
VETERİNER İÇ HASTALIKLARI DEĞERLENDİRMELERİ

Editör: Doç. Dr. Gülten Emek TUNA

Veteriner İç Hastalıkları Değerlendirmeleri

Editör

Doç. Dr. Gülten Emek TUNA

yaz
yayınları

2025

Veteriner İç Hastalıkları Değerlendirmeleri

Editör: Doç. Dr. Gülten Emek TUNA

© YAZ Yayınları

Bu kitabın her türlü yayın hakkı Yaz Yayınları'na aittir, tüm hakları saklıdır. Kitabın tamamı ya da bir kısmı 5846 sayılı Kanun'un hükümlerine göre, kitabı yayınlayan firmanın önceden izni alınmaksızın elektronik, mekanik, fotokopi ya da herhangi bir kayıt sistemiyle çoğaltılamaz, yayınlanamaz, depolanamaz.

E_ISBN 978-625-8508-18-5

Ekim 2025 – Afyonkarahisar

Dizgi/Mizanpaj: YAZ Yayınları

Kapak Tasarım: YAZ Yayınları

YAZ Yayınları. Yayıncı Sertifika No: 73086

M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar/AFYONKARAHİSAR

www.yazyayinlari.com

yazyayinlari@gmail.com

info@yazyayinlari.com

İÇİNDEKİLER

Küçük Hayvan Hekimliğinde Peritoneal Diyaliz

Uygulamaları1

Tuğrul KIRKULAK, Gülten Emek TUNA

Küçük Hayvan Hekimliğinde Hemodiyaliz

Uygulamaları18

Tuğrul KIRKULAK, Gülten Emek TUNA

"Bu kitapta yer alan bölümlerde kullanılan kaynakların, görüşlerin, bulguların, sonuçların, tablo, şekil, resim ve her türlü içeriğin sorumluluğu yazar veya yazarlarına ait olup ulusal ve uluslararası telif haklarına konu olabilecek mali ve hukuki sorumluluk da yazarlara aittir."

KÜÇÜK HAYVAN HEKİMLİĞİNDE PERİTONAL DİYALİZ UYGULAMALARI

Tuğrul KIRKULAK¹

Gülten Emek TUNA²

1. GİRİŞ

Diyaliz, belirli membranların yalnızca kolloidal parçacıkları tutma özelliğine dayalı olarak, koloidal bir dağılım maddesinin moleküler dağılım parçacıklarından ayrılma işlemini ifade eder. Veteriner hekimlikte hemodiyaliz ve peritonal uygulamaları bulunmaktadır. Peritonal diyaliz ve hemodiyaliz, böbreklerin işlevini yerine getiremeyecek derecede hasar görmesi sonucunda, biriken üremik toksinlerin ve sıvının uzaklaştırılması, fizyolojik asit-baz ve elektrolit dengesinin yeniden sağlanması amacıyla uygulanır. Bu diyaliz yöntemleri evcil hayvan hekimliğinde hem akut böbrek hasarı hem de kronik böbrek hastalığının tedavisinde giderek artan sıklıkla kullanılmaktadır.

Veteriner hekimlikte peritonal diyalizin en yaygın kullanımı akut böbrek hasarının tedavisidir. Ancak diyalize edilebilir toksinlerin uzaklaştırılması, pankreatit, elektrolit bozuklukları ile asit-baz dengesizlikleri, dirençli konjestif kalp yetmezliği ve metabolik konjenital bozuklukların tedavisinde de kullanılabilir.

¹ Ar. Gör., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner İç Hastalıkları Anabilim Dalı, tkirkulak@nku.edu.tr, ORCID: 0009-0009-0239-166X.

² Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner İç Hastalıkları Anabilim Dalı, emektuna@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9729-8813.

2. PERİTONAL DİYALİZ

Peritoneal diyaliz (PD), periton kılcal damarlarındaki kan ile peritonun yarı geçirgen zarı boyunca periton boşluğuna verilen sıvı (diyalizat) arasında su ve çözünen maddelerin hareket ettiği süreçtir. Hayvanlarda PD'nin primer endikasyonu böbrek yetmezliğinin tedavisi için su, çözünen madde ve asit-baz anormalliklerinin düzeltilmesi ile üremik toksinlerin uzaklaştırılmasıdır (Ross, 2011; Vişâları, 2020).

Periton diyalizinin prensibi, solüsyonların difüzyon prensibine dayanan yarı geçirgen bir zar yoluyla aktarılmasıyla temsil edilir. Bu membranlar visseral ve paryetal peritondur. Periton diyalizi, çeşitli nedenlerle Hemodiyaliz (HD) tedavisine alınamayan hastalarda HD'nin mükemmel bir alternatifidir (Acierno, 2011).

3. PERİTON ZARININ YAPISI

İnsanlarda peritonun yüzey alanı yaklaşık olarak vücut yüzey alanıyla aynıdır ($1-2 \text{ m}^2$) ve visseral periton toplamın yaklaşık %80'ini oluşturur (Díaz ve diğerleri, 2017). Bebeklerde ve çocuklarda periton yüzey alanının vücut yüzey alanıyla karşılaştırıldığında oransal olarak daha büyük olması, bu farkın köpekler ve kediler için de geçerli olabileceğini düşündürmektedir. Peritoneal mezotelyum, bazal membran tarafından desteklenen basit skuamöz epitel benzeri tek tabakadan oluşur (Díaz ve diğerleri, 2017). Mezotel hücreleri, zarın fonksiyonel yüzey alanını artıran çok sayıda apikal mikrovillusa sahiptir. İnsanlarda bazal membran tip IV kollajen, proteoglikanlar ve glikoproteinleri içerir (Barry, 2007).

İnterstisyum, bazal membranın altında kollajen, fibronektin ve elastin içeren bir bağ dokusu tabakasıdır. Peritoneal mikro damar sistemi, negatif yüklü bir glikokaliks

tarafından desteklenen gerçek kılcal damarlardan ve kılcal damar sonrası venüllerden oluşur (Cooper ve Labato, 2011). Bu damarlar mezotel yüzeyinden değişen mesafelerde bulunur ve bağ dokusu tabakası boyunca bulunabilir. Lenfatikler de bu tabakada, yaygın olarak subdiyafragmatik peritonda bulunur. Bu lenfatikler öncelikle diyafram peritonundaki stomalar yoluyla boşalır (Bersenas, 2011).

Peritondan sıvı ve çözünen madde değişiminde lenfatiklerin rolü, lenf akımını doğrudan ölçmenin zorluğu nedeniyle tam olarak anlaşılamamıştır (Bersenas, 2011). Mezotelyumun suyun taşınmasında önemli bir engel teşkil ettiği düşünülmemektedir; bunun yerine, kılcal damarların duvarları ve submezotelyal hücre bağ dokusunda yer alan hücre dışı matris bariyer görevi görmektedir (Bersenas, 2011). Peritoneal kılcal damarlar esas olarak bir bazal membran tarafından desteklenen penceresiz endotel hücrelerinden oluşur. Endotel hücreleri, suyun taşınmasından sorumlu olan 20 kDa hücresel membran proteinleri olan akuaporinleri içerir. Endotel hücreleri arasındaki hücreler arası yarıklar da çözünen maddelerin taşınmasında rol oynar (Díaz ve diğerleri, 2017).

4. PERİTONAL DİYALİZİN ENDİKASYONLARI

Kedi ve köpeklerde PD için en önemli endikasyon, sıvı tedavisine yanıt vermeyen akut böbrek hasarı (ABH)'nın neden olduğu anüridir (Barges ve Polzin, 2011). Kan üre nitrojeni (BUN) 100 mg/dl'nin üzerindeki seviyelere ulaştığında veya kreatinin 10 mg/dl'nin üzerinde olduğunda akut anürik olmayan üremi gösteren hastalarda da PD endikedir (Vişālaru, 2020).

Peritoneal diyaliz, üroabdomen veya diğer idrar yolu tıkanıklığı olan hastaları ameliyattan önce stabilize etmek için de kullanılabilir (Mazzaferro, 2017).

Peritoneal diyaliz çeşitli zehirlenme ve metabolik anormallik vakalarında endikedir. Ayrıca etilen glikol, etanol, barbitüratlar, propoksifen ve hidantoin gibi diyalize edilebilir toksinlerin uzaklaştırılmasında ve hiperkalemi gibi elektrolit dengesizliklerinde de kullanılabilir (Holowaychuk ve Monteith, 2011). Peritoneal diyaliz, HD veya kömür hemoperfüzyonunun mevcut olmadığı, damar erişiminin zor olduğu veya hastanın dirençli hipotansiyondan muzdarip olduğu ve dolayısıyla hemodiyalizi çok riskli bir prosedür haline getirdiği durumlarda endikedir (Vişal ve Micşa, 2015).

Peritoneal diyaliz, üre döngüsü bozuklukları gösteren yeni doğan insanlarda da geniş çapta kullanılmaktadır. Karaciğer nakline kadar durumu stabilize etmek için ek ilaç yönetimi ile birlikte hiperamonyemi düzeltirken acil bir araç olarak kullanılır (Vişal ve Micşa, 2015; Vişal, 2020). Tıbbi tedaviye dirençli konjestif kalp yetmezliği, insan hekimliğinde PD için başka bir endikasyondur (Langston ve diğerleri, 2010).

5. PERİTONAL DİYALİZİN KONTRAENDİKASYONLARI

Peritoneal diyaliz, periton adezyonları, fibrozisi veya karın bölgesinde malign tümörleri olan hastalarda kontrendikedir (Munteanu ve diğerleri, 2017). PD, sırasında plevral birikim geliştirmeye yatkınlıkları nedeniyle plöroperitoneal birikimi olan hastalarda da kontrendikedir. (Vişal, 2020)

Yakın zamanda abdominal bölge ameliyatı geçirmiş veya kasık veya karın fıtığı olan hastalarda yüksek intraperitoneal basınç riskinin artması nedeniyle göreceli kontrendikasyonlar mevcuttur (Ross, 2011). Yanık mağdurları veya aşırı yetersiz beslenme durumundaki hastalar gibi şiddetli hiperkatabolik durumdaki hastalar, periton boyunca protein kaybetme eğilimleri nedeniyle göreceli bir kontrendikasyona sahiptir (Donohoe,

2012). Cerrahi, özellikle de gastrointestinal cerrahi geçirmiş olan hastalar, intraperitoneal basıncın yüksek olması ve diyaliz sıvısının insizyon boyunca ekstrasvazasyon potansiyeli nedeniyle PD sırasında ayrılma ve enfeksiyon riski taşırlar (Ross, 2011). PD polikistik böbrek hastalığı, aşırı obezite, periferik damar hastalığı ve hiperlipidemi ile başvuran hastalarda yüksek komplikasyon riski taşır (Elliott, 2011).

6. PERİTONAL KATATER ÇEŞİTLERİ VE YERLEŞİMİ

Başarılı PD'nin anahtarı kateterin doğru seçilmesi ve yerleştirilmesidir. İdeal bir kateter, verimli giriş ve çıkış akımına izin verir. Biyolojik olarak uyumludur ve hem periton hem de deri altı tünel enfeksiyonuna dirençlidir (Vişal, 2020).

Pek çok kateter tasarımı mevcuttur ve bunların çoğu, periton ve kutanöz çıkış bölgelerinde fibröz adezyonları teşvik edecek şekilde konumlandırılmış Dacrona manşetli delikli silikon tüpün modifikasyonlarıdır. Stiletli basit tüp kateterler, acil durumlarda bilinci yerinde olan hayvanlara lokal anestezi kullanılarak perkütan olarak yerleştirilebilir. Akut kısa süreli PD'de perkütan sistotomi tüpü kateteri başarıyla kullanılmıştır (Vişal, 2020). 1968 yılında geliştirilen Tenckhoff kateteri, distal ucunda delik bulunan ve trokar kullanılarak kör olarak yerleştirilebilen 1 veya 2 adet Dacron kadife manşetle donatılmış, düz, yumuşak silastik bir tüptür (Ross ve Labato, 2013).

Kısa süreli kullanım için, dakron manşetlerin güvenli ve nispeten kapalı bir tünel alanıyla sonuçlanan fibroblastların içe doğru büyümesi gibi yararlı etkileri genellikle tam olarak takdir edilmemektedir. ABH için tedavi süresi hayvanın durumuna göre tahmin edilir ve genellikle minimum 48-72 saat süreyle gerçekleştirilir (Ross ve Labato, 2013).

Perkütan yerleştirme için hasta karnının cerrahi bir prosedürde olduğu gibi tıraş edilmesi ve aseptik olarak temizlenmesi gerekir. Mesanenin kollabe olmasını ve trokardan uzaklaşmasını sağlamak için kalıcı bir idrar sondası yerleştirilmelidir. Göbeğin 3-5 cm lateralinden küçük bir cilt kesisi yapılmalıdır. Trokar, cilt kesisinden pelvise ve kasık kanalına doğru subkutan olarak yerleştirilmeli ve ardından karın kasları yoluyla karın içine yerleştirilmeden önce birkaç santimetre tünel açılmalıdır. Kateter trokarın üzerinden tamamen karın içine girinceye kadar ilerletilir. İdeal olarak deri altı tünelin tam oturması gerekir. Kateteri sabitlemek için kese dikiş deseni kullanılmalıdır (Ross ve Labato, 2013). Pediatrik uzunluklar en iyi şekilde kedilerde kullanılır. PD'nin 24 saatten uzun süre yapılacağı düşünülüyorsa cerrahi olarak yerleştirilen kateter kullanılmalıdır. Omental başarı oranının yüksek olması nedeniyle cerrahi omentektomi savunulmaktadır (Ross ve Labato, 2013).

Fluted-T ve Missouri Swan Neck kıvrılmış kateter gibi bazı kateterler insan hekimliğinde laparoskop veya kör trokarizasyon yoluyla yerleştirilmek üzere tasarlanmış olsa da bu kateterlerin köpek ve kedilerde cerrahi olarak yerleştirilmesi tercih edilir. Kıvrılmış uç kasık bölgesine yerleştirilmelidir. Fluted-T kateterin yivli yönü parietal peritona karşı yerleştirilir ve kranyalden kaudale doğru yönlendirilir. Uzun tarafı kasık halkasına doğru yönlendirilecek şekilde paramedian konuma yerleştirilir. Deri altı tüneli, kateterde bükülmeyen, kaudale doğru ve orta hattın 3-5 cm dışına çıkan hafif bir kıvrım olacak şekilde olmalıdır. Kaflı bir kateter kullanıldığında, havayı çıkarmak ve fibroblast kaf istilasını kolaylaştırmak için, yerleştirmeden önce kaflar steril saline batırılmalıdır. İç manşet rektus kasına, diğer manşet ise deri altı tünele yerleştirilir. Manşonun içine fibröz büyümenin olduğu sıkı bir deri altı tüneli, diyalizat sızıntısı olasılığını azaltır (Ross ve Labato, 2013).

Blake cerrahi dreni, PD için özel olarak tasarlanmamasına rağmen, yivli T kateterine benzer bir şekilde işlev görür ve veteriner hekimlikte PD için oldukça kullanışlıdır. Kateter steril kapalı bir değiştirme sistemine bağlanmalı ve kuru steril pansumanlarla dikkatlice yerine sarılmalıdır. Çıkış bölgesindeki dokuların maserasyonuna ve fibroblast inhibisyonuna neden olma potansiyeli nedeniyle topikal antimikrobiyal merhemlerin kullanılması önerilmez. Fibroblastların manşetlere invazyonu sırasında kateter hareketinin en aza indirilmesi, çıkış sızıntılarının ve enfeksiyonların en aza indirilmesi açısından çok önemlidir. Diyaliz kateterinin yerleştirilmesinden sonra, kateter tüpünün kuyruğu önceden ısıtılmış bir diyalizat torbasına bağlanmış ve bu torba ile doldurulmuş olan bir transfer tüpü setine bağlanır. Tüm manipülasyonlar boyunca sıkı steril teknik korunmalıdır. Bağlantılar povidon-iyot bağlantı kalkanları veya klorheksidin ile ıslatılmış süngerlerle korunmalıdır. Peritonit riskini en aza indirmek için diyalizatın verilmesi sırasında aseptik teknik önemlidir (Ross ve Labato, 2013; Vişaları, 2020).

7. KATATER DEĞİŞİM PROSÜDÜRÜ

Peritonitin en sık nedeni, torba ucunun kontaminasyonu olduğundan, diyalizat torbası veya hatlarını değiştirirken eller iyice yıkanmalı veya el dezenfektanı ve steril eldivenlerle temizlenmelidir. Torba değişimi ve kateter bakımı sırasında rutin yüz maskesi kullanımının, uygun el bakımı sağlandığı sürece gereksiz olduğu gösterilmiştir. Her hat bağlantısı, bir povidon-iyot veya steril gazlı bezle kaplanmış klorheksidine batırılmış pansumanlarla kaplanmalıdır (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

Tüm enjeksiyon portları, enjeksiyonlardan önce klorheksidin ve alkol ile temizlenmeli, mikroorganizmaların bulaşma riskini azaltmak için diyalizat takviyeleri için çoklu

dozlu flakonların (örn. heparin veya potasyum klorür) kullanımından kaçınılmalıdır (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013). Kateter yerleştirilmesinden sonraki ilk 24-48 saat boyunca, karın şişkinliğinin derecesini, solunum fonksiyonu üzerindeki etkisini ve diyalizat kaçağı potansiyelini değerlendirmek için değişim hacimleri hesaplanan ideal hacmin dörtte biri kadar olmalıdır. İlk 48 saatten sonra diyalizat 20-40 ml/kg dozunda 10 dakikalık sürede infüze edilebilir (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

Diyalizatın 30-40 dakika bekleme süresi boyunca periton boşluğunda kalmasına izin verilir ve daha sonra 20-30 dakikalık bir süre boyunca yerçekimi ile bir toplama torbasına boşaltılır. Diyalizatın %90-100 oranında yeniden geri alınması beklenilir. Bu işlem sürekli olarak tekrarlanır, diyalizat formülü ve bekleme süreleri hayvanın ihtiyaçlarına göre her 12-24 saatte bir ayarlanır. Bu sürekli değişim veya döngü biçimine sürekli PD denir. Diyaliz düz transfer seti ile gerçekleştirilebilmesine rağmen, kapalı yıkama sisteminin kullanılması daha düşük enfeksiyon oranlarıyla ilişkilendirilmiştir. Kapalı "Y" sistemi, dış havaya açmadan (drenaj, yıkama, damlatma yöntemi) her diyalizat infüzyonundan önce hatların olası bakteriyel kontaminasyondan arındırılmasına olanak tanır. Yeni bir diyalizat torbası ve her iki segmente de bağlı bir drenaj kabı bulunan bir Y seti tüpü, kateter tüpüne veya transfer setine bağlanır. İlk önce az miktarda taze diyalizat drenaj torbasına akıtılır ve ardından periton boşluğu boşaltılır, böylece bağlantı prosedürleri sırasında oluşan kirletici maddeler periton boşluğuna değil drenaj torbasına akıtılır. Şiddetli azotemi için değişim prosedürü açıklanan protokole uygun olmalıdır. Diyalizat karın içinde 30-40 dakika kalmalıdır. Hayvan klinik olarak iyileşene, BUN ve serum kreatinin konsantrasyonları düşene, aşırı hacim yükü düzeltilene kadar diyaliz döngüleri her 1-2 saatte bir tekrarlanmalıdır. Bu ilk yoğun diyaliz genellikle 24-48 saat sürer. BUN ve kreatinin

konsantrasyonlarını normal aralığa getirmeye çalışılmaz ilk planda amaç, makul bir hedef, 21,4–35,7 mmol/L (60–100 mg/dL) BUN konsantrasyonu ve 353,6–540,4 mol/L (4,0–6,0 mg/dL) aserum kreatinin konsantrasyonudur (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

Hayvan daha sonra kronik diyaliz programına geçirilebilir. Kronik diyaliz programı, diyalizat solüsyonunun karında 3-6 saat süreyle kalmasına izin vermeyi içerir. Günde 3-4 değişim gerçekleştirilir. Bu uzun değişim süreleri boyunca diyalizat karın içinde kalması gerekir. İnfüzyon hızı çoğu durumda, hızlı bir şekilde olabilir. Hayvan infüzyon sırasında rahatsızlık belirtileri gösteriyorsa, çözelti sıcaklığının çok sıcak veya çok soğuk olmadığını kontrol edilmelidir ve aynı zamanda infüzyon hızını da yavaşlatılmalıdır. Değişimlerin sıklığı ve kalma süresi, her hayvanın bireysel ihtiyaçlarına göre ayarlanır (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

8. PERİTONAL DİYALİZ SOLÜSYONU

Bir PD solüsyonunun biyoyumumluluğu, bir formülasyonun, peritonun fonksiyonel özelliklerinde klinik olarak anlamlı herhangi bir değişiklik olmaksızın uzun süreli diyalize izin verme yeteneği olarak tanımlanabilir (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

Çözelti bileşenleri lökosit, mezotel hücresi, endotel hücresi ve fibroblast fonksiyonunu etkileyerek sitokin, kemokin ve büyüme faktörü ağlarında değişikliklere, proinflamatuvar ve profibrotik yolların düzenlenmesine, peritoneal konak savunmasının bozulmasına ve karbonil ve oksidatif stresin indüklenmesine neden olabilir (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013). Normal fizyolojideki bu tür bozulmaların, peritoneal fibrozis, skleroz ve vaskülopati gibi peritoneal yapıdaki değişikliklere ve artan solüt geçirgenliği ve ultrafiltrasyon

başarısızlığı dahil olmak üzere peritoneal fonksiyondaki değişikliklere katkıda bulunan nedensel faktörler olduğu öne sürülmüştür (Bersenas, 2011; Ross ve Labato, 2013).

Günümüzde kullanılan PD sıvılarının çoğunluğu, ozmotik ajan olarak glikozun kullanıldığı, K^+ içermeyen, laktat tamponlu, dengeli bir tuz çözeltisi bileşimine sahiptir. Depolama sırasında bikarbonat ve Ca^{2+} çökelebileceği için bikarbonat yerine tampon olarak laktat kullanılır. Bununla birlikte, daha yeni çok odacıklı PD dağıtım sistemlerinin ortaya çıkışı, laktatın bikarbonatla değiştirilmesini ve daha önce mümkün olmayan bir dizi başka çözelti modifikasyonunun yapılmasını şu anda mümkün kılmaktadır. PD'nin veteriner hekimlikte kullanıldığı nispeten kısa süreler boyunca bu yeni çözümlerden çok az bir kısmı kullanılacaktır (Vişal, 2020).

Hipertonik dekstroza içeren diyalizat solüsyonları aşırı hidrate hastalarda ödemin en aza indirilmesinde ve tüm hastalarda ultrafiltrasyonun artırılmasında etkilidir. Hipertonik dekstrozun kılcal damar genişlemesini desteklediği ve solüt sürüklemeyi desteklediği görülmektedir (Vişal, 2020).

Dehidrate veya normovolemik hastalarda %1,5 dekstroza diyalizatı kullanılır. Hafif ila ileri derecede aşırı hidrate hastalarda %2,5 ve %4,25 diyalizatlar kullanılmalıdır. %4,25 diyalizat solüsyonunun aralıklı kullanımı tüm hastalarda diyalizin etkinliğini artırabilir (Vişal, 2020). Kateterin fibrin birikmesi nedeniyle tıkanmasını önlemeye yardımcı olmak için, kateter yerleştirildikten sonraki ilk birkaç gün diyalizata heparin (250-1.000 U/L) eklenmelidir. Bu heparin hastanın dolaşımı tarafından minimum düzeyde emilir ve pıhtılaşma sürelerini uzatması pek mümkün değildir (Vişal, 2020). Peritonun geçirgenliğini arttırmak için diyalizat $38^{\circ}C$ 'ye ısıtılmalıdır. Bu sıcaklığın korunmasına yardımcı olmak için diyalizat hattı bir sıvı ısıtıcıya yerleştirilmelidir. Ticari olarak hazırlanmış diyalizat

solüsyonunun bulunmadığı acil bir durumda, laktatlı Ringer solüsyonuna dekstroz eklenerek uygun bir diyalizat solüsyonu yapılabilir. Osmolalite hastaninkine yakın olmalı ve dekstroz konsantrasyonu en az %1,5 olmalıdır. 1 litre laktatlı ringer solüsyonuna 30 ml %50 glikoz ilave edildiğinde %1,5 dekstroz solüsyonu elde edilir (Vişaluru, 2020).

Diyalizat çözeltisinin glikoz konsantrasyonu yüksektir ve açıkça diyabetik aralıktadır. Zamanla bu glikoz konsantrasyonları mezotelyum için toksik hale gelir. Glikoz, poliol yolunu ve Dönüştürücü büyüme faktörü-beta1 (TGF-B1), Monosit kemoatraktan protein-1 (MCP-1) ve fibronektinin salgılanmasını aktive eder. Periton fibrozisinin gelişiminde glikoza uzun süre maruz kalmanın rol oynadığını öne süren çalışmalar vardır. Bu bulgunun klinik önemi ultrafiltrasyonun bozulmasına yol açmasıdır (Vişaluru, 2020).

Glikozun periton dokusuna zarar verebileceği ikinci bir mekanizma, ileri glikosilasyon son ürünlerinin oluşumuna yol açan doku proteinlerinin enzimatik olmayan glikozilasyonunu indüklemektir. Diyalizat çözeltilerinin ısı stabilizasyonu işlemi sırasında glikoz bozunma ürünleri oluşur. Bu ürünler, formaldehit gibi aldehitlerden ve glioksal ve metilglioksal gibi dikarbonil ürünlerinden oluşur. Bunlar, periton zarını mekanizmalarla etkileyebilir. Bu bileşikler fibroblastlar için toksiktir. Metilglioksal, vasküler endotelial büyüme faktörünün üretimini artırır. Ve son mekanizma, glikoz bozulma ürünleri ve ileri glikosilasyon son ürünlerinin oluşumu, glikozdan çok daha hızlı tetiklemesidir. Ancak veteriner hekimlikte kısa süreli kullanımda herhangi bir yan etki tespit edilmemiştir (Vişaluru, 2020).

Solüsyonun biyoyumluluğunu arttırmak ve böylece periton zarını korumak için bikarbonat bazlı solüsyonlar geliştirilmektedir. Formülasyonları aynı zamanda çoğu geleneksel ticari preparatın düşük asitliğinden kaynaklanan

infüzyon ağrısını da azaltır. Protein alımını desteklemek ve yetersiz beslenmeyi tedavi etmek veya önlemek için artık birçok ülkede %1,1'lik bir amino asit çözeltisi mevcuttur. Günde bir kez %1,1'lik amino asit solüsyonu değişiminin, yetersiz beslenen kronik ayaktan periton diyalizi hastalarında nitrojen dengesini ve beslenmeye ilişkin biyokimyasal belirteçleri iyileştirdiği gösterilmiştir (Vişaluru, 2020).

9. PERİTONAL DİYALİZ PROTOKOLÜ

Akut böbrek hasarında PD'yi başlatılırken asıl amaç üremiyi hemen normalleştirmek değildir. Başlangıçtaki hedefler 24 saat içerisinde hastanın hemodinamik durumunu ve asit-baz, elektrolit dengesizliklerini normalleştirmek, ayrıca üremiyi 60-100 mg/dl'lik bir BUN'a düşürmek ve 4,0-6,0 mg/dl'lik bir kreatinin düzeyine ulaşmak olmalıdır (Vişaluru ve Micşa, 2015; Vişaluru ve Ştefănescu, 2021).

Verilen diyalizatın hacmi, hastanın bireysel ihtiyaçlarına bağlı olarak, tam bir periton diyalizi döngüsünde ortalama 40-60 ml/kg/değişim ile değişir. Diyalizat, periton boşluğuna damlatılmadan önce periton geçirgenliğini ve hasta konforunu iyileştirmek için 38°C'ye, hatta 39°C'ye ısıtılmalıdır. Akut böbrek hasarı olan hastaların çoğunda hiperkalemi görülür ve çoğu diyaliz solüsyonunda ilave K⁺ bulunmaz. Periton diyalizinin ilk sikluslarında bu ideal bir durumdur. Ancak zamanla hipokalemi oluşabilir ve bunu önlemek için birkaç döngüden sonra diyalizata 2-4 mEq/l K⁺ eklenebilir (Vişaluru ve Micşa, 2015; Vişaluru ve Ştefănescu, 2021).

Bir PD seansını başlatmak için yeni diyaliz torbası hastanın üzerine, atık madde torbası ise hastanın altına yerleştirilir. Az miktarda diyalizat, diyaliz torbasından doğrudan atık madde torbasına yılanır. İlk damlatmada 10 ml/kg diyalizat solüsyonu yerçekimi ile karın zarına 10 dakika süreyle damlatılır

ve solüsyonun 30-40 dakika içeride kalması sağlanır. Periton boşluğunun yerçekimi ile steril atık torbasına 10-20 dakika süreyle boşaltılmasına izin verilir. Sistem kapatılarak hat yıkama işlemi tekrarlanır. İlk 24-48 saat içindeki ilk vardiyalardan sonra hasta kronik periton diyalizi protokolüne aktarılabilir. 3-6 saatlik döngüler gerçekleştirilecek ve daha sonra böbrek fonksiyonu normale döndükçe bunlar 3-4 günlük vardiyalara dönüştürülebilir. Vardiya sayısının kademeli olarak azaltılması ve diyalizin durdurulmasına karar vermeden önce hastanın sık sık yeniden değerlendirilmesi ile 3-4 günde gerçekleştirilen aralıklı periton diyalizine ulaşana kadar diyaliz süresinin uzatılması önerilir (Vițălaru, 2020; Vițălaru ve Ștefănescu, 2021).

10. PERİTONAL DİYALİZİN KOMPLİKASYONLARI

Periton diyalizinin komplikasyonları yaygındır, ancak zamanında fark edilir veya müdahale edilirse kolaylıkla tedavi edilebilirler. En sık görülen komplikasyonlar: peritoneal kateter tıkanıklığı, elektrolit dengesizlikleri, hipoalbuminemi ve bakteriyel peritonittir (Holowaychuk ve Monteith, 2011).

Diyaliz solüsyonunun tutulması, diyalizat solüsyonunun %90'ından daha azının geri kazanılması olarak tanımlanır; bu, periton diyalizi uygulanan hayvanlarda yaklaşık %45'i temsil eder (Acierno, 2011). Diyalizat solüsyonu tutulmasının en yaygın nedenleri, omentumun kateter gözenekleri içinde sıkışıp kalmasıyla oluşan tıkanıklık ve fibrinin kateter üzerinde birikmesidir. Peritoneal kateter yerleştirilmeden önce parsiyel omentektomi yapılması bu komplikasyon sıklığını önemli ölçüde azaltır (Ștefănescu ve diğerleri, 2021).

Diyalizat solüsyonunun deri altı seviyesinde birikmesi hastaların yaklaşık %35'inde sık görülen diğer bir sorundur. Peritoneal, perkütanöz veya cerrahi kateter yerleştirme

yönteminden bağımsız olarak, veteriner hekimlikte diyalizat solüsyonunun subkütanöz düzeyde ekstravazasyonu sık görülen bir komplikasyondur çünkü çoğu zaman kateter yerleştirildikten hemen sonra kullanılır (Vițălaru ve Ștefănescu, 2021).

Periton diyalizi uygulanan hayvanlarda hipoalbuminemi varlığının %41-90 aralığında olduğu rapor edilmiştir (Vițălaru ve Ștefănescu, 2021).

Aşağıdaki üç kriterden ikisi tanımlandığında peritonit tanısı konur: ekstrakte edildiğinde bulanık diyalizat sıvısı, 100'den fazla inflamatuvar hücre/μl içeren ekstrakte edilmiş diyalizat sıvısı veya ekstrakte edilmiş diyalizat çözeltisinde pozitif bir bakteri kültürü testi ve peritonitin klinik semptomatoloji özelliğidir (Vițălaru, 2020). Peritonit, periton diyalizinin en sık görülen komplikasyonudur. Periton diyalizi uygulanan hastalarda plevral efüzyon ve dispne nadir görülen komplikasyonlardır. Plevral efüzyonlar hiperhidrasyon veya peluro-peritoneal sızıntılardan kaynaklanabilir (Vițălaru, 2020).

Hastanın hidrasyon durumunun, santral venöz basıncının, idrar çıkışının ve vücut ağırlığının dikkatle izlenmesi hiperhidrasyon insidansını azaltabilir. Karın içi basınca bağlı solunum yetmezliği ve verilen diyaliz sıvısı akımına göre solunum hızı dikkatle izlenmelidir. Karın içi basıncın solunum bozukluklarına neden olması durumunda diyalizat çözeltisinin hacmi azaltılmalıdır (Vițălaru ve Ștefănescu, 2021).

Diyaliz dengesizliği sendromu, periton diyalizinin çok nadir görülen bir komplikasyonudur ve konvülsif nöbetler, koma ve/veya ölümle karakterizedir. Bu, kan osmolaritesindeki ani düşüşe ikincildir (Polzin, 2006). Peritonit ile ilişkili periton membran değişimleri ve ultrafiltrasyon kaybı, periton diyalizinin en ciddi komplikasyonlarıdır (Vițălaru, 2020).

11. SONUÇ

Peritoneal diyaliz, veteriner hekimlikte daha eski bir teknoloji olmasına rağmen, böbrek yetmezliği olan hayvanların tedavisinde hala önemli bir rol oynayabilir. Nispeten düşük maliyetli ve basit teknik nedeniyle, daha gelişmiş böbrek replasman tedavisi türlerinin mevcut olmadığı durumlarda kullanıma uygundur. PD, ilkelerini ve tekniklerini anlamak, uygun kullanımını sağlamak için önemlidir. Her ne kadar avantajlarının yanında işlem için deneyimli ve nitelikli personele ihtiyaç vardır. Ayrıca, diyaliz sırasında görülebilen peritoneal kateter tıkanıklığı, elektrolit dengesizlikleri, hipoalbuminemi ve bakteriyel peritonit gibi riskler göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKÇA

- Acierno, M. J. (2011). Continuous renal replacement therapy in dogs and cats. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 135-146.
- Barry, M. (2007). Brenner and Rector's The Kidney. Philadelphia, PA: Saunders.
- Bartges, J., ve Polzin, D. (Eds.). (2011). *Nephrology and urology of small animals*. John Wiley & Sons.
- Bersenas, A. M. (2011). A clinical review of peritoneal dialysis. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 21(6), 605-617.
- Cooper, R. L., ve Labato, M. A. (2011). Peritoneal dialysis in veterinary medicine. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 91-113.
- Díaz, V. P., Ballesteros, S. S., García, E. H., Casado, E. D., Callejo, I. H., ve Perales, C. F. (2017). Intraperitoneal pressure in peritoneal dialysis. *Nefrología (English Edition)*, 37(6), 579-586.
- Donohoe, C. (2012). *Fluid therapy for veterinary technicians and nurses*. John Wiley & Sons.
- Elliott, D. A. (2011). Nutritional considerations for the dialytic patient. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 239-250.
- Holowaychuk, M. K., ve Monteith, G. (2011). Ionized hypocalcemia as a prognostic indicator in dogs following trauma. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 21(5), 521-530.
- Langston, C. A., Poeppel, K., ve Mitelberg, E. (2010). AMC dialysis handbook. New York: Animal Medical Center, 3.

- Mazzaferro, E. M. (Ed.). (2017). Blackwell's five-minute veterinary consult clinical companion: small animal emergency and critical care. John Wiley & Sons.
- Munteanu, R. M., Scoicaru, L. O., Militaru, M., Gagniuc, E., Micsa, C., Togoe, D., ... ve Birtoiu, A. I. (2017). Comparison of benign and malignant mammary tumors in dogs through Raman spectroscopy: two clinical cases.
- Polzin, D. (2006). Treating canine kidney disease: an evidence-based approach.
- Ross, L. A., ve Labato, M. A. (2013). Current techniques in peritoneal dialysis. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 23(2), 230-240.
- Ross, S. (2011). Anticoagulation in intermittent hemodialysis: pathways, protocols, and pitfalls. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 163-175.
- Ross, S. (2011). Anticoagulation in intermittent hemodialysis: pathways, protocols, and pitfalls. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 163-175.
- Vițalaru, A. B. (2020). Peritoneal dialysis in dogs and cats. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 71(4), 2419-2424.
- Vițalaru, B. A., ve Micșa, C. (2015). Peritoneal dialysis in acute renal and liver failure. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 392-396.
- Vițalaru, B. A., ve Ștefănescu, A. (2021). *Peritoneal Dialysis in small animals*. Sciendo.

KÜÇÜK HAYVAN HEKİMLİĞİNDE HEMODİYALİZ UYGULAMALARI

Tuğrul KIRKULAK¹

Gülten Emek TUNA²

1. GİRİŞ

Renal replasman tedavisi, böbreğin boşaltım ve düzenleyici fonksiyonu ile bazı sentetik sorumluluklarını yerine getirmek için tasarlanmış çeşitli tedavi yöntemlerini tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Renal replasman tedavileri intrakorporeal (örn. böbrek nakli, peritonal diyaliz) ve ekstrakorporeal (örn. hemodiyaliz) olarak sınıflandırılabilir. Böbrek nakli, doğal böbreklerin işlevini yerine getirmesi amaçlanan bir donör böbrek grefti sağlanmasına dayanır. Son dönem böbrek hastalığı vakalarına mahsustur ve oldukça nadir yapılır. Diğer yöntemler, üremik çözünen maddelerin temizlenmesi, asit-baz ve elektrolit dengesinin restorasyonu için difüzyon, konveksiyon ve adsorpsiyon prensiplerine dayanmaktadır. Bu prensiplere dayanan yöntemler arasında en sık uygulanan teknik ise diyalizdir.

Veteriner hekimlikte peritonal ve hemodiyaliz uygulamaları yapılmaktadır. Hemodiyaliz, solütlerin kan ve diyalizattan birinden diğerine konsantrasyon gradyentine göre pasif olarak diffüzyon yoluyla geçtiği, bir cihaz yardımıyla gerçekleştirilen yöntemdir.

¹ Ar. Gör., Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner İç Hastalıkları Anabilim Dalı, tkirkulak@nku.edu.tr, ORCID: 0009-0009-0239-166X.

² Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Veteriner İç Hastalıkları Anabilim Dalı, emektuna@adu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9729-8813.

2. HEMODİYALİZ

Hemodiyaliz (HD), üremik sendromun karakteristiği olan azotemi, aşırı sıvı yükünü, elektrolit ve asit-baz anormalliklerini iyileştirmek için hasta kanının ekstrakorporeal dolaşımını kullanan terapötik bir prosedürdür (Ştefănescu ve diğeri, 2018). Geleneksel tıbbi tedaviye dirençli akut ve kronik böbrek yetmezliğinin tedavisinde kullanılır. Ayrıca, akut zehirlenmeler (örn. etilen glikol zehirlenmesi) ve böbrek nakli alıcılarının ameliyat öncesi stabilizasyonunda da kullanılmaktadır (Alina ve diğeri, 2017). Kritik hastalarda prosedürün bütünlüğünü ve güvenliğini sağlamak için kapsamlı bir dizi gelişmiş uygulama ekipmanı ve özel olarak eğitilmiş personel gerektiren, teknik açıdan oldukça zorlu bir prosedürdür (Elliott, 2000).

İlk hemodiyaliz uygulaması, 1913 yılında Abel, Rowntree ve Turner tarafından, modern içi boş fiber diyaliz cihazının öncüsü olan seloidin tüplerinden oluşan "yapay böbrek" kullanılarak köpeklerde deneysel olarak gerçekleştirilmiştir (Cowgill ve Guillaumin, 2013). Köpeklerde klinik olarak kullanımı 1960 yılında başlamış ve 1970'li yılların başına kadar devam etmiş, bu çabalar tedavi edici uygulamalara yönelmiştir. 1980'lerin başında kullanılan damar erişim tekniği Quinton Scribner'in modifiye ettiği yöntemdir. Bu yöntem, arteriyovenöz şantlar (AV), çift lümenli santral venöz kateterlerin kullanımı ve anatomik yapısı nedeniyle köpeklerde hemodiyaliz tekniğinde devrim yaratmıştır (Cowgill ve Guillaumin, 2013). Daha sonraki yıllarda, J. Abel, hastalardan alınan arteriyel kanı bir antikoagülanla karıştırmış, kanı sıvı içinde asılı duran yarı geçirgen zarlara bölen bir cihazdan geçirmiş ve ardından kanı hastaya geri yönlendirmiş ve böylece hastanın kanının, değiştirilebileceğini göstermiştir (Alina ve diğeri, 2017).

Hemodiyaliz hizmetleri sağlamaya yönelik ilk klinik program 1990 yılında California-Davis Üniversitesi'nde kurulmuştur. Günümüz sistemlerinin teknolojik ilerlemeleri hemodiyaliz uygulanan hayvanlarda etkinlik, tolerans ve güvenlik sağlamıştır (Cowgill ve Guillaumin, 2013).

3. HEMODİYALİZ TİPLERİ

Günümüzde iki hemodiyaliz metodu kullanılmaktadır. Bunlar aralıklı hemodiyaliz (AHD) ve sürekli renal replasman tedavisi (SRRT)'dir.

Aralıklı hemodiyaliz, endojen veya eksojen toksinlerin kan dolaşımından uzaklaştırılması amacıyla kısa ve etkili hemodiyaliz seanslarıyla tanımlanan bir renal replasman tedavisidir. AHD için yaygın endikasyonlar arasında ilaç veya toksin alımı, akut böbrek hasarı (ABH) ve kronik böbrek hastalığı (KBH) yer alır. Seanslar, toksin alımında yaygın olduğu gibi bir kez yapılabilir veya sıklıkla ABH'de yapıldığı gibi, birkaç gün veya daha uzun süre boyunca her gün veya günde bir tekrarlanabilir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

Bazen seanslar KBH'de olduğu gibi hastanın yaşamı boyunca haftada 2 veya 3 kez de yapılabilir. Seanslar geleneksel olarak 1- 6 saat uzunluğundadır ancak hastanın stabilitesine ve seansın verimliliğine bağlı olarak daha uzun da sürebilir. AHD, SRRT'den daha etkili bir yöntem olarak tasarlanmıştır. Bu durum, AHD seanslarının, diyaliz edilebilir küçük molekülleri (BUN, Cr, PO4-3, elektrolitler ve bazı ilaçlar ve toksinler) kan dolaşımından SRRT'ye göre daha hızlı bir şekilde uzaklaştırdığı anlamına gelir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021). Tedavi seansları arasında (diyaliz arası dönem) bu diyaliz edilebilir moleküller kan dolaşımında tekrar artabilir (Bloom ve Labato, 2011).

Sürekli renal replasman tedavisi, daha yeni geliştirilen bir kan saflaştırma yöntemidir. SRRT sürekli bir süreçtir ve tedavi başladıktan sonra böbrek fonksiyonu geri dönene veya hasta aralıklı diyalize geçinceye kadar tedavi devam eder. Sürekli çalışma, normal bir böbreğin işleyişine daha çok yaklaşmaktadır (Bloom ve Labato, 2011). SRRT, AHD'ye benzetilmektedir. Çünkü hasta kanı, bir diyalizör içinde binlerce yarı geçirgen zardan geçirilir. Bununla birlikte, AHD öncelikli olarak yaygın bir tedavi olmasına karşın, SRRT difüzyon, konveksiyon ve daha az ölçüde adezyon kullanır. SRRT'nin AHD'ye kıyasla birçok önemli avantajı vardır. Tekniğin yavaş ve kademeli doğası, elektrolitlerin ve asit baz dengesinin daha iyi kontrolünü sağlar (Bloom ve Labato, 2011).

Aralıklı hemodiyalizin amacı, difüzyon kullanarak hastanın üremik, asit-baz ve sıvı durumunda kısa sürelerde dramatik değişiklikler yapmaktır; bu nedenle önemli miktarlarda saf diyalizat gerekir. Bu tekniğin temini ve bakımı oldukça maliyetlidir (Bloom ve Labato, 2011).

4. HEMODİYALİZ PRENSİBİ

Hemodiyaliz sırasında kullanılan ana faktörler; difüzyon, konveksiyon ve adsorpsiyondur. HD'de difüzyon, çözünen maddelerin ve sıvıların değişimi için en yaygın kuvvettir. Konveksiyon ve adsorpsiyon genellikle daha az bir rol oynar. Difüzyon sırasında çözünen maddeler yüksek konsantrasyonlu alanlardan düşük konsantrasyonlu bölgelere doğru hareket eder. Solütler, hareketleriyle içinde çözündükleri kan veya diyaliz sıvısı bölmesini terk eder, diyaliz membranını geçer ve karşı sıvı bölmesine girer. BUN, kreatinin ve elektrolitler gibi kan çözünenleri, yarı geçirgen diyaliz cihazı membranından diyalizat içerisine difüze edilir ve bu da atılır (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

Bikarbonat ve bazı elektrolitler gibi diyalizattaki yüksek konsantrasyondaki çözünenler, kandaki konsantrasyon gradyanına göre diyalizör membranı boyunca yayılır. Difüzyon, BUN ve kreatinin, Na^+ , K^+ , PO_4^{-3} ve Mg^{+2} dahil olmak üzere düşük molekül ağırlıklı molekülleri kandan uzaklaştırmada en iyisidir (Ştefănescu ve diğeri, 2021).

Diyalizörün yarı geçirgen membranlarında dolaşan kan, sıvı (ultrafiltrat) ve çözünmüş solütleri kandan dışarı, diyalizör membranına ve atılan diyalizatın içine iten pozitif transmembran basıncına maruz kalır. SRRT'de yaygın olan ancak AHD'de olmayan konveksiyon, düşük ve orta molekül ağırlıklı moleküllerin kandan uzaklaştırılmasında en iyi yöntemdir. Orta moleküller, birçok inflamatuvar aracının yanı sıra üremik toksinleri de içerir (Yeun ve Depner, 2000).

5. ARALIKLI HEMODİYALİZ VE SÜREKLİ RENAL REPLASMAN TEDAVİSİNİN ENDİKASYONLARI

Tıbbi tedavinin olumlu bir sonuç elde edemediği durumlarda AHD uygun olabilir. Bu nedenle, önemli veya artan azotemi, elektrolit anormallikleri veya tıbbi tedaviye yanıt vermeyen asidoz vakalarında AHD endikedir. AHD ayrıca uygun tıbbi tedaviye yanıt alınamayan oligüri ve anüri vakalarında da endikedir. AHD, KBH'li insanların tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Yeun ve Depner, 2000).

Aralıklı hemodiyaliz, Veteriner hekimlikte KBH'nin tedavisi için uygulanan nadir yöntemlerden biridir. KBH'li hastalarda AHD endikasyonları arasında kronik ilerleyici azoteminin, hiperkaleminin ve aşırı sıvı yükünün azaltılmasının yanı sıra böbrek nakli öncesi stabilizasyon yer alır (Yeun ve Depner, 2000).

Aralıklı hemodiyaliz, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu, sepsis veya diğer ciddi inflamatuvar durumu olan hastalarda, filtrasyon ve inflamatuvar medyatörlerin uzaklaştırılması yoluyla ya da aşırı sıvı yüklenmesi ve konjestif kalp yetmezliği olan hastalarda, ultrafiltrasyon ve fazla intravasküler sıvı hacminin aferez yoluyla uzaklaştırılması yoluyla rutin tedavinin bir parçası haline gelebilir (Groman, 2010).

Sürekli renal replasman tedavisinin en yaygın endikasyonu, böbrek fonksiyonunun yakın gelecekte geri dönmesinin beklendiği veya AHD'e geçecek hastalarda ABH'nin tedavisidir. SRRT, *Leptospirosis*, tümör lizis sendromu, sıcak çarpması, üreteral tıkanıklıkların ameliyat öncesi ve sonrası desteğinin yanı sıra aminoglikozid ve melamin toksisiteleri olan hastalarda kullanılmaktadır (Claus ve diğerleri, 2011). Son çalışmalar, köpeklerde propilen glikol intoksikasyonlarında SRRT ile dönüşümlü bolus %20 etanol kullanılmasının başarılı sonuçlar verdiğini göstermiştir (Claus ve diğerleri, 2011). Ayrıca, SRRT diüretik dirençli konjestif kalp yetmezlikli hastaların tedavisinde de kullanılmaktadır. Ancak bu tedavi henüz evcil hayvanlarda değerlendirilmemiştir (Claus ve diğerleri, 2011).

6. KAN AKIM HIZI İLE HEMODİYALİZ SEANSLARININ SÜRESİ VE SIKLIĞI

Üreminin ciddiyetine bağlı olarak, ilk seansın istenen verimliliğini hesaplamanın bir yolu, BUN seviyesinde belirli bir yüzde azalma elde etmek için diyalizörde işlenmesi gereken kan hacmini belirleyen için üre azaltma oranını (URR) kullanmaktır (Langston ve diğerleri, 2010).

Aralıklı hemodiyalizde, kan akım hızı, BUN ve K^+ temizlenmesi de dahil olmak üzere küçük moleküllerin temizlenmesinin primer belirleyicisidir. Bu nedenle diyaliz

reçetesine başlamanın bir yolu, istenen URR'yi belirlemek, istenen URR'yi elde etmek için makinenin kilogram vücut ağırlığı başına işlemesi gereken kan hacmini belirlemek ve genellikle 1,5-2 olarak istenen seans uzunluğunu belirlemektir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

İlk seans 1 saat, ikinci seans 3 saat, üçüncü ve dördüncü seans ise 4 ile 5 saat arasındadır. Hasta vücut ağırlığı, işlenecek kan hacmi ve istenilen seans uzunluğu kullanarak kan akım hızını ml/kg/dakika cinsinden ayarlanabilmektedir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

Kan akım hızı genellikle seansın başlangıcında düşük olarak ayarlanır ve hipotansiyon veya mide bulantısını önlemek için seansın ilk 30 dakikasında yavaş yavaş öngörülen kan akım hızına artırılır (Elliott, 2000). Cowgill ve Guillaumin (2013), ile Elliott (2008), diyaliz öncesi BUN düzeyi 180 mg/dl'nin üzerinde olan hayvanlar için 1-2 ml/kg/dakika kadar düşük kan akım hızlarını önermektedir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

Kronik böbrek hasarlı hastaların AHD'si için seanslar haftada 2 veya tercihen 3 kez gerçekleştirilir. Haftada iki seans, diyaliz seansları arasında belirgin geri tepme solüt birikimini önlemek için yalnızca yeterli rezidüel böbrek fonksiyonuna sahip hastalar için uygundur. Hastanın başlangıç BUN düzeyi ve damar yolu bu yüksek hızı tolere edebiliyorsa, kan akım hızı hedefleri 15-25 ml/kg/dk olarak ayarlanabilir. Seansın uzunluğuna ilişkin hedefler yine hasta tarafından iyi tolere edildiği takdirde kedilerde 4 saat, köpeklerde ise 5 saattir (Langston ve diğerleri, 2010; Cowgill ve Guillaumin, 2013).

Elliott (2008), şiddetli üremisi olan (BUN düzeyi > 250 mg/dl) küçük hastalar için, kan akım hızı 2 ml/kg/dk'nın altında olan, 8 saate kadar uzun, yavaş tedavi seansları önermektedir. Akut ve kronik böbrek yetmezlikleri için, tedavi hedeflerine bağlı olarak daha uzun seanslar hem uygulanabilir olan hem de arzu

edilendir. Diyaliz seansları arasında çözünen maddeler yeniden birirmektedir. Bu nedenle, her hasta için uygun diyaliz reçetelerinin ve diyaliz arası tedavilerin optimize edilmesi amacıyla diyaliz seansının başında, sonunda ve diyaliz seansları arasında kan tahlili yapılmalıdır (Ştefănescu ve diğeri, 2021).

7. VENÖZ ERİŞİM VE SANTRAL VENÖZ KATETERLER

Damar erişimi, başarılı ekstrakorporeal renal replasman tedavisinin (ERRT) ilk ve en temel gereksinimidir. Yeterli şekilde çalışan bir diyaliz kateteri, sorunsuz ve etkili hasta yönetimine olanak tanır. Minimal düzeyde trombojenik, esnek ve damar duvarını tahriş etmeyen bir kateter yapmak için çeşitli malzemeler kullanılmaktadır (Chalhoub ve diğeri, 2011).

Kanın eş zamanlı alınmasına ve geri verilmesine olanak sağlamak için diyaliz kateterinde 2 lümen bulunur. Kateterler merkezi bir toplardamar içerisine yerleştirilse de vücuttan kan çıkışını sağlayan lümene genellikle arteriyel port veya erişim portu, kanın vücuda geri dönüşünü sağlayan lümene ise venöz port veya dönüş portu adı verilir. Arteriyel lümen, tedavinin etkinliğini azaltacak olan diyalizörden dönen kanın alımını (erişim devridaimi) önlemek için genellikle venöz dönüş lümeninden daha kısadır (Ştefănescu ve diğeri, 2021).

Bazı durumlarda kanın çıkış ve dönüşünü sağlamak için ayrı damarlara veya aynı damara 2 adet tek lümenli kateter yerleştirilir. Tek açıklığı olan lümenlerde (uçta veya yan portta), trombozdan veya fibrin kılıfından kaynaklanan kısmi tıkanma, kateter fonksiyonunu yeterli diyaliz sağlayamayacak noktaya kadar azaltabilir. Birden fazla porta sahip olunması tam tıkanma riskini azaltır. Portlar kateterin etrafında çevresel olarak konumlandırılırsa, damar duvarı kateterin bir tarafındaki portlara doğru çekilse bile karşı tarafta kan akımı devam edebilir. Yan

portlar küçükse, kan tercihen uçtan akar ve yan portları gereksiz hale getirir. Yan portların büyük olması kateteri zayıflatır ve diyaliz tedavileri arasında kateterden dışarı çıkan heparin miktarını artırır (Chalhoub ve diğerleri, 2011).

Geçici kateterler tünelsiz, kelepçesiz kateterler olarak adlandırılmalıdır. Türüne bağlı olarak geçici kateter 4 hafta kadar kullanılabilir. KBH şüphesi olmayan ve kronik diyaliz gerektirmeyen durumlarda geçici kateter uygun seçimdir (Chalhoub ve diğerleri, 2011). Kalıcı hemodiyaliz kateterleri genellikle Dacron'dan yapılmış bir dış manşete sahiptir. Kateter, kateterin damara girdiği yerden birkaç santimetre uzaktaki bir deri altı cebine yerleştirilir. Kalıcı kateterlerin lümenlerinin uçları ayrılmış olabilir, böylece intravenöz kısım aynı damara yerleştirilen 2 ayrı kateter gibi davranır. Uçların ayrılmasıyla, yan portlar her lümene çevresel olarak yerleştirilebilir ve uçların artan esnekliği ve bunların her kalp döngüsündeki hareketi, fibrin kılıfı oluşumunun azaltılmasına yardımcı olabilir (Chalhoub ve diğerleri, 2011). Kronik hemodiyaliz alan hastalarda tercih edilen erişim yolu arteriovenöz fistül veya greftten oluşan bir diğer damar erişimidir. Bir arter, bir otolog ven bölümü veya sentetik greft (tipik olarak PTFE) kullanılarak diğer bir damara cerrahi olarak anastomoz edilir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

8. KATETER BAKIMI VE YÖNETİMİ

Ekstrakorporeal renal replasman tedavi kateteri, yalnızca ERRT prosedürleri için ve ERRT personeli tarafından kullanılmalıdır. Her ERRT tedavisinde çıkış yeri kontrol edilmeli ve antiseptik solüsyonla temizlenmelidir. ERRT kateterine her tedavinin başında ve sonunda veya herhangi bir zamanda erişildiğinde, kateter portları 3-5 dakika süreyle aseptik bir fırçalama işlemine tabi tutulmalıdır. Kullanılmadığı zaman

kateter yerine bandajlanır ve tamamen kapatılır (Chalhoub ve diğerleri, 2011).

Kademeli olarak tromboz veya darlık meydana gelirse kateter işlevi zamanla azalabilir veya performans aniden düşebilir. Her diyaliz tedavisinde fonksiyonu izlemenin basit bir yolu, arteriyel odacıktaki (ön pompa) basınç 200 mm Hg olduğunda kan hızını kaydetmektir. Standartlaştırılmış bir basınçta kan hızındaki kademeli bir düşüş, kateter arızasını öngörür. Arteriyel basınç -200 ila -250 mm Hg'nin üzerinde tutulmalıdır çünkü daha negatif değerlerde makinede gösterilen pompa hızı muhtemelen gerçek kan akımından daha yüksektir. Kateter tasarımı, uzunluğu kısaltmak yerine iç çapı artırarak akım direncini düşürmeye odaklanmalıdır (Chalhoub ve diğerleri, 2011).

9. İLAÇ VE TOKSİNLERİN EKSTRAKORPOREAL OLARAK UZAKLAŞTIRILMASI

Kullanılan ekstrakorporeal tedavinin türü ilacın ve toksinin uzaklaştırılma derecesini büyük ölçüde etkileyebilir (Bayliss, 2010). Sistemik pH seviyeleri, vücut sıvısı bileşimi, doku perfüzyonu, rezidüel böbrek fonksiyonu ve böbrek dışı eliminasyon yollarının katkısı, klirensi etkileyebilir (Choi ve diğerleri, 2009;). Temizleme, birim zamanda bir çözünen maddenin uzaklaştırıldığı teorik kan hacmini tanımlar (Choi ve diğerleri, 2009; Bayliss, 2010). Bir hastanın doğal klirensi, çözünen maddenin glomerüler bazal membrandan geçme yeteneğine bağlıdır. Tübüler sekresyon veya yeniden emilimden etkilenebilir ve moleküler ağırlığın, yükün ve idrar akış hızının bir fonksiyonudur (Choi ve diğerleri, 2009; Bayliss, 2010).

10. ANTİKOAGÜLASYON

Veteriner AHD'de kullanılan en yaygın antikoagülan, fraksiyonel olmayan heparindir. Antikoagülasyonun diğer bir yöntemi de bölgesel sitrat kullanımıdır. Sitrat, ekstrakorporeal devreye girerken hastanın kanına verilir ve kandaki Ca^{2+} 'u şelatlayarak kanın pıhtılaşmasını engeller. Hastanın hipokalsemik hale gelmesini önlemek için Ca^{2+} infüzyon olarak geri yüklenir. Sitrat, AHD'de sürekli tedavilerde olduğu kadar sık kullanılmaz. Ancak, bazı hastalarda faydalı olabilir. Sitrat bölgesel antikoagülasyonu kullanıldığında antikoagülasyon düzeyi, ekstrakorporeal devredeki iyonize Ca^{2+} konsantrasyonu ölçülerek değerlendirilir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021).

Sitrat vücutta bikarbonata dönüştürülür. Bu nedenle, hem iyonize Ca^{2+} 'u hem de pH'ı ölçebilen bir kimya analizörü gereklidir (Poeppel ve diğerleri, 2011). Aralıklı hemodiyaliz sırasında hastanın kanı, diyaliz kateteri, kan boruları, bölmeler ve başlıklar ile diyalizör membranının geniş yüzey alanı dahil olmak üzere birçok maddeye maruz kalır. Bu yüzeyler değişken derecelerde trombojenite sergiler (Suranyi ve Chow, 2010).

Güvenli ve etkili bir diyaliz tedavisi sağlamak için, hastada aşırı kanamaya neden olmadan ekstrakorporeal devredeki trombozu önleyecek uygun düzeyde antikoagülasyon sağlanmalıdır. Diyaliz sırasında ekstrakorporeal devrenin dikkatli bir şekilde izlenmesi potansiyel pıhtılaşma sorunlarının göstergesi olabilir. En basit değerlendirme yöntemi görsel incelemedir (Ştefănescu ve diğerleri, 2021). Devre içindeki çok koyu renkli kan, diyalizör içindeki çizgiler veya arteriyel veya venöz odacıkların duvarlarında fibrin varlığı pıhtılaşmaya işaret edebilir ve arteriyel kan hattını geçici olarak tıkarken devrenin %0,9 NaCl ile yıkanmasıyla daha ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir (Ross, 2011).

Veteriner hekimlikte, rutin aralıklı hemodiyalizde antikoagülasyon tipik olarak diyaliz tedavisine başlamadan 5 dakika önce standart dozda heparinin (10-50 U/kg) bolus şeklinde sistemik olarak uygulanmasından oluşur. Daha sonra devrenin arteriyel koluna sürekli heparin (10-50 U/kg/saat) infüzyonu ile yeterli antikoagülasyon sağlanır. Heparin infüzyonu veya bolus uygulaması, hastanın kanama riskine ve ekstrakorporeal devredeki pıhtılaşmanın derecesine bağlı olarak tedavinin bitiminden 30 dakika öncesinde durdurulabilir veya tedavi süresince devam ettirilebilir. HD'ye başvuran bazı hastalarda sistemik antikoagülasyon kontrendike olabilir (Ross, 2011).

11. HEMODİYALİZİN KOMPLİKASYONLARI

Aralıklı hemodiyaliz komplikasyonları geniş olarak rapor edilmiştir. Bunlar arasında hipotansiyon, hipovolemi, damar erişim sorunları; nörolojik, solunum, hematolojik ve gastrointestinal komplikasyonlar (üremik ülserasyona sekonder kanama, aşırı heparinizasyon, koagülopati veya ekstrakorporeal kan hacminin tamamının hastaya geri verilemediği filtre veya hat pıhtılaşmasına bağlı sekonder kan kaybı) yer almaktadır. AHD seansları sırasında ultrafiltrasyon ve büyük ekstrakorporeal kan hacimlerinin bir sonucu olarak hipotansiyon ve hipovolemi meydana gelebilir ve kan kaybının bir sonucu olarak seans sırasında veya seanslar arasında devam edebilir (Cowgill ve Guillaumin, 2013; Elliott, 2000).

Aralıklı hemodiyaliz olgularının yaklaşık %50'sinde hipotansiyon ve hipovolemi sorunu vardır (Langston ve diğerleri, 2010). AHD hastalarında altta yatan hastalık, komplikasyonlar veya böbrek yetmezliği ya da her ikisinin bir sonucu olarak solunum belirtileri ortaya çıkabilir. Solunum komplikasyonları arasında üremik pnömoni ve pulmoner kanama, plevral efüzyon

ve pulmoner ödem, hipoksemi, hipoventilasyon ve pulmoner tromboembolizm yer alır (Elliott, 2000).

Hipoksemi ve hipoventilasyon, kritik hasta veya nörolojik bozukluğu olan hastada solunum yetmezliğinden kaynaklanabilir. Bununla birlikte hipoksemi, pulmoner kanama, pnömoni, enfeksiyöz pnömoni, ödem veya pulmoner tromboembolizme neden olan ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu sonucu difüzyon yetmezliğinden kaynaklanabilir (West, 2012).

Aralıklı hemodiyaliz hastalarında anemi, trombositopeni ve lökopeni gibi hematolojik komplikasyonlar da yaygındır. Bu komplikasyonlara birincil hastalık neden olabilir. Anemi, KBH'nin yaygın bir bulgusudur. Anemi ve trombositopeni, sistemik inflamatuvar yanıt sendromunda yaygın olan koagülopati ve vaskülitten kaynaklanabilir. Ayrıca lökopenide, enfeksiyöz veya inflamatuvar süreçlerden kaynaklanabilir. Trombositopeni, diyaliz membranı ile temas aktivasyonuna ve hastalığa özgü veya iyatrojenik koagülopatinin bir sonucu olarak pıhtılaşma kaskadının desteklenmesi sonucu sekonder olarak ortaya çıkabilir; oysa lökopeni, beyaz kan hücrelerinin diyaliz membranı ile etkileşimi sonucu geçici olarak ortaya çıkar (Elliott, 2000).

Mide bulantısı, kusma ve iştahsızlık gibi gastrointestinal komplikasyonlar üremik hayvanlarda yaygındır ve aynı zamanda diyalizin neden olduğu hipotansiyon, diyalizat kontaminantları ve uyumsuz kan transfüzyonu reaksiyonlarının bir komplikasyonu da olabilir (Elliott, 2000; Ross, 2011).

Sürekli renal replasman tedavisinin en önemli komplikasyonu pıhtılaşmadır. Uygun heparin yönetimine rağmen SRRT devresinin pıhtılaşması kaçınılmazdır. Bunu önlemek içinse uygun antikoagulan kullanımına dikkat edilmelidir (Elliott, 2000; Ross, 2011).

Hipotansiyon başka bir potansiyel komplikasyondur. Tedavinin başlangıcındaki kan basıncı düşüşünün nedeni

muhtemelen çok faktörlü olsa da SRRT devresini doldurmak için gereken kan miktarı da kısmen bunun nedenidir (Sulowicz ve Radziszewski, 2006).

Kateter komplikasyonları açısından tromboz en sık görülen komplikasyonlardan biridir. Hemodiyaliz kateterleri mümkün olan en az trombojenik malzeme kullanılmasına rağmen yüksek tromboz oranına sahiptir. İntralüminal trombozu önlemek için kateterin her iki portu da her kullanımdan sonra salin veya heparinize salinle yıkanmalıdır (büyük bir kateter için yaklaşık 10-12 ml, daha küçük kateterler için 3-6 ml) (Thomas ve diğerleri, 2007). Hemodiyaliz hastalarında enfeksiyon en tehlikeli kateter komplikasyonudur ve büyük olasılıkla morbiditenin başlıca nedenidir (Sulowicz ve Radziszewski, 2006).

12. SONUÇ

Hemodiyaliz, tıbbi tedaviye yeterince yanıt vermeyen böbrek hasarı olan hastalarda sonuçları iyileştirmek için yararlı ve uygulanabilir bir yöntemdir. Akut veya kronik böbrek hasarı olan hastalarda hemodiyalizi sürdürme kararı, başarılı bir sonuç olasılığını artırmak için mümkün olduğu kadar çabuk verilmelidir. Aralıklı hemodiyaliz işlemi için, böbrek fizyolojisinin yanı sıra diyalizle ilgili prensip ve mekanizmaların da tam olarak anlaşılmasını gerektirir. Sürekli renal replasman tedavisi, daha yeni geliştirilen bir kan saflaştırma yöntemidir. Akut ve kronik böbrek yetmezliğinin yanı sıra *Leptospirosis*, tümör lizis sendromu, sıcak çarpması, üreteral tıkanıklıkların ameliyat öncesi ve sonrası desteğinin yanı sıra aminoglikozid ve melamin toksisiteleri olan hastalarda kullanılmaktadır. Son çalışmalar, köpeklerde propilen glikol intoksikasyonlarında ve diüretiğe dirençli konjestif kalp yetmezliği olan hastaları tedavi etmek için de kullanılmıştır. Her iki yöntemde de yoğun yapısı bulundurması, kateter performansının izlenmesi, uzun süren özel

bakım ihtiyacının olması, tromboz ve enfeksiyon riski barındırması nedeniyle de dezavantajlara sahiptirler. Ayrıca, her iki yöntem içinde ekipmanın operasyonları ve bakımı konusunda bilgi sahibi olan özel personel gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Alina, Ş., Viţălaru, B. A., ve Bîrţoiu, I. A. (2017). Hemodialysis in veterinary medicine: review. *Agriculture for life, life for agriculture*.
- Bayliss, G. (2010). Dialysis in the poisoned patient. *Hemodialysis International*, 14(2), 158-167.
- Bloom, C. A., ve Labato, M. A. (2011). Intermittent hemodialysis for small animals. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 41(1), 115-133.
- Chalhoub, S., Langston, C. E., ve Poeppel, K. (2011). Vascular access for extracorporeal renal replacement therapy in veterinary patients. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 147-161.
- Choi, G., Gomersall, C. D., Tian, Q., Joynt, G. M., Freebairn, R., ve Lipman, J. (2009). Principles of antibacterial dosing in continuous renal replacement therapy. *Critical care medicine*, 37(7), 2268-2282.
- Claus, M. A., Jandrey, K. E., ve Poppenga, R. H. (2011). Propylene glycol intoxication in a dog. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 21(6), 679-683.
- Cowgill, L. D., ve Guillaumin, J. (2013). Extracorporeal renal replacement therapy and blood purification in critical care. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*, 23(2), 194-204.
- Elliott, D. A. (2000). Hemodialysis. *Clinical techniques in small animal practice*, 15(3), 136-148.
- Groman, R. (2010). Apheresis in veterinary medicine: therapy in search of a disease. In *Proceedings of the Advanced Renal Therapies Symposium* (pp. 26-32).

- Langston, C. A., Poeppel, K., ve Mitelberg, E. (2010). AMC dialysis handbook. *New York: Animal Medical Center*, 3.
- Poeppel, K., Langston, C. E., ve Chalhoub, S. (2011). Equipment commonly used in veterinary renal replacement therapy. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 177-191.
- Ross, S. (2011). Anticoagulation in intermittent hemodialysis: pathways, protocols, and pitfalls. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 41(1), 163-175.
- Ștefănescu, A., Vițălaru, B. A., ve Bîrțoiu, I. A. (2017). Hemodialysis in veterinary medicine. *Scientific Works. Series C, Veterinary Medicine*, 63(2).
- Sulowicz, W., ve Radziszewski, A. (2006). Pathogenesis and treatment of dialysis hypotension. *Kidney International*, 70, S36-S39.
- Suranyi, M., ve Chow, J. S. (2010). Anticoagulation for haemodialysis. *Nephrology*, 15(4), 386-392.
- Ștefănescu, A., Vițălaru, A. B., Roșca, M., Mihai, S. A., ve Codreanu, M. D. (2021). Researches regarding the hemodialysis therapy according to the urea reduction rate.
- Thomas, C. M., Zhang, J., Lim, T. H., Scott-Douglas, N., Hons, R. B., Hemmelgarn, B. R., ve Alberta Kidney Disease Network. (2007). Concentration of heparin-locking solution and risk of central venous hemodialysis catheter malfunction. *ASAIO journal*, 53(4), 485-488.
- West, J. B. (2012). *Respiratory physiology: the essentials*. Lippincott Williams ve Wilkins.
- Yeun, J., ve Depner, T. (2000). Dialysis principles. *Dialysis and transplantation: A companion to Brenner & Rector's The Kidney*. Philadelphia: WB Sanders, 1-32.

VETERİNER İÇ HASTALIKLARI DEĞERLENDİRMELERİ

yaz
yayınları

YAZ Yayınları
M.İhtisas OSB Mah. 4A Cad. No:3/3
İscehisar / AFYONKARAHİSAR
Tel : (0 531) 880 92 99
yazyayinlari@gmail.com • www.yazyayinlari.com