



ORIGINAL RESEARCH ARTICLE

Open Access

Tomoterapi cihazında prostat kanserli hastaların direkt ve helikal planlarının karşılaştırılması

Comparison of direct and helical plans of patients with prostate cancer in tomotherapy device

Özgür KABLAN¹, İlknur HOŞ²

¹İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İSTANBUL

²İstanbul Aydın Üniversitesi, İleri Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi, İSTANBUL

ABSTRACT

BACKGROUND: At this study, helical and 7 direct plans are performed in tomotherapy device by using images of 11 patients with prostate cancer before the treatment.

METHODS: The doses accumulated in the target and critical organs are compared via dose-volume histograms with statistical tests.

RESULTS: According to the direct and helical plans, the minimum, maximum and mean PTV doses show similar behavior ($p>0.05$). Maximum and minimum doses of rectum and bladder are also similar ($p>0.05$). However, the maximum doses of right ($44,75 \pm 9,25$ vs $24,13 \pm 4,30$ Gy) and left ($44,89 \pm 11,60$ vs $23,07 \pm 5,10$ Gy) femoral heads are found to be lower in the helical tomotherapy plan ($p = 0.001$).

DISCUSSION: Our study findings suggest that the helical therapy plan is a more appropriate method to reduce the toxicity of healthy tissue compared to the direct treatment plan.

KEYWORDS: Prostate Cancer, Helical Tomotherapy, Direct Tomotherapy

Corresponding author: Özgür Kablan, MPs

Department of Radiation Oncology, Bezmialem Vakıf University School of Medicine Adnan Menderes Bulvarı Vatan Caddesi 34093 Fatih/İstanbul Email : okablan@gmail.com

Conflict of Interest: There is no conflict of interest

Ethical approve: Bezmialem Vakıf University, Ethical Board approval was taken

ÖZET

AMAÇ: Bu çalışmada 11 prostat kanseri hastasının tedavi öncesi çekilen görüntüleri

kullanılarak tomoterapi cihazının planlama sisteminde helikal ve 7 alan direkt planları yapılmış ve aralarındaki farklar analiz edilerek doğru yöntem belirlenmeye çalışılmıştır..

YÖNTEM: Elde edilen doz-hacim histogramı ile hedef ve kritik organların aldığı dozlar istatistiksel testlerle karşılaştırılmıştır.

BULGULAR: Direkt ve helikal plana göre maksimum, minimum ve ortalama PTV dozları benzerlik göstermiştir ($p>0,05$). Rektum ve mesanenin aldığı maksimum ve minimum dozlar da benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Ancak sağ ($44,75 \pm 9,25$ vs $24,13 \pm 4,30$ Gy) ve sol ($44,89 \pm 11,60$ vs $23,07 \pm 5,10$ Gy) femur başı maksimum dozları helikal tomoterapi planında daha düşük bulunmuştur ($p=0,001$).

TARTIŞMA: Elde ettiğimiz bulgular helikal tomoterapi planının, direkt tomoterapi planına oranla sağlıklı dokudaki toksiteyi azaltması açısından daha uygun bir metot olduğunu önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Prostat Kanseri, Helikal Tomoterapi, Direkt Tomoterapi

GİRİŞ

Radyasyon tedavisi, kemoterapi ve cerrahinin yanı sıra klasik kanser tedavisinin üç temel direğinden biridir. Küratif radyoterapinin amacı, risk altında normal doku ve organların maksimum düzeyde korunması, foton ve elektron radyasyonu ile tümör dokusunun tamamen yok edilmesini sağlamaktır. Malign doku gibi bazı tümörler düzensiz formlar

olduklarından çevresindeki riskli organlara çok yakındırlar. Geleneksel radyasyon tedavisi teknikleriyle tümöre homojen ve yeterince doz vermek mümkün değildir. Bu gibi durumlarda, son yıllarda yoğunluk ayarlı radyoterapi (IMRT veya YART) tedavisi kabul görmüştür. Foton akısı modüle edilerek tümör ve riskli organlar arasındaki doz gradyentleri başarılı bir şekilde elde edilmiştir.

Tomoterapi Cihazı bir Bilgisayarlı Tomografi sisteminden esinlenilmiş ve içerisinde tomografi tüpü yerine tedavi amaçlı Lineer Hızlandırıcı yerleştirilerek dizayn edilmiş ve gantry yapısı sayesinde 3 boyutlu üst düzey görüntüleme ve aynı zamanda helikal olarak 3 boyutlu üst düzey ışın tedavileri yapabilen bir sistemdir. Tedavi yapısı ve işleyiş şekli nedeniyle helikal olarak durmadan dönerek ışınlama yapabilen, kesit kesit tarama ve tedavi yapabilen eşsiz bir sistemdir. “Tomo” kelime anlamıyla Yunanca ve Latince’de de “Kesit” anlamına gelmektedir ve konsept ismini burdan almıştır. Bu “kesitli tedavi” işlemi her bir kesit aralığındaki tümöre kendini odaklayarak sadece ve sadece tümörü ışınlamayı hedefler, bu tedavi işlemi adeta çok ince bir kalemle birçok açıdan 3 boyutlu farklı renklerde organ boyaması yapmaya benzetilmektedir. Bu sayede Tomoterapi cihazları ile yapılan tedavide kritik ve sağlıklı organlar korunarak onkoloji hastalarının foton x-ışını yardımıyla başarılı şekilde tedavi edilmesi sağlanır (1, 2).

Helikal tomoterapinin önemli özelliklerinden biri de görüntü eşliğinde radyoterapi (RT) yapılabilmesidir. Işınlanan yerin önceden görüntüsü alınarak ışınlanacak yerin doğruluğu tespit edilir. Lineer hızlandırıcının karşısına yerleştirilmiş olan 541 adet xenon detektör her tedavi öncesi görüntü alınmasına olanak sağlamaktadır. Alınan görüntüler transvers, sagittal ve koronal düzlemde ekrana gelmekte ve kullanıcıya anında planlama bilgisayarlı tomografi görüntüleri ile günlük tedavi öncesi alınan MVBT (Milyon volt Bilgisayarlı Tomografi) görüntülerini karşılaştırıp eşleme yapma olanağı vermektedir. Böylece konumlandırma hataları en aza indirilip radyoterapinin temel amacı olan her gün doğru hacmin ışınlanması sağlanmaktadır (3). Tomoterapi cihazında prostat kanseri

hastalarında tumor dozu ve kritik organların doz dağılımlarını, mümkün olan en iyi doz homojenitesi ve konformalitesini göz önünde bulundurarak helikal ve direkt planlama ile karşılaştırmalı olarak istatistiksel analiz sonucunu yapmak ve değerlendirmek bu çalışmanın ana amacını yansıtmaktadır

YÖNTEMLER

Erken evre prostat kanseri nedeni ile local RT uygulanmış ve seminal vezikül ve lenfatiklerin PTV ye dahil olmadığı 11 hastadan oluşan bir grup oluşturulmuş ve çalışılmıştır.

Alınan bu görüntüler tomoterapi planlama sisteminde simüle edilerek, 7 alan direkt (0° , 45° , 90° , 135° , 225° , 270° ve 315° gantry açılarından) ve helikal olarak prostat karsinom hastalarının tedavi planlaması yapılmıştır. Daha sonra bu plan görüntüleri üzerinden doz dağılımı ve kritik organ dozları karşılaştırılarak elde edilen verilerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Değerlendirme aşamasında tümör ile kritik organların aldığı maksimum ve minimum dozlar istatistiksel açıdan mukayese edilmiştir.

Planlama için her hastanın 5 mm lik BT (Bilgisayarlı Tomografi) görüntüleri alınmış, daha öncesinde de hastaya 1 litre kadar su içirilerek mesanenin dolması sağlanmıştır. Tedavi esnasında da aynı şekilde ışınlama öncesi su içmesi sağlanmıştır. Prostat loju CTV (Clinical tumor volume) olarak çizilmiş ve 0,7 cm marj verilerek PTV (Planning tumor volume) oluşturulmuş,

Etik onay

Bu araştırma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Rektörlüğü Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulunun 20.03.2018 tarihli 7/49 karar no’lu onayını almıştır.

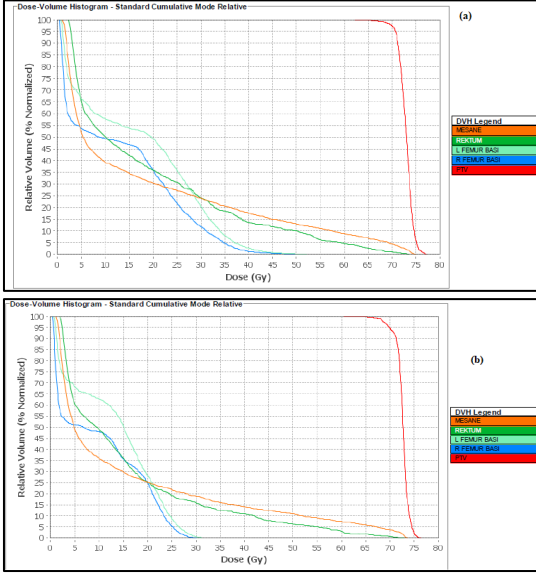
İstatistiksel analizler

Gruplar dahilinde bağımlı değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri bulduktan sonra SPSS programı 17.0 versiyonu ile istatistiksel analizler yapılmıştır.

SONUÇLAR

Her hasta için helikal ve direkt planlama sonunda elde edilen doz hacim histogramlarında Şekil 1’de yer aldığı üzere kırmızı ile PTV, yeşil ile rektum, turuncu ile mesane, açık mavi ile sol

femur başı ve mavi ile sağ femur başının aldığı dozlar görülmektedir. Buna göre maksimum, minimum ve ortalama dozlar değerlendirilerek karşılaştırılmıştır.



Şekil 1. İki plana göre aynı hastanın DVH görüntüsü (a: direkt, b: helikal)

Araştırmaya dahil edilen hastaların yaş dağılımları 59 ile 77 arasında değişim göstermekte olup ortalama 69,09' dir ($\pm 6,90$).

Hastaların hedef ve kritik organlarının hacim ve doz dağılım bulguları

Direkt tomoterapi planlanan hastalarda PTV hacmi 18,57 ile 122,41 cm³ arasında değişmekte olup ortalama 65,29 ($\pm 27,07$)'dir. PTV için minimum doz aralığı ise 62,4 ile 70,2 aralığında ve ortalama 68,88 ($\pm 2,18$) Gy değerindedir. PTV için maksimum doz 72 ile 78,20 Gy arasında, ortalama 75,12 ($\pm 1,49$) Gy'dır. Ortalama PTV dozu ise 70,6 ile 73,6 arasında, ortalama 72,30 ($\pm 0,72$) Gy'dır (Tablo 1).

Helikal tomoterapi planlanan hastalarda PTV hacmi 18,57 ile 122,41 cm³ arasında değişmekte olup ortalama 65,29 ($\pm 27,07$)'dir. PTV için minimum doz aralığı ise 61,5 ile 70,4 aralığında ve ortalama 68,70 ($\pm 2,46$) Gy değerindedir.

PTV için maksimum doz 71,6 ile 76,1 Gy arasında, ortalama 74,49 ($\pm 1,20$) Gy'dır. Ortalama PTV dozu ise 70,6 ile 73,5 arasında, ortalama 72,19 ($\pm 0,85$) Gy'dır (Tablo 1). Hedef

ve kritik Organların aldığı dozlar ise tablo 2-5'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Direkt ve helikal tomoterapi alan hastaların PTV doz dağılımları

| | Minimum (Gy) | Maksimum (Gy) | Ortalama (Gy) | \pm SD |
|---|--------------|---------------|---------------|----------|
| Direkt tomoterapi planlanan hastaların Prostat PTV doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 62,4 | 70,2 | 68,88 | 2,18 |
| Maks doz | 72,00 | 78,20 | 75,12 | 1,49 |
| Ort doz | 70,6 | 73,6 | 72,30 | 0,72 |
| Helikal tomoterapi planlanan hastaların Prostat PTV doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 61,5 | 70,4 | 68,70 | 2,46 |
| Maks doz | 71,6 | 76,1 | 74,49 | 1,20 |
| Ort doz | 70,6 | 73,5 | 72,19 | 0,89 |

Min: Minimum Maks: Maksimum Ort: Ortalama

Tablo 2. Rektumun tedavi planına göre aldığı doz dağılımları

| | Minimum (Gy) | Maksimum (Gy) | Ortalama (Gy) | \pm SD |
|--|--------------|---------------|---------------|----------|
| Direkt tomoterapi planlanan hastaların Rektum doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,6 | 3,9 | 1,85 | 0,89 |
| Maks doz | 64,4 | 74,6 | 70,46 | 3,09 |
| V50 | 1,3 | 17,4 | 6,97 | 4,70 |
| V31 | 7,6 | 32,1 | 19,19 | 8,71 |
| Helikal tomoterapi planlanan hastaların Rektum doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,8 | 3,9 | 1,89 | 0,79 |
| Maksi doz | 59,3 | 76,2 | 69,16 | 4,51 |
| V50 | 1,4 | 16,0 | 6,23 | 4,22 |
| V31 | 9,1 | 28,1 | 17,51 | 7,20 |

Min: Minimum Maks: Maksimum

Tablo 3. Mesanenin tedavi planına göre aldığı doz dağılımları

| | Minimum (Gy) | Maksimum (Gy) | Ortalama (Gy) | ±SD |
|--|--------------|---------------|---------------|------|
| Direkt tomoterapi planlanan hastaların Mesane doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,4 | 2,7 | 1,12 | 0,77 |
| Maks doz | 70,6 | 77,0 | 73,43 | 1,89 |
| V50 | 2,6 | 18,7 | 9,03 | 4,38 |
| V31 | 4,6 | 38,8 | 19,56 | 8,53 |
| Helikal tomoterapi planlanan hastaların Mesane doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,5 | 2,8 | 1,32 | 0,78 |
| Maks doz | 70,3 | 77,0 | 73,36 | 1,84 |
| V50 | 1,7 | 17,5 | 8,28 | 4,22 |
| V31 | 4,6 | 37,6 | 17,73 | 8,20 |

Min: Minimum Maks: Maksimum

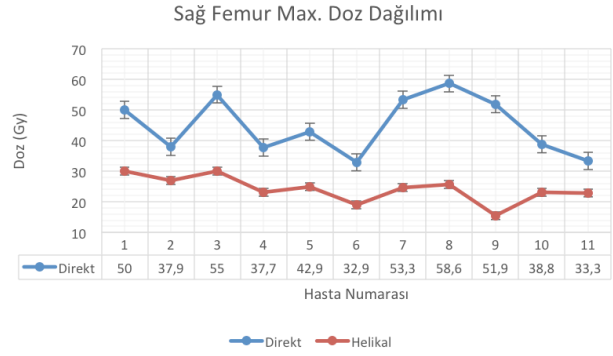
Tablo 4. Sağ femurun tedavi planına göre aldığı doz dağılımları

| | Minimum (Gy) | Maksimum (Gy) | Ortalama (Gy) | ±SD |
|--|--------------|---------------|---------------|------|
| Direkt tomoterapi planlanan hastaların sağ femurun aldığı doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,4 | 2,3 | 1,04 | 0,58 |
| Maks doz | 32,9 | 58,6 | 44,75 | 9,25 |
| Helikal tomoterapi planlanan hastaların sağ femurun aldığı doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,4 | 6,2 | 1,36 | 1,66 |
| Maks doz | 15,5 | 30,0 | 24,13 | 4,30 |

Min: Minimum Maks: Maksimum

Direkt ve helikal tomoterapi planı ile ışın verilen hastalarda, sağ femurun aldığı maksimum dozların grafik üzerindeki dağılımı Şekil 2'deki gibidir.

Mesane, rectum prostat aldığı dozlar arasında belirgin bir fark görülmemiştir. Direkt tomoterapi planlanan hastaların Rektum doz dağılımlarına bakıldığında V50 değerinin helikal arka 1.4 ve direct planlanla 1.3 olduğu görülmüştür.



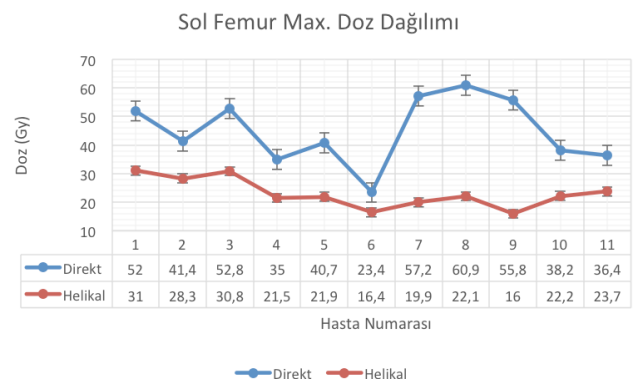
Şekil 2. Sağ femurdaki maksimum doz dağılımları

Tablo 5. Sol femurun tedavi planına göre aldığı doz dağılımları

| | Minimum (Gy) | Maksimum (Gy) | Ortalama (Gy) | ±SD |
|---|--------------|---------------|---------------|-------|
| Direkt tomoterapi planlanan hastaların Prostat PTV doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,5 | 2,8 | 1,07 | 0,71 |
| Maks doz | 23,4 | 60,9 | 44,89 | 11,60 |
| Helikal tomoterapi planlanan hastaların Prostat PTV doz dağılımları | | | | |
| Min doz | 0,5 | 6,5 | 1,40 | 1,76 |
| Maks doz | 16,0 | 31,0 | 23,07 | 5,10 |

Min: Minimum Maks: Maksimum

Direkt ve helikal tomoterapi planı ile ışın verilen hastalarda, sol femurun aldığı maksimum dozların grafik üzerindeki dağılımı Şekil 3'deki gibidir.



Şekil 3. Sol femurdaki maksimum doz dağılımları

İstatistiksel analizler

Gruplar dahilinde bağımlı değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri bulunduğundan sonra SPSS programı 17.0 versiyonu ile istatistiksel analizler yapılmıştır. Karşılaştırmalardan önce Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri göre p değeri 0,05'den küçük olanların dağılımlarının normal dağılımdan farklı olduğu, yani non-parametrik testlerle analiz yapılacağı sonucuna varılmıştır. P değeri 0,05'den büyük ise, normal dağılım gösterdiği ve analizlerin parametrik testler ile yapılacağı sonucuna varılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılması için parametrik test olarak bağımsız değişkenler t testi kullanılırken parametrik olmayan test olarak ise Mann Whitney U testi dikkate alınmıştır. p değeri 0,05'den küçük değerler istatistiksel anlamlı olarak kabul edilmiştir.

1. Direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalarda prostata ulaşan minimum, maksimum ve ortalama doz karşılaştırılması için independent samples t parametrik testi dikkate alınmıştır. Buna göre gruplar arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmemiştir ($p>0,05$)

2. Direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalarda rektumun aldığı minimum ve maksimum doz karşılaştırılması için independent samples t parametrik testi dikkate alınmıştır. Buna göre gruplar arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmemiştir ($p>0,05$)

3. Rektumun V50 ve V31 yüzdeleri gruplara göre karşılaştırıldığında direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalar arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmemiştir ($p>0,05$)

4. Direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalarda mesanenin aldığı minimum ve maksimum doz karşılaştırılması için independent samples t parametrik testi dikkate alınmıştır. Buna göre gruplar arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmemiştir ($p>0,05$)

5. Mesanenin V50 ve V31 yüzdeleri gruplara göre karşılaştırıldığında direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalar arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmemiştir ($p>0,05$)

6. Direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalarda sağ femurun aldığı minimum, ve maksimum doz karşılaştırılması için sırasıyla Mann Whitney-u non-parametrik testi ve independent samples t parametrik testi birlikte dikkate alınmıştır. Buna göre gruplar arasında sağ femur minimum dozları arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmezken ($p=0,843$), maksimum dozlar arasında fark tespit edilmiştir ($p<0,001$). Buna göre direkt

tomoterapi planlanan prostat kanserli hastalarda sağ femur maksimum dozu daha yüksektir

7. Direkt ve helikal tomoterapi ile planlanan hastalarda sol femurun aldığı minimum ve maksimum doz karşılaştırılması için sırasıyla Mann Whitney-u non-parametrik testi ve independent samples t parametrik testi kullanılmıştır. Buna göre gruplar arasında sol femur minimum dozları arasında istatistiksel anlamlı ilişki görülmezken ($p=0,816$), maksimum dozlar arasında fark tespit edilmiştir ($p<0,001$). Buna göre direkt tomoterapi planı ile tedavi alan bireylerin sol femurun radyoterapiden daha fazla etkilendiği görülmektedir.

TARTIŞMA

Radyasyon terapisinin amacı, tümör dokularını iyonize radyasyon yardımı ile ortadan kaldırmaktır. Radyasyon tedavisinde merkezi bir araştırma noktası, tümör hedef hacminde mümkün olan en yüksek dozu ve kritik organlarda ise mümkün olan en düşük dozu garanti eden yeni ışınlama yöntemlerinin geliştirilmesidir. Normal" IMRT'nin aksine, TomoTherapy® tarafından geliştirilen Hi -Art II® radyasyon sistemi, helikal bir IMRT'dir. Doğrusal hızlandırıcı (LINAC), bir bilgisayar tomografisine (CT) benzer şekilde hastanın etrafında dönerken, uzunlamasına ekseninde ışın düzlemi boyunca sabit hızda hareket etmektedir. Bu tür radyasyon, geleneksel radyasyon teknolojisine kıyasla birkaç avantaj sunar. Tomoterapi yoluyla, özellikle tümör ve normal doku arasında dik doz gradyanları oluşturulabilir. Bu, hedef hacimlerin karmaşık geometrilerinin ışınlanabildiği sonucunu doğurur. Buna ek olarak, omurilik gibi riskli organların çok yakınındaki tümör hacimlerine ışınlama yapmak mümkün olmaktadır. Ayrıca, tomoterapi ile beyin metastazları gibi birden fazla PTV alanına ve hastanın yerini değiştirmeden ışınlama yapılabilir.

Prostat kanseri hastaları, helikal tomoterapi ile yeniden ışınlanabilmektedir. Tedavi, düşük akut toksisite oranları ile uygulanabilmekte ve iyi tolere edilebilmektedir. Yeniden tedavi güvenliğini doğrulamak ve geç toksisiteyi değerlendirmek için daha uzun süreli takip gereklidir (1).

Bu bilgilere dayanarak, bu retrospektif araştırmada prostat kanseri hastalarında direk ve

helikal planlama ile hedef ve kritik organ dozlarının karşılaştırılmasının yapılması amaçlanmıştır.

Helikal ışınlama ile belli gantry açılarından verilen direkt dozların hedef hacimdeki dozlarının ve kritik organların toksitelerine bağlı olarak radyoterapinin amacı olan tümöre en yüksek dozu verirken kritik organların korunması açısından iki plan karşılaştırılmıştır.

Bunun sonucunda prostat dokusunda daha fazla PTV dozunun ve kritik organlarda ise en düşük dozun sağlandığı planlama yönteminin tercih edilmesinin uygun olacağı yönünde bir sonuca varılarak hem klinik hem de literatür açısından önemli bir bilimsel katkı sağlaması planlanmıştır.

Araştırma Bezmialem Vakıf Üniversitesi Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim dalında bulunan Tomoterapi ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada retrospektif prostat kanseri tanılı 11 hastanın tedavi öncesi çekilen görüntüleri kullanılarak tomoterapi cihazının planlama sisteminde yedi alan olarak direkt ve helikal planları yapılmıştır.

Elde edilen doz-hacim histogram eğrileri ile hedef kritik organların aldığı dozlar karşılaştırılmıştır. Buna göre direkt veya helikal tomoterapi ile planlanmış prostat kanserli hastaların planlanan hedef hacimdeki dozları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Kritik organlar olarak rektum ve mesanenin aldığı dozlar arasında da anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Ancak yapılan değerlendirmeler sonucunda sağ femur ($p=0,001$) ve sol femurdaki ($p=0,001$) maksimum dozların direkt tomoterapi planında daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgulara dayanarak prostat kanseri tedavisinde, kritik organlardan olan sağ ve sol femurdaki etkileri göz önünde bulundurularak helikal tomoterapi planının daha yararlı olacağı görülmüştür.

Literatürdeki mevcut diğer benzer çalışmalar değerlendirildiğinde, araştırmaların çoğunun meme kanseri üzerine yoğunlaştığı dikkat çekmektedir.

Lancellotta ve arkadaşlarının olgu sunumu çalışmasında 60 yaşında bilateral senkron Evre 1 ve Grade 1 meme kanserli hastalarda helikal

tomoterapi direkt tomoterapiye göre daha konforlu ve küçük bir PTV hacmi ile daha düşük homojenite indeksi sağladığını göstermişlerdir (4). Reynders ve ekibinin bir çalışmasında, sekiz adet post-operatif meme kanserli vakada statik ve helical tomoterapi planları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda her iki planın da eşit doz dağılımı gösterdiği görülmüştür. Ancak konvansiyonel terapiye göre üstün olup olmadığının anlaşılabilmesi için ise kritik organların ne kadar korunduğunun belirlenmesi gerektiği bildirilmiştir (5). Çalışma bu yönüyle yaptığımız araştırma ile benzerlik göstermektedir. Yaptığımız çalışma sonucunda da her iki plan sonucundaki PTV doz dağılımları benzerlik göstermiş ancak özellikle sağ ve sol femur başı üzerindeki daha az doz maruziyetine neden olması ile helical tomoterapinin sağlıklı dokuya daha az zarar vermesi açısından daha sağlıklı bir metod olduğu sonucuna varılmıştır.. Prostat kanserinde bu planların karşılaştırıldığı güncel bir çalışmada, vücut kalınlığı (kilodan da etkilenir) ile hedeflenen hacmin tedavi planları dahilinde prostat dokusundaki doz dağılımı karşılaştırılmıştır. Buna göre helikal tomoterapi planının vücut kalınlığı değişimlerinden direkt plana göre çok daha az etkilendiği görülmüştür (6)

Bu araştırma, prostat kanserinde helikal ve direkt tomoterapi planları ile hedef ve kritik organlardaki dozları karşılaştırarak metod seçimi açısından fikir veren ilk çalışma olarak literatürde yer almakta, bu yönüyle özgün bir değer taşımaktadır. Literatürde helikal tomoterapinin baş boyun (7), over kanseri (8) ve prostat dahil bir çok kanser çeşidinde (9) farklı açılardan ışınlama avantajı ile PTV'de yüksek doz dağılımı ve sağlıklı dokuları koruma avantajı sağladığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Çalışmamız bu bilgiyi desteklerken, direkt tomoterapi planına karşı üstünlüğünü de ortaya koymaktadır.

Bu araştırmanın zayıf yönü ise sınırlı vaka sayısının az olmasının yanısıra, retrospektif bir çalışma olması ve toksisite, hastaların sağ kalımı ya da nüks açısından bir değerlendirme yapılmamış olmasıdır. Bununla beraber literatürdeki verilere göre meme kanseri hariç karşılaştırılabileceği bir başka benzer çalışma bulunmaması, bu çalışmadaki elde edilen

sonuçların tartışılabilirliği açısından kısıtlama yaratmıştır. Bundan sonra yapılacak olan araştırmalarda daha geniş olgu serilerinde, konvansiyonel diğer radyoterapi teknikleri ile karşılaştırarak bir değerlendirme planlanabilir.

SONUÇ

Bu araştırma sonucunda prostat kanserinde, PTV doz dağılımları açısından helikal ve direkt tomoterapi planlarının benzerlik gösterdiği bulunmuştur. Başlıca kritik dokular olan rektum ve mesane doz dağılımları, V50 ve V31 yüzdeleri de aynı şekilde benzer tespit edilmiştir. Ancak sağ ve sol femur başlarının aldığı maksimum dozlar açısından helikal tomoterapi planının yaklaşık yarı yarıya daha az doz alımına neden olduğu görülmüştür. Elde edilen bu sonuçlar dahilinde kişinin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen sağlıklı dokulardaki doz alımları açısından helikal tomoterapi planının direkt tomoterapi planına göre prostat kanseri tedavisinde klinik açıdan üstün olduğu önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- 1.Tsai C, Wu JK, Chao HL, Tsai YC, Cheng JC. Treatment and Dosimetric Advantages Between VMAT, IMRT, and Helical Tomotherapy in Prostate Cancer. *Med Dosim*. 2011;36(3):264-71.
- 2.Ślosarek K, Osewski W, Grządziel A, Radwan M. Integraldose: Comparison between four techniques for prostate radiotherapy. *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*. 2015;20(2):99-103.
- 3.Zelefsky, M.J.,Valicenti, R.K., Hunt, M., Perez, C.A. *Low-Risk ProstateCancer*. Halperin, E.C.,Perez, C.A., Brady, L.W. (Ed.). PerezandBrady's

Principles and Practice of Radiation Oncology. Fifth Edition. Philadelphia, USA: Lippincott Williams andWilkins.2008.

4.Lancellotta, V., Iacco, M., Perrucci, E., Zucchetti, C., Dipilato, A. C., Falcinelli, L., et al. Comparison of Helical Tomotherapy and Direct Tomotherapy in Bilateral Whole Breast Irradiation in a Case of Bilateral Synchronous Grade 1 and Stage 1 Breast Cancer. *The American journal of case reports*, 2017;18:1020-1023.

5.Reynders T, Tournel K, Coninck PD, Heymann S, Hung VV, Parijs HV, Duchateau M, Linthout, Gevaert T, Verellen D, Storme G. Dosimetric assessment of static and helical Tomotherapy in the clinical implementation of breast cancer treatments. *Radiotherapy and Oncology*. 2009;93(1):71-79.

6.Ito H. (2018). Effect of body thickness on helical and direct treatment delivery modes: a phantom study. *Journal of rural medicine: JRM*.2018; 13(2):110-115.

7.Van Gestel, D., Verellen, D., Van De Voorde, L., de Ost, B., De Kerf, G., Vanderveken, et al. The potential of helical tomotherapy in the treatment of head and neck cancer. *The oncologis*.2013; 18(6):697-706.

8.Choe J, Kulasekere R, Oddo D, Anthony S, Shin T, Murray M, et al. Helical tomotherapy versus conventional radiation to deliver abdominopelvic radiation. *Technol Cancer Res Treat*. 2012;11(1):49-56.

9.Sterzing F, Schubert K, Sroka-Perez G, Kalz J, Debus J, Herfarth K. (2008). Helical tomotherapy. Experiences of the first 150 patients in Heidelberg. *Strahlenther Onkol*. 2008;184(1):8-14.