



Kedilerde Üst Üriner Sistem Hastalıklarının Değerlendirilmesinde Doppler Ultrasonografinin Kullanılması

Hikmet Elif ÇAMLİ¹ Ali KUMANDAŞ^{1,*} ¹ Kırkkale Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, 71450, Kırkkale, Türkiye

Geliş Tarihi: 27.10.2022

Kabul Tarihi: 07.03.2023

ÖZ

Doppler ultrasonografi ile böbrek hastalığından şüphelenilen kedi ve köpeklerde olası böbrek hastalıklarının teşhisine yönelik çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada, kedilerde böbrek hastalıklarının erken tanısında Doppler ultrasonografinin kullanılabilirliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Doppler ultrasonografi erken tanı için böbrek hastalığı olan hayvanların ayırt edilebilirliğini veya farklılıklarını belirlemek için kullanıldı. Üriner sistem rahatsızlığı olduğu belirlenen 10 adet kedi ve herhangi bir rahatsızlığı olmayan sağlıklı olduğu tespit edilen 11 adet kedi olmak üzere toplam 21 adet farklı ırklarda kedi çalışmaya dahil edildi. Tüm kedilerin her iki böbreği ultrasonografik olarak incelenerek Doppler yardımıyla Renal Pulsative index (RPI) ve Renal Resistive index (RRI) değerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmaya dahil edilen hayvanlar sakin mizaçlı oldukları için sedasyona gerek kalmadan muayeneler yapıldı. Klinik muayenelerinin ardından alınan kan örnekleri hemogram ve biyokimyasal testlere tabi tutuldu. Daha sonra ultrasonografik olarak böbrekler değerlendirilmiştir. Çalışmada Doppler sonrası elde edilen veriler kayıt altına alınarak hastalık ilişkisi kurulmaya çalışılmıştır. Sağlıklı kedilerde, sağ böbrek ve sol böbrek arasında RRI açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktu. Sol böbrek için, RI, kronik böbrek ve akut böbrek hasarı olan hayvanlarda önemli ölçüde daha yüksekti ($p<0.001$). Kan biyokimya değerleri karşılaştırıldığında ise özellikle Kreatinin, BUN, ve BUN/CRE değerlerinin gruplar arasında anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Her iki grupta da böbrekteki RI değeri üzerinde yaş veya cinsiyetin anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlendi. Sonuç olarak böbrek hastalığı veya hasarı olan pet hayvanlarda RI değerleri değişkenlik gösterdiğinden taramalarda saptanan hem RI hem de PI değerlerinin erken dönemde değişikliklerin klinik olarak belirlenmesi ve akut böbrek yetmezliklerinde erken teşhis için faydalı olabileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Böbrek yetmezliği, Doppler ultrasonografi, Evcil kediler, Renal kan akımı.

ABSTRACT

Using Doppler Ultrasonography in the Evaluation of Upper Urinary System Diseases in Cats

Doppler ultrasonography is carried out for the diagnosis of possible kidney diseases in cats and dogs suspected of kidney disease. This study, it is aimed to determine the usability of doppler ultrasonography in the early diagnosis of kidney diseases in cats. A total of 21 different breed cats, including 10 cats determined to be urinary system disease and 11 cats found to be healthy without any discomfort, were included in the study. Both kidneys of all cats were examined ultrasonographically and the values of renal pulsative index (RPI) and renal resistive index (RRI) values were tried to be determined with the help of doppler. Since the animals included in the study were calm temperaments, examinations were performed without sedation. Blood samples taken after clinical examinations were subjected to hemograms and biochemical tests. Later, the kidneys were evaluated ultrasonographically. In the study, the data obtained after Doppler was recorded and the disease relationship was tried to be established. In healthy cats, there was no statistically significant difference in RRI between the right kidney and the left kidney. For the left kidney, the RI was significantly higher in cats with chronic kidney disease and acute kidney injury ($p<0.001$). When blood biochemistry values were compared, it was determined that especially creatinine (CRE), Blood Urea Nitrogen (BUN), and BUN/CRE values differed significantly between the groups. It was observed that there was no significant effect of age or gender on the RI value in the kidney in both groups. As a result, since RI values vary in pet animals with kidney disease or damage, it is thought that it would be useful for the clinical determination of early changes of RRI and RPI detected in scans and for early diagnosis of acute kidney failure.

Keywords: Domestic cats, Doppler ultrasonography, Renal blood flow, Renal failure.



GİRİŞ

Son yıllarda renal hastalıklarının kedi ve köpeklerdeki insidansının artmasıyla birlikte renal kan akımındaki değişiklikler doppler metoduyla detaylı olarak incelenmeye başlanmıştır. Bu amaçla (Nyland ve ark. 1993) sağlıklı köpeklerde ilk kez Doppler ultrasonografi ile böbrek arterlerinden renal rezistive indeks (RI) ve pulsatil indeks (PI) değerlerini ölçerek yayınlamıştır. Renal hastalıklı köpeklerde yapılan çalışmalar bildirilmiştir (Karen ve ark. 1996; Rivers ve ark 1997; Novellas ve ark. 2008).

Duplex doppler ultrasonografi, gerçek zamanlı olarak böbreğin anatomisine ve dinamiğine ilişkin bilgilerin alınmasına olanak sağlamaktadır (Novellas ve ark. 2007). Böbrek hastalıkları şekillendiği zaman, normal vazokonstriktif ve vazodilatör faktörler arasındaki denge de zamanla bozularak intrarenal vazokonstriksiyon oluşmaktadır. Burada oluşan doku perfüzyonuna karşı olan direncin hesaplanmasında (RI) ve (PI) ölçümleri yapılmaktadır (Mitchell ve ark. 1998; Novellas ve ark. 2007; Polzin 2011). Bununla birlikte RI ve PI değerleri üriner tıkanıklığa, diüretik etkilere, akut ve kronik böbrek yetmezliğine ve konjenital displaziye bağlı kan akımı değişimlerinin incelenmesinde de kullanılmaktadır (Nyland ve ark. 2002; Novellas ve ark. 2007).

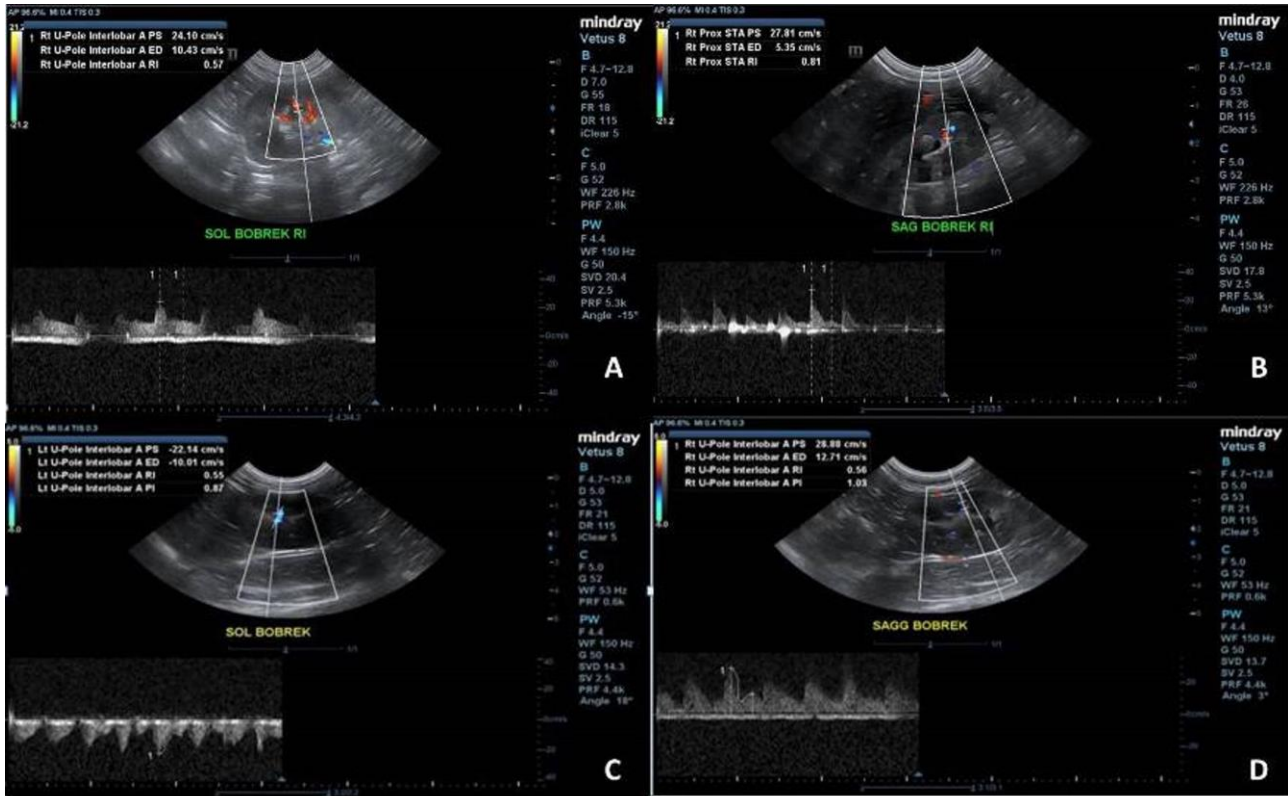
Yapılan incelemelerde hayvanlarda PI ve RI değerlerinin üst üriner sistem hastalıklarında belirleyici rol oynayıp oynamadıklarını gösteren literatür verilerin sınırlı olduğu görüldü. Kediler Değişik ırk yaş ve cinsiyette kedilerde

böbrek hastası hayvanların ayırt edilebilirliğinin veya erken teşhis için farklılıklarının belirlenmesinde Doppler ultrasonografi ve renkli Doppler kullanılabilirliğinin araştırılması amacıyla bu çalışma planlanmıştır. İncelemeler sonrası elde edilecek veriler ile erken dönem böbrek hastalıklarını ortaya koymaya yönelik çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

MATERYAL VE METOT

Bu Çalışma Kırıkkale Üniversitesi Hayvan Deneyleri Yerel Etik Kurulu'ndan 21.01.2021 tarihinde 2021-01 sayılı toplantınının 02 nolu kararına istinaden izin alınarak yapılmıştır.

Cerrahi kliniğine getirilen önceden üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş takibi yapılan veya idrar yapamama şikayeti olan ilk defa getirilmiş kediler hasta grubu olarak, sağlıklı olduğu düşünülen kediler ise kontrol grubu olarak değerlendirildiler. Olguların tamamında hasta sahiplerinin rızası alınarak çalışmaya dahil edildi. Bu amaçla Cerrahi Kliniklere getirilen 21 adet kediden elde edilen veriler değerlendirildi. Bu kedilerin 11 tanesi sağlıklı rutin kontrole getirilen hayvanlardan oluşurken 10 tanesi ise üriner sistem rahatsızlığı bulunan kedilerdi. Çalışmada Renkli Doppler cihazı (Vetus® 8, Mindray) ve Renkli Doppler cihazı (Z60 Vet® Mindray) kullanılarak ölçümler yapıldı. Kan biyokimyasal analizleri için biyokimya analizörü (Dri-Chem Nx600V® Fuji), ve kan sayım cihazı (BC5000 Vet® Mindray) kullanıldı.



Şekil 1. Sağlıklı ve böbrek hastalığı olan kedilerde böbrek doppler ultrasonografisi. Renkli doppler ile KBY olan hastada RI değerlerinin saptanması, A: Sol böbrek, B: Sağ böbrek, C: Sağlıklı bir kedide PI ve RI değerlerinin bir arada görülmesi sol böbrek, D: Sağlıklı bir kedide PI ve RI değerlerinin bir arada görülmesi sağ böbrek.

Figure 1. Renal Doppler ultrasonography in cats with healthy and renal diseases. Detection of RI values in a patient with chronic renal failure by color Doppler, A: Left kidney, B: Right kidney, C: Coexistence of PI and RI values in a healthy cat's left kidney, D: Coexistence of PI and RI values in a healthy cat's right kidney.

Çalışmaya dahil edilen hayvanların tamamında B-mod ultrason görüntüleme yapıldı. Ultrasonografik inceleme sonrası yeterli veri toplandığında böbreklerin Doppler görüntülerinin literatür veriler ışığında sağlıklı kedilerden elde edilen normal görüntülerle kıyaslanma ve ölçüm değerlerinin karşılaştırılması yoluyla değerlendirmeler yapıldı. İntrarenal nabız-doppler ölçümleri, anestezi veya sedasyona alınmamış kedilerde hep aynı kişi tarafından yapıldı. Bu ölçümlerde renal arterlerden, interlober veya arcuate arterlerden herhangi biri kullanıldı. B-mod ultrasonda böbrekler bulunduktan ve morfolojik yapı hakkında bilgi edinildikten sonra intra-renal damarlaşmayı görüntülemek için renkli doppler moduna geçildi. İnterlober ve arcuat arterlerden herhangi biri belirlendikten sonra nabız doppler moduna geçildi. Bu esnada örnek alınacak olan damarın üstünde başka damar bulunmamasına dikkat edildi. Doppler açısı ise 0 derece ile 60 derece aralığında seçilerek ölçüm hataları minimuma indirildi. RI ve PI değeri değerleri cihaz tarafından otomatik olarak hesaplandı (Şekil 1).

İstatistiksel Analiz

Elde edilen sayısal verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde tek değişkenli General Linear Model (GLM) analizi yapıldı. Bu analizde çalışmaya dahil edilen

kedilere ait hastalık durumu (hastalıklı, sağlıklı), cinsiyet ve kısırılık durumu gibi değişkenlerin hastalık oluşumu üzerinde etkisinin olup olmadığı tahmin edilmeye çalışılmıştır. Örneklem büyüklüğü küçük olduğundan ve veriler normal dağılmadığından, istatistiksel analiz için ANOVA yapıldı. Gruplar arası anlamlılık düzeyi Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık, eşit varyans ve iki taraflı güven aralığı varsayımıyla değerlendirilerek minimum önemlilik seviyesi $p < 0.05$ kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS Versiyon 25 paket programı kullanılarak yapıldı (SPSS Inc. IBM Company, 233 S.Wacker Drive, Chicago, Illinois 60606).

BULGULAR

Sağlıklı olan gruptaki hayvanların 4 tanesi dişi 7 tanesi erkek kediden oluştu. Dişilerden bir tanesi kısırlaştırılmış iken erkeklerden 3 tanesi kısır idi. Hasta hayvanlardan 6 tanesi erkek 4 tanesi dişi kediden oluştu. Dişilerin 2 tanesi erkeklerinde 3 tanesi kısır idi. Çalışmada kullanılan Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş 10 kediye ait ırk, cinsiyet, yaş, kısır/ kastre durumu, teşhis ve semptomlar, PI ve RI değerleri Tablo 1'de sağlıklı hayvanlara ait veriler ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş kedilere ait veriler.

Table 1. Data on cats diagnosed with urinary system disease.

Hayvan No (n=10)	İrk	Yaş (yıl)	Cinsiyet	Semptomlar	Teşhis	RI Değeri Sağ Böbrek	RI Değeri Sol Böbrek	PI Değeri Sağ Böbrek	PI Değeri Sol Böbrek
1	İran Kedisi	1.5	♂	Güçsüzlük, halsizlik, iştahsızlık, ara ara kusma	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.79	0.79	1.47	1.45
2	Melez	9	♂	6-8 aydır aralıklı devam eden kusma, halsizlik, yorgunluk, iştahsızlık, tüylerde karışıklık, deri elastikiyetinde azalma (sonrasında kusma günde 3-4 kez görülmüştür ve önlenememiştir.)	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.78	0.75	2.07	1.43
3	Melez	10	♂	Yapılan düzenli Check- up lar sonucu Böbrek değerlerinin yavaş yavaş artış gösterdiği tespit edildi.	Kronik Böbrek Yetmezliği	0.38	0.47	0.48	0.74
4	Melez	8	♀	İdrar yapamama. İdrar kesesinde dolgunluk.	İdrar yolu tam tıkanıklığı.	0.51	0.62	0.80	1.08
5	British Shorthair	3	♂	İdrar yapamama şikayetiyle gelmiştir.	Urethral obstruksiyon	0.49	0.77	0.77	1.43
6	Melez	2	♂	İdrar miktarında azalma. Palpasyonda fark edilen böbrek büyümesi.	Akut Böbrek Yetmezliği	0.85	0.67	1.35	1.05
7	İran Kedisi	15	♀	Güçsüzlük, halsizlik, iştahsızlık, ara ara kusma, ağız kokusu. Ağızda ülserleşmeye varan lezyonlar.	Kronik Böbrek Yetmezliği (teşhis 5 yıl önce konuldu).	0.69	0.75	1.22	1.16
8	British Shorthair	5	♀	Pollaküri, strangüri, kusma, karın ağrısı	Hidronefroz	0.65	0.45	1.05	1.42
9	Norveç Orman Kedisi	5	♀	İdrar miktarında azalma. Palpasyonda fark edilen böbrek büyümesi ve abdominal ağrı.	Akut Böbrek Yetmezliği	0.73	0.65	1.25	1.12
10	Scottish Fold	3.5	♂	Artan susuzluk, sık sık idrara çıkma, mide bulantısı, kusma.	Polikistik Böbrek Hastalığı	0.55	0.63	0.85	1.10

♂: Erkek cinsiyet, ♀: Dişi cinsiyet Tablo altı açıklama, RI: renal rezistive indeks, PI: pulsatil indeks.

Tablo 2. Sağlıklı kedilerde belirlenen RI ve PI değerleri.**Table 2.** Determined RI and PI values in healthy cats.

Hayvan No	İrk	Cinsiyet	Yaş	Kısır/Kastre Durumu	Sağ Böbrek RI	Sol Böbrek RI	Sağ Böbrek PI	Sol Böbrek PI
1	Melez	♀	3	Kısırlaştırılmamış	0.61	0.64	1.06	1.11
2	Sarmal	♂	3	Kısırlaştırılmamış	0.73	0.51	1.26	0.94
3	Tekir	♂	3	Kısırlaştırılmış	0.53	0.58	0.85	1.02
4	Scottish	♂	2	Kısırlaştırılmamış	0.74	0.59	1.32	0.99
5	Melez	♀	4	Kısırlaştırılmış	0.39	0.48	0.55	0.63
6	Melez	♀	3	Kısırlaştırılmamış	0.58	0.59	0.84	1.05
7	Melez	♂	2	Kısırlaştırılmış	0.56	0.55	1.03	0.87
8	Melez	♂	2	Kısırlaştırılmış	0.41	0.61	0.51	0.94
9	Melez	♀	6 ay	Kısırlaştırılmamış	0.58	0.44	1.01	0.62
10	Melez	♂	6 ay	Kısırlaştırılmamış	0.51	0.51	0.83	0.84
11	Melez	♂	6 ay	Kısırlaştırılmamış	0.42	0.63	0.61	1.31

♂: Erkek cinsiyet, ♀: Dişi cinsiyet, RI: renal rezistive indeks, PI: pulsatil indeks.

Çalışmaya dahil edilen tüm hayvanlardan elde edilen PI ve RI değerleri incelendiğinde dişiler ile erkekler arasında az da olsa farklılıklar olmasına karşın cinsiyet (RI için $p=0.638$, PI için $p=0.637$) ve fertilitte (RI için $p=0.610$, PI için $p=0.494$) bakımından kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilememiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Korelasyon testi sonuçları.**Table 3.** Correlation test results.

	İstatistik verilerin ortalamaları	Standart Hata	Korelasyon Katsayısı	P	
PI	Hastalık durumu	1.04	0.11	0.47	0.032
	Cinsiyet	1.01	0.10	-0.11	0.637
	Fertilitte (Kısırlık Durumu)	1.43	0.11	-0.16	0.494
RI	Hastalık durumu	0.60	0.11	0.46	0.035
	Cinsiyet	1.01	0.10	-0.11	0.638
	Fertilitte (Kısırlık Durumu)	1.43	0.11	-0.12	0.610

RI: renal rezistive indeks, PI: pulsatil indeks, P: olasılık değeri.

Pearson korelasyonu ile hasta ve sağlıklı hayvanlar kıyaslandığında hem PI ($p=0.032$) ve hem de RI ($p=0.035$) değerleri bakımından gruplar arasında pozitif bir korelasyon tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen kedilere ait PI ve RI değerlerinin cinsiyet ve kısırlık durumu gibi fertilitte verileri bakımından kıyaslanmasında ise negatif bir korelasyon tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 4. Sağlıklı ve hasta kedi gruplarında PI ve RI değerlerinin istatistiksel karşılaştırılması.**Table 4.** Statistical comparison of PI and RI values in healthy and urinary system disease cat groups.

Grup	RI (Ortalama±SS)	PI (Ortalama±SS)
Sağlıklı	0.55±0.09	0.92±0.23
Hasta	0.65±0.13	1.16±0.35
P Değeri	0.035	0.032

Değerler ortalama ve standart sapma (SS) olarak verilmiştir.

İstatistiki değerlendirmelere göre anlamlı sonuçlar elde edilmiş olsa da hastalığın klinik seyri ve elde edilen değerlerin birbirlerine ortalama değer olarak yakın olması kesin teşhis konusunda bu değerlerin belirleyici rol oynamalarını sınırlandırıcı bir faktör olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel olarak dişi ile erkekler arasında aynı zamanda sağ ve sol böbrekler bakımından da anlamlı fark tespit edilememiştir ($p>0.05$). Hasta ile sağlıklı gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir $p<0.05$ (Tablo 4).

Kan biyokimya değerleri karşılaştırıldığında ise özellikle Kreatinin, BUN, ve BUN/CRE değerlerinin gruplar arasında anlamlı şekilde değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Özellikle böbrek yetmezliği bulguları saptanan hayvanlarda doppler ultrasonografi bulgularını destekler nitelikte değişiklikler tespit edilmiştir (Tablo 5). Bunların dışında kalan serum ALP, ALT, TP, Glukoz değerlerinde küçük çaplı değişiklikler fark edilmesine karşın istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Tam kan ve enfeksiyon bulgularında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir $p>0.05$.

Tablo 5. Üriner sistem hastalığı teşhisi konulmuş hayvanlara ait kan biyokimya bulguları.

Table 5. Blood biochemistry findings of animals with urinary system disease.

	Hasta grubun Ortalama±SS	Referans Değerler (min-max)	P
CRE (mg/dl)	4.49 (±4.8)	0.8-1.8	0.034
ALP (IU/ml)	23.2 (±6.4)	9-53	0.063
BUN/CRE(mg/dl)	20.74 (±9.9)	4-33	0.036
ALT (U/L)	64.4 (±42.2)	22-84	0.456
BUN (mg/dl)	74.88 (±44.7)	17,6-32,8	0.001
GLU (mg/dl)	108.5 (±28.5)	71-148	0.119
TP (mg/dl)	7.12 (±2.1)	5.7-7.8	0.236

CRE: Kreatinin, ALP: Alkalen Fosfataz, BUN/CRE: Üre Kreatinin, ALT: Alanin Aminotransferaz, BUN: Kan Üre Azotu, GLU: Glukoz, TP: Total Protein.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Üriner sistem hastalıklarında özellikle böbreklerin değerlendirilmesi için USG vazgeçilmez bir görüntüleme yöntemi olarak bildirilmektedir. Böbrek hastalıklarında lezyonlar klinik bulgulardan çok daha önce başlamaktadır. Bu durum hastalıkların teşhisini zorlaştırmakta erken müdahale şansını azaltmaktadır. Dolayısıyla özellikle üst üriner sistem hastalıklarında erken teşhis çok önemlidir. Erken teşhis için en iyi yöntemlerden bir tanesi de doppler USG'dir. Böbrek hastalıklarının doppler USG ile incelenmesinde kullanılan parametreler PI ve RI değerleri olarak sıralanabilir. Böbrek nakillerinin takibi ve incelenmesinde obstruktif ve nonobstruktif hastalıkların ayrılmasında, akut renal yetmezliğin tanısına yardımcı olarak hastalığın ilerleyişinin ve tedaviye alınan cevabın takibinde bu değerler önem arz etmektedir (Novellas ve ark. 2007).

RI ve PI değerleri üriner obstrüksiyon durumlarında, akut veya kronik böbrek yetmezliklerinin değerlendirilmesinde, kongenital displazi durumlarında, akut tubuler nekroz nedenli vasküler rezistanstaki değişikliklerin incelenmesinde kullanıldığı bildirilmektedir (Novellas ve ark. 2007; Novellas ve ark. 2008). RI ve PI değerleri ile yaş, kronik böbrek hastalığının şiddeti ve seyri, sistemik hipertansiyonu olan hastalarda sistolik basınç ve böbreklerde olabilecek organ hasarı ile pozitif bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Petersen ve ark. 1997; Sığırcı ve ark. 2006; Novellas ve ark. 2007). Sedasyon veya anestezi uygulanan hayvanlarda da bu indikatörlerin değerlerinin değişebileceği bildirilmektedir (Novellas ve ark. 2007). Çalışmamızda hastalık ilişkili olarak PI ve RI değerlerinin değişiminde pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen hayvanların hiçbirisi anestezi veya sedasyona alınmadığından literatürde belirtilen değiştirici faktörlerden etkilenmediği düşünülmektedir.

Kronik böbrek yetmezliği olduğu düşünülen kedilerde klinik olarak gözlenen zayıflık, halsizlik, iştahsızlık, sık sık idrar yapma gibi semptomların yanında birçoğunda görülen kusma ve göz mukozalarında anemik belirtilerin teşhis edilen kronik böbrek yetmezliğinin tipik bulguları olduğu bildirilmektedir (Börkü ve ark. 2000; Altıntaş ve ark. 2006; Bonazzi ve ark. 2007). Yapılan mevcut çalışmada, literatürle uyumlu olarak klinik bulgular hasta grupta 7 yaş ve üzeri hayvanlarda daha fazla bulunmuştur. Elde edilen bu veri kronik böbrek yetmezliğinin pek çok faktöre bağlı olarak her yaşta kedide görülmesi mümkün olsa da daha çok yaşlı kedilerde görüldüğü bulgusunu (Bartges 2012) destekler niteliktedir. Yapılan çalışmada literatür verilere benzer şekilde daha çok yaş olarak ileri olan grupta kronik böbrek yetmezliği bulgularına rastlanmış ve Doppler verileriyle de desteklenerek RI ve PI değerlerinin yüksek bulunması hipotezimizi doğrularak üst üriner sistem hastalıklarında bu değerlerin bir indikatör olabileceğini göstermiştir.

Kronik böbrek yetmezliği teşhisi konulmuş kediler üzerinde yürütülen başka bir çalışmada (Martignoni 2000) hematokrit değerlerinin değişiminin böbreklerde görülen bozukluğun derecesi ile ilişkilendirilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise enfeksiyon belirteçleri bakımından referans verilere göre farklılık olsa da istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilememiştir. Kronik böbrek yetmezliği ile enfeksiyon bulgusu bakımından pozitif bir korelasyon tespit edilememiştir.

Bazı çalışmalarda anemi ile yüksek RI arasında doğrudan bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir. Orta ila şiddetli kronik böbrek yetmezliği genellikle böbrek tarafından eritropoietin üretiminin olmaması nedeniyle komplike hale gelir (Pozniak ve ark. 1988). Anemi böbrekte hipoksik bir duruma neden olabilir ve bu durum öncelikle endotel hücrelerinden salgılanan endotelin salınımı ile damarların daralmasına neden olur (Graurer ve Lane 1985). Bu sonuç artmış vasküler direnç ve renal RI yükselmesine neden olabilir. Çalışmaya dahil edilen hayvanlarda anemik durum sekonder olarak böbrek yetmezliğine neden olsa da, bu bulgu daha şiddetli böbrek hastalığının renal RI'deki bir artışla ilişkili olduğunu düşündürdüğü bildirilmiştir. Ancak aynı çalışmada RI ile BUN veya şiddetli böbrek yetmezliğinde de yükselen kreatinin arasında istatistiksel bir ilişki bulunamamıştır. Mevcut çalışmada elde edilen veriler literatür bilgisiyle uyumlu olarak BUN ve CRE değerlerinin KBY tespit edilen hayvanlarda RI ve PI değerlerinde de yükselmesiyle doğrudan ilişkili bulunmuştur. Bu durum PI değerlerinin yüksek olduğu hayvanlarda organ ve doku hasarının daha ileri seviyede olduğunu gösterir niteliktedir.

Kedilerde üriner sistem hastalıklarının klinik muayene bulguları ile laboratuvar bulguları arasında farklılıkların olması, bazı hayvanlarda klinik belirtiler minimal düzeydeyken laboratuvar bulguları olarak üriner sistem hastalığı teşhisi konulabilecek düzeyde belirtilerin saptanması karşılaştırmaları zorlaştırdığı belirlenmiştir. ALP kemik oluşumu ve iyileşmelerde yapım aşamasında fazla miktarda üretildiği için genel kemik etkinliği hakkında iyi fikir verir. Serum ALP seviyelerindeki değişiklikler ve aktiviteler kemik, karaciğer, böbrek, plasenta ve bağırsakta üretilen izoenzimlerin etkilerine bağlıdır. Ancak, en büyük kısmı kemik ve karaciğer izoenzimleri tarafından oluşturulur (Kaneko ve ark. 1997). Yapılan çalışmada serum ALP, ALT ve GLU değerlerindeki değişimlerin istatistiksel olarak hastalıkla anlamlı bir ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir ($p>0.05$).

Renal fonksiyon renal kan akımına, glomerüler ve tübüler fonksiyona ve idrar akımına bağlıdır (Becker 1991). Klinik ortamda böbrek kan akışını değerlendirme yeteneği, böbrek hastalığının tanı, tedavi ve prognozuna katkıda bulunabilir. Akış, bir kaptaki basınç farkının dirence bölünmesi olarak tanımlanır. Vasküler dirençteki artış, kalp fonksiyonu ve hidrasyon durumu normal olduğunda kan akışının azalmasının en olası nedeni olduğu bildirilmektedir (Nelson ve Pretorius 1988). Böbreğe giden kan akımı özel tekniklerle ölçülebilse de böbrekteki damar direncini ölçmenin kesin bir yolu yoktur. RI'nin böbrekteki vasküler dirençle korelasyonunun iyi olduğu öne sürülmekle birlikte ve ayrı raporlarda RI'nin vasküler direnci yansıttığı genel olarak kabul edilmektedir (Norris ve ark. 1984; Trudinger ve ark. 1987). Yapılan çalışmadan elde edilen verilere göre KBY teşhisi koyulan hayvanlarda RI değerlerinin artış göstermesi literatür verileriyle benzer şekilde böbrek fonksiyonlarının etkilendiğini gösteren ancak değişkenlik gösterebilen bir gösterge olduğu düşünülmektedir.

PI ve RI'nin kıyaslandığı bazı çalışmalarda anormal dalga şekillerinin ayırt edilmesinde PI değerinin RI değerinden daha duyarlı olduğu belirtilmiş (Sığırcı ve ark. 2006; Novellas ve ark. 2007; Novellas ve ark. 2008), benzer şekilde başka bir çalışmada hasta hayvanlarda sadece PI değerinin arttığı ve RI değerinin normal sınırlar içinde kaldığı bildirilmektedir (Novellas ve ark. 2008). Yapılan başka bir çalışmada ise karşılaştırılan hiperekoik korteksler, heterojen korteksler ve renal mineralizasyon veya taş varlığı gibi ultrasonografik muayene bulgularının hiçbirinin renal RI'deki değişikliklerle ilişkili bulunmadığı bildirilmektedir. Bu durum yalnızca B-modu ile değerlendirmenin ardından herhangi bir anormallik kaydedilmediği zaman rutin ultrasonografik muayeneye alternatif bilgi sunmada RI'nin önemli olduğunu vurgulamaktadır (Karen ve ark. 1996). Yapılan bu çalışmada ise B-mod ultrasonografik değerlendirmede problem görülmeyen hayvanlarda RI değerlerinin literatürde belirtilen değer aralıklarından farklı çıkması RI değerinin değişken olduğunu ve değerlendirmede tek başına yeterli olmadığını göstermektedir.

İnsanlarda yapılan bir çalışmada her bir anormal grup sınıflandırmasından elde edilen ortalama renal RI, normal böbrekler için ortalama renal RI'ye göre önemli ölçüde yükselmiştir. Sağlıklı böbrekleri olduğu belirlenen hastaların (0.63) ve çeşitli böbrek parankimal hastalıkları olan hastaların (0.82) ortalama renal RI'leri arasında da anlamlı bir fark bulunduğu bildirilmiştir (Kim ve ark. 1992). Kedilerde yapılan bu çalışmada hasta hayvanlar ile sağlıklı hayvanlar arasındaki RI ve PI değerlerinde artışın olması, Doppler USG ile değerlendirmede, PI ve RI değerlerinin birlikte referans alınması gerektiği kanaatini doğurmuştur.

RI değerleri nabız dalgalanmasına bağlı olarak oluşan kanın akışı, dalga dağılımının niteliği ve kan akış hızı devamlı olarak değişiklik göstermektedir. Aynı zamanda dalga şekilleri, kardiyak output, egzersiz, stres ve sindirim sisteminin aktifliğinden etkilendiği bildirilmektedir (Novellas ve ark. 2007). İnsanlarda yapılan bir çalışmada sistemik hipotansiyon, belirgin olarak düşen kalp ritmi ve perinefrik sıvı toplanmasının renal RI değerinin artmasına yol açtığı bildirilmektedir (Norris ve ark. 1984). Hayvanlarda yapılan bazı çalışmalarda RI ve PI nin köpeklerde ise insanlardakinin aksine, arter basıncı, kalp ritmi ve yaşla ilişkisinin olmadığı ileri sürülmektedir (Karen ve ark. 1996; Novellas ve ark. 2008). Mevcut çalışmada RI ve PI değerlerinin yaş, cinsiyet ve hayvanların kısır olup olmamasıyla ilişkili olmadığı düşünülmektedir.

Ölçülen RI değerinin sağlıklı kediler için bildirilmiş (Novellas ve ark. 2007) üst sınırı (0.70) geçmediği (0.64), PI değerinin ise bildirilen üst sınırdan (1.29) daha yüksek olduğu (1.75) görülmüştür. Çalışmadan elde edilen veriler değerlendirildiğinde sağlıklı olduğu tespit edilen kedilerden 2 adet erkek kedinin RI değerlerinin sırasıyla 0.73 ve 0.74 olduğu belirlenmiş olup literatür veriden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Yine de sağlıklı kedilerde PI ve RI değerlerinin ortalamalarının literatür veride belirtilen sınırlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; çalışmadan elde edilen verilere dayanarak Doppler ultrasonografi kullanılarak yapılacak incelemelerde, daha önce insanlarda ve köpeklerde yapılmış çalışmalara benzer şekilde kedilerde de böbrek hastalıklarının teşhisinde ve hastalıkların tedavi süreçlerinin takibinde RI ve PI değerlerinin değişkenliğin takibinin kolaylıkla yapılabileceği kanaatine varılmıştır. Bu değerlerdeki değişikliklerin böbrek hastalıklarıyla ilişkisinin olabileceği ve klinik semptomlar göstermeyen hastalarda da ayrıntılı muayenelerin yapılmasında uyarıcı rol oynayabileceği ve erken teşhise katkı sağlayabileceği düşünülmüştür. RI değerlerinin hayvanlarda farklılık gösterebileceği bazen yanıltıcı sonuçlar oluşabileceği literatür verilerde daha önce belirtilmişti (Novellas ve ark. 2007). Bu çalışmada da RI değerlerinin kedilerde değişkenlik gösterebileceği yine de PI değerleriyle birlikte değerlendirildiğinde hastalık belirteci olabileceği kanaatine varılmıştır. Zira özellikle PI değerleri böbreğe ait fonksiyon değişikliklerinden etkilendiği, ancak diğer damarsal değişikliklerden fazla etkileneceği görüşünü destekleyici veriler elde edilmiştir. Dolayısıyla doppler ultrasonografinin hem kolay uygulanabilen bir muayene yöntemi olması hem de ucuz bir yöntem olması dolayısıyla rutinde kullanılmasının veteriner hekimler için böbrek hastalıklarında erken teşhis koymada faydalı olacağı kanaatine varılmıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar bu çalışma için herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

TEŞEKKÜR VE BİLGİLENDİRME

Bu çalışmada desteklerini esirgemeyen sayın Uzm. Vet. Hek. Görkem TOKSOY ve Vet. Hek. Celal EĞDİR'e teşekkür ederiz.

Bu çalışma Hikmet Elif ÇAMLİ isimli yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir. Bu çalışmanın bir kısmı '2.International Marmara Scientific Research And Innovation Congress' isimli kongrede sözlü sunu olarak sunulmuş, kongre kitabına özet metin olarak basılmıştır.

YAZAR KATKILARI

Fikir/Kavram: HEÇ, AK
Denetleme/Danışmanlık: AK
Veri Toplama ve/veya İşleme: HEÇ, AK
Analiz ve/veya Yorum: HEÇ, AK
Makalenin Yazımı: HEÇ, AK
Eleştirel İnceleme: HEÇ, AK

KAYNAKLAR

- Altıntaş A, Pekcan M, Karadeniz A, Kırmızıgül AH (2006). Kronik böbrek yetmezliği belirtileri gösteren kedilerde biyokimyasal ve hematolojik değişiklikler. *Ankara Üniv Vet Fak Derg*, 53 (2), 97-109.
- Bartges JW (2012). Chronic kidney disease in dogs and cats. *Vet Clin Small Anim*, 42 (4), 669-692.

- Becker JA (1991)**. Evaluation of renal function. *Radiology*, 179 (2), 337-338.
- Börkür MK, Kurtdede A, Aydın Y, Durgut R, Pekaya S, Özkınlar Y (2000)**. Kronik böbrek yetmezliği belirtileri gösteren kedi ve köpeklerde klinik, laboratuvar ve patolojik bulgular. *Ankara Üniv Vet Derg*, 47 (3), 281-289.
- Bonazzi M, Volta A, Gnudi G, Bottarelli E, Gazzola M, Bertoni G (2007)**. Prevalence of the polycystic kidney disease and renal and urinary bladder ultrasonographic abnormalities in Persian and exotic shorthair cats in Italy. *J Feline Med Surg*, 9 (5), 387-391.
- Kaneko JJ, Harway JW, Bruss ML (1997)**. Calciumregulating hormones and diseases of abnormal mineral metabolism. Kaneko JJ (Ed). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (pp. 673-674). Academic Press, U.S.A
- Karen LM, Mowafak DS, Michael RL, Robert W (1996)**. Comparison of the Resistive Index to Clinical Parameters in Dogs with Renal Diseases. *Vet Radiol Ultrasound*, 37 (3), 193-199.
- Kim SH, Kim WH, Choi BI, Kim CW (1992)**. Duplex Doppler US in patients with medical renal disease: resistive index vs serum creatinine level. *Clin Radiol*, 45 (2), 85-87.
- Mitchell SK, Toal RL, Daniel GB, Rohrbach BW (1998)**. Evaluation of Renal Hemodynamics in Awake and Isoflurane-Anesthetized Cats with Pulsed Wave Doppler and Quantitative Renal Scintigraphy. *Vet Radiol Ultrasound*, 39 (5), 451-458.
- Nelson TR, Pretorius DH (1988)**. The Doppler signal: where does it come from and what does it mean? *AJR*, 151 (3), 439-447.
- Norris CS, Pfeiffer JS, Rittgers SE, Barnes RW (1984)**. Noninvasive evaluation of renal artery stenosis and renovascular resistance. *J Vasc Surg*, 1 (1), 192-201.
- Novellas R, Espada Y, Ruiz De Gopegui R (2007)**. Doppler Ultrasonographic Estimation of Renal and Ocular Resistive and Pulsatility in Normal Dogs and Cats. *Vet Radiol Ultrasound*, 48 (1), 69-73.
- Novellas R, Ruiz de Gopegui R, Espada, Y (2008)**. Increased Renal Vasculer Resistance in Dogs with Hepatic Disease. *Vet J*, 178 (2), 257-262.
- Nyland TG, Fisher PE, Doverspike M, Hornof WJ, Olander HJ (1993)**. Diagnosis of Urinary Tract Obstruction in Dogs Using Duplex Doppler Ultrasonography. *Vet Radiol Ultrasound*, 34 (5), 348- 352.
- Nyland TG, Matton JS, Erresegele EJ, Isner, ER (2002)**. Physical Principles, Instrumentation and Safety of Diagnostic Ultrasound. Nyland, TG, Mattoon, JS. (Eds). *Small Animal Diagnostic Ultrasound* (pp. 1-18). WB Saunders, Philadelphia.
- Petersen LJ, Petersen JR, Talleruphuus U, Ladefoged SD, Mehlsen J, Jensen HAE (1997)**. The pulsatility index and resistive index in renal arteries. Associations with long-term progression in chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant*, 12 (7), 1376-80.
- Polzin DJ (2011)**. Chronic kidney disease in small animals. *Vet Clin N Am Small Ann Pract*, 41 (1), 15-30.
- Pozniak MA, Kelcz F, Stratta RJ, Oberly TD (1988)**. Extraneous factors affecting resistive index. *Invest Radiol*, 23 (12), 899-904.
- Rivers BJ, Walter PA, Polzin DJ, King VL (1997)**. Duplex Doppler Estimation of Intrarenal Pourcelot Resistive Index in Dogs and Cats with Renal Disease. *JVIM*, 11 (4), 250-260.
- Sığırcı A, Hallaç T, Akıncı A ve ark. (2006)**. Renal interlobar artery parameters with duplex doppler sonography and correlations with age, plasma renin, and aldosteron levels in healthy children. *AJR*, 186 (3), 828-32.
- Trudinger BJ, Stevens D, Connelly A et al. (1987)**. Umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: the effects of embolization of the umbilical circulation. *Am J Obstet Gynecol*, 157 (6), 1443-48.