amplatz PFO occluder 11, 524, 528  
Anchor-çapa tekniği 327  
Anjiyografik görüntüler 153  
Anjiyografik morfoloji 168  
AnjiyoJet 392  
Antitaşikardi uyarı verme (ATP) 687, 766  
Antitrombinler 247  
Antitrombosit tedavi 250  
Aorta-ostiyal lezyonlar 354  
Aortik balon valvuloplasti 574  
Aort kapak alanı 92  
Aorto-koroner bypass greftlere PKG 343  
Aort regürijasyonunun derecelendirilmesi 119  
Arteriyel greftlerde PKG 345  
Aspirin 252  
Aterektomi 260, 269  
ATP 687  
Atriyoventriküler blok 660

## B

Balon anjiyoplasti 285, 351  
Balon kateterler 286  
Balonlu PA kateteri 71  
Basınç dalgaları 94  
Benestent çalışması 7  
Bidirectional coronary atherectomy 260  
Bi directional atherectomy 266  
Bifürkasyon lezyonlar 302  
Bilinçli sedasyon 22  
Bioabsorbable (biyolojik emilebilir) stent 321  
Bioluminus 237

Biopmlar 193  
Bivaluridin 250  
Brakiyal arter girişi 127  
Buddy-balloon tekniği 323  
Buddy-tel tekniği 327  
Burr 262  
Burst pacing 688, 767

## C

Capture 747  
Charles stent 2  
CoreValve kapak sistemi 548  
Culotte tekniği 372  
Cutdown tekniği 127  
Cypher 319  
Çift balon tekniği ile ABV 575  
Çift balon tekniği ile mitral valvuloplasti 514  
Çift-yönlü koroner aterektomi 260

## D

Dampen 159  
Damping 142, 223  
Distal filtre cihazları 257  
Distal korunma ve trombektomi cihazları 256  
Dotter 2  
Double kissing balloon 374  
Double wire tekniği 356  
Düşük molekül ağırlıklı heparin 248  
Düzeltilmiş sinüs düğümü toparlanma zamanı 209

## E

Edwards sapien kapak sistemi 549  
Efektif refrakter peryod 209  
Eksternal juguler ven 57  
Elastik geri tepme 233  
ELCA 270  
Elektrofizyolojik çalışma 206  
Endeavor stent 321



Endomiyokardiyal biyopsi 192  
 Endotelyal progenitör hücre yakalayan stent 399  
 EuroSCORE 477  
 EuroSCORE faktörler ve puanlar 479  
 Everolimus 237  
 Everolimus 318  
 Excimer lazer 270  
 External (transtorasik) kardiyoversiyon ve defibrilasyon 695

## F

FAR 179  
 Femoral arter giriş 35  
 Femoral vene giriş 48  
 Fick equation 90  
 Fik denklemi 90  
 F.Mason sones 1  
 Fondaparinux 249  
 Force-focused angioplasty 314  
 Fraksiyonel akım rezervi 179  
 Fraksiyone-olmayan heparin 248

## G

Geçici kalp pili implantasyonu 730  
 Gensini skorlaması 477, 478  
 Gianturco-roubin stent 6  
 Glasgow fenomeni 159  
 Gorlin formülü 92  
 Greftlere girmek 149  
 Gruntzig 2, 215

## H

Hemşirelik bakımı 631  
 Hysteresis 768

## I

ICD 679  
 Interburst decrement 688  
 Inverted crush tekniği 370  
 İlaç kaplı stentler 7, 235, 316, 317  
 İlaçsız-stent 234  
 İmpedance 726  
 İnoue balon kateter 10, 500, 510  
 İnternal juguler ven 56  
 İntraaortik balon pompası 593

## J

Judkins tekniği 146

## K

Kalıcı kalp pili endikasyonları 658  
 Kalıcı kalp pili implantasyonu 708  
 Kalıcı kalp pilleri 645  
 Kalıcı kalp pili sınıflaması 649  
 Kalp debisi 90  
 Kalp kateterizasyonu 17  
 Kalp pillerinin parçaları 645  
 Kalsifiye lezyonlar 302  
 Kapatma cihazları 62  
 Kardiyak resenkronizasyon 690, 750  
 Kateter yolu ile aort kapak yerleştirilmesi 547  
 Kesen (cutting) balon atektomi 268, 311  
 Kissing balon tekniği 356  
 Kılavuz kateter 291  
 Kılavuz teller 293, 349  
 Klopidegrol 337  
 Kollateral dolaşım 461  
 Kompleks lezyonlarda PKG 353  
 Komplian balonlar 310  
 Konjenital koroner stenoz veya atrezi 445  
 Konstriktif perikardit 132  
 Kontrast maddeler 30  
 Kontrast nefropatisi 124, 229, 272  
 Koroner anjiyografi 135, 159  
 Koroner anjiyoplasti 348  
 Koroner arter anatomisi 431  
 Koroner atektomi 264  
 Koroner kateterler 136  
 Koroner venöz anatomi 750

## L

Lokal anestezi 22

## M

Maksimal hiperemi 184  
 Manifold sistemi 142, 161  
 Manifold ve Y-adaptör sistemi 333  
 Manuel aspirasyon 392, 393  
 MBG sınıflaması 472  
 Melvin judkins 1  
 Mguard stent 398  
 Mitral darlığı 485

Mitral kapak alanı 93  
 Mitral regürjitasyonunun derecelendirilmesi 118  
 Miyocardial blush grade- MBG 473  
 Miyokardiyal köprüleme 454  
 Miyokardiyal perfüzyonun anjiyografik  
 değerlendirilmesi 469  
 Modifiye T teknikleri 370  
 Monorail sistem 289

## N

Neointimal proliferasyon 218  
 Nonkompliyon balonlar 310  
 No-reflow fenomeni (malperfüzyon) 400

## O

On- the-wire sistem 289  
 Ostiyal lezyonlar 353  
 Overdrive burst pacing 767  
 Overdrive pacing 209  
 Oversensing 689, 748  
 Over- the-wire sistem 289  
 Öndilatasyon 326

## P

Pacemaker mediated tachycardia 669  
 Pacemaker sendromu 666  
 Pacing threshold 726  
 Paklitaksel 236, 318  
 Palmaz-schatz stent 6  
 Perclose 66  
 Perfüzyon balonu 290  
 Perikardiyosentez 613  
 Perkutan aort balon valvuloplasti 559  
 Perkutan atriyal septal defekt kapatması 517  
 Perkutan düz balon anjiyoplasti (POBA) 299  
 Perkutan mitral balon valvotomi 485  
 Poba 285, 299  
 Possis anjiojet 262  
 Prasugrel 253, 337  
 Programlı stimülasyon 208  
 Proksimal emboli koruma cihazları 396  
 Provisional yan dal stentlemesi 362  
 Pull back tekniği 359  
 Pulmoner arter kateterizasyonu 69  
 Pulmoner kapiller uç basınç 98

## R

Radiyal artere giriş 44  
 Radyasyon dozu 20  
 Radyokontrast ajanlar 33  
 Ramp pacing 688  
 Recoil 218, 233  
 Rentrop sınıflaması 466  
 Restenoz 239  
 Restenoz sınıflaması 241  
 Retrograd aortik balon valvuloplasti 561  
 Reverse crush tekniği 369  
 Rotablator 261  
 Rotasyonel atarektomi 261, 264

## S

Safen ven grefte girişim 342  
 Safen ven greftler 305, 376  
 Sağ kalp kateterizasyonu 67  
 Sağ koroner arter 434  
 Sağ ventriküler biyopsi 199  
 Sağ ve sol (bilateral) kalp kateterizasyonu 131  
 Santral venöz kater yerleştirme 56  
 Sefalik venin cut down tekniği 713  
 Seldinger tekniği 36  
 Sensing 725  
 Simultane kissing stent teknikleri 365  
 Sinüs düğüm disfonksiyonu 658  
 Sinüs düğümü toparlanma zamanı 209  
 Sirolimus 236, 318  
 Smoothing 769  
 Soldan- sağa şantın tayini 93  
 Sol internal mammariya arter (LİMA) greftine  
 girilmesi 345  
 Sol kalp kateterizasyonu 109  
 Sol ventrikül biyopsisi 200  
 Sol ventrikül kablosu 755  
 Sol ventrikülografi 116  
 Sorumlu komplike lezyona kompleks PKG 422  
 Stability testing 726  
 Stentiçi restenoz 239, 308  
 Stent implantasyonu 247, 232  
 Stentler 230  
 Stent pull back tekniği 359  
 Stent tipleri 234  
 Stent trombozu 230, 242  
 Stent ve implantasyonu (stentleme) 315

Step crush tekniği 369  
Subklavyan ven 58  
Subklavyan veninin ponksiyonu 715  
Swan ganz kateteri 1, 71, 76  
Syntax skoru 478

**T**

Taxus 320  
Tek koroner arter 449  
Temel pacing (uyarı verme) modları 650  
Termodilüsyon tekniği 91  
The GuardWire 257  
Ticagrelor 337  
Tiklopidin 253  
TIMI akım dereceleri 469  
TIMI, epikardiyal koroner akım değerlendirme sistemi 470  
TIMI frame count 471  
TIMI kesit sayımı metodu 471  
TIMI myocardial perfusion grade (TMPD) 473  
Toray inoue balon cihaz 580  
Torque 328  
Total oklüzyonlar 303, 377  
Transeptal kateterizasyon 491  
Transkutan geçici uyarı verme 707, 730  
Transtoraksik epikardiyal uyarı verme 730  
Transvenöz geçici uyarı verme 706  
Trombektomi 260, 389  
Trombektomi cihazları 263  
Trombus 305

Twiddler sendromu 666, 668

**U**

Ulrich Sigwart 5  
Uzun lezyonlar 301

**V**

Ventrikülerizasyon 142, 159, 223

**W**

Wahab tekniği 531  
Wallstent 7  
Werner forssmann 1  
Wilkins'in mitral kapağın morfolojik skorlaması 486

**X**

Xience V stent 320

**Y**

Yalın, metal stentler 234  
Yerleştirilebilen kardiyoversiyon defibrilatörü 679  
Yüksek-basınçlı post-dilatasyonu 326

**Z**

Zotarolimus 237, 319



