

Köpeklerde Abdominal Damarların Renkli Dupleks Doppler Ultrasonografi İle Görüntülenmesi

Halil Selçuk BİRİCİK

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa - TÜRKİYE

Adil ÖZTÜRK

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa - TÜRKİYE

Nihat ŞINDAK

Harran Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Cerrahi Anabilim Dalı, Şanlıurfa - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 05.04.2002

Özet: Bu çalışma, sağlıklı köpeklerde ekstraparankimatöz ana abdominal damarlar (aorta abdominalis, vena cava caudalis) ile karın içi organlarında bulunan intraparenkimatöz damarların (vena porta, vena hepatica, renal interlober ve splenik arter) akım özelliklerinin Renkli Dupleks Doppler Ultrasonografi (RDDUS) yöntemi kullanarak belirlenmesi amacıyla yapıldı.

Intraparenkimatöz damarlardan vena cava caudalis ve hepatic ven akımları; solunum hareketlerine bağlı olarak göğüs ve karın içi basıncında oluşan değişikliklerden ve kardiyak akımlardan belirgin derecede etkilenirken, vena portada böyle bir etkilenebilirlik gözlenmedi. Aorta abdominaliste yüksek doku direncine bağlı trifazik, renal interlober ve splenik arterde ise bifazik akım izlendi. Ayrıca, periferik gidildikçe akım hızlarında düşme gözlemlendi.

Sonuç olarak; incelenen her bir kan damarının akım özellikleri açısından ayırt edici farklılıklara sahip olduğu, bu nedenle RDDUS'nin köpeklerde abdominal kan akımının kalitatif ve kantitatif olarak ölçülmesinde bir tanı yöntemi olarak kullanılabileceği kanısına varıldı.

Anahtar Sözcükler: Renkli doppler, dupleks, abdominal damar, köpek.

Color-coded Duplex Sonography of Abdominal Blood Vessels in Dogs

Abstract: The aim of this study was to demonstrate normal duplex patterns of extra (aorta abdominalis, vena cava caudalis) and intraparenchymatous (vena porta, vena hepatica, renal interlober and splenic artery) vessels with color-coded duplex ultrasonography in healthy dogs.

While the wave form of the intraparenchymatous vessels like the vena cava caudalis and hepatic vein were mainly affected by the pressure conditions of the intrathoracic and intraabdominal pressure changes due to respiration and cardiac pulsations, portal blood flow was not affected. The wave form of the aorta abdominalis was triphasic due to tissue resistance. It was biphasic in the renal interlober and splenic artery. The velocities of arterial vessels decreased from central to peripheral sites.

As a result, every blood vessel had distinctive differences in view of flow features. For that reason, it was concluded that color-coded duplex sonography could be used to identify abdominal blood flow qualitatively and quantitatively in dogs.

Key Words: Color doppler, duplex, abdominal blood vessel, dog.

Giriş

RDDUS, Veteriner Radyoloji'de gün geçtikçe kullanımı artan yeni bir yöntemdir (1). Bu yöntem sayesinde; damarlarda kan akımının varlığı, hızı ve yönü gibi parametrelerin tespiti ile, abdominal damarların hemodinamikleri hakkında kıymetli bilgiler elde edilmektedir (1-6).

RDDUS; portal ven trombozu, portal hipertansiyon ve sonrasında gelişen porto-sistemik kollateral, arteriyoportal fistül (7-9) arteriyel stenoz, ateroskleroz, vena cava caudalis trombozu (10,11) pseudoanevrizma, üriner kanal tıkanmaları, renal ven trombozu ve dalak torsiyonu (12-15) gibi hastalıkların tanısında kullanılmaktadır.

Sabit frekanslı bir ses kaynağı, yaklaştıkça yüksek frekanslı, uzaklaştıkça düşük frekanslı olarak algılanmaktadır. Ses frekansının harekete bağlı olarak gösterdiği bu değişime doppler kayması adı verilmekte ve doppler ultrasonografinin temelini oluşturmaktadır. Bu temele dayanarak, damarlarda akan kanın içindeki alyuvarlar gibi şekilli elemanlardan yansıyan frekans değişiklikleri saptanarak, kan akımının yönü ve hızı gibi özellikleri incelenebilmektedir (2-5).

Doppler ultrasonografide görüntü elde edebilmek amacıyla sürekli dalga, spektral, power ve renkli doppler olmak üzere 4 değişik yöntem kullanılmaktadır (1,3,5).

Renkli Doppler görüntüleri akım hakkında kalitatif bilgiler vermektedir. Bu nedenle pratikte çoğunlukla yalnız başına değil, grafik şeklindeki doppler spektrumu ile birlikte kullanılır (1,5,16).

Kalitatif ölçümde; akımın var olup olmadığı, akım yönü ve akımın karakteristiği değerlendirilmektedir. Renkli Doppler dupleks görüntülemeye, akım hızları ve damar direnciyle ilgili parametrelerin saptanması için daha kesin kantitatif veriler gerekmektedir. Bu nedenle, elde edilen spektral dalga formları akım parametrelerinin hesaplanması için kullanılmaktadır. Bu parametreler; pik-sistolik hız (PSH), diastol-sonu hız (DSH) ve rezistif indeks (RI) olarak belirtilmektedir (1-5).

Bu çalışmada; sağlıklı köpeklerde RDDUS kullanılarak, aorta abdominalis ve vena cava caudalis gibi ekstraparankimatöz damarlar ile karaciğer, böbrek ve dalak gibi karın içi organlarda bulunan intraparankimatöz damarsal yapıların gösterilmesi, karakteristik akım şekillerinin kaydedilmesi, sistolik ve diastolik akım hızlarının ve RI gibi kan akımı parametrelerinin belirlenmesi amaçlandı.

Materyal ve Metot

Bu çalışmanın materyalini, 10 adet klinik olarak sağlıklı köpek (5 Kangal, 3 Terrier, 2 Melez) oluşturdu. Köpeklerin yaş ortalaması 2,8 olarak saptandı. Hayvanlar bir gün önceden aç bırakıldıktan sonra, ultrasonografik muayene için pubisten kostalara kadar uzanan abdominal bölgenin traşı yapıldı ve lateral pozisyonda yatırılarak uygun bir jel sürüldü.

Ekstra ve intraparankimatöz abdominal damarları görüntülemek için, Toshiba SSA/240 A cihazıyla 7,5 MHz'lik lineer prob ve gerekli durumlarda derin yapıları

göstermek için 3,5 MHz'lik konveks prob kullanıldı. Bazı olgularda bağırsak gazları nedeniyle interkostal yaklaşım uygulandı (1,17).

Birinci aşamada; B mod görüntüleme ile morfolojik bilgi elde edildikten sonra kan akımının kalitatif ve kantitatif analizi, Renkli Doppler Dupleks eklenmesiyle yapıldı. Parankimatöz dokuların vasküler yapılarını belirleyebilmek için renkli dopplerde öncelikle renk kodlaması yapıldı ve bu kodlama yapılırken, bir damarın lumeni sadece bir renk ile tamamen dolacak şekilde ayarlandı (1,18).

Arteriyel akımlar (proba yaklaşan akımlar) kırmızı renkle, venöz akımlar (probtan uzaklaşan akımlar) ise mavi renkle kodlanmak suretiyle arter-ven ayrımı yapıldı. Ayrıca spektral incelemede izlenen damarların akım şekillerine göre de, arter ile ven ayrımı doğrulandı ve bu damarların örnekleme aralığı, damar lumenini dolduracak ve lumene paralel olacak şekilde ayarlandı. Doppler açısı ise, 50-60 derece arasında tutularak ölçüm hataları minimuma indirildi (1,17,18).

Bu çalışmada, aorta abdominalis ve vena cava caudalis gibi ana damarlar ile karaciğer, dalak ve böbrekteki parankimal damarların (vena porta, vena hepatica, splenik arter ve renal interlober arter) kan akımları incelendi. Arterlerde PSH ile DSH ölçüldü. RI ise, ultrason ünitesinde bulunan bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplandı. Venöz yapılarıdaki akım şekilleri, minimum ve maksimum hızlarla birlikte değerlendirildi.

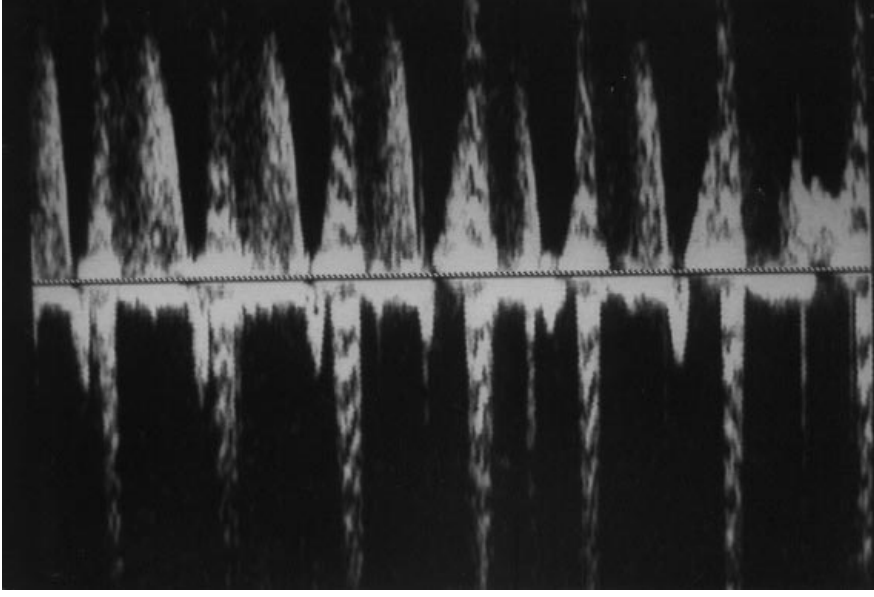
Bulgular

Çalışmada; köpeklerin tümünde aorta abdominalis ve vena cava caudalis ile karaciğer, dalak ve böbreklerin büyük damarları görüntülendi ve bu damarların kan akımı kalitatif ve kantitatif olarak renkli dopplerle tespit edildi.

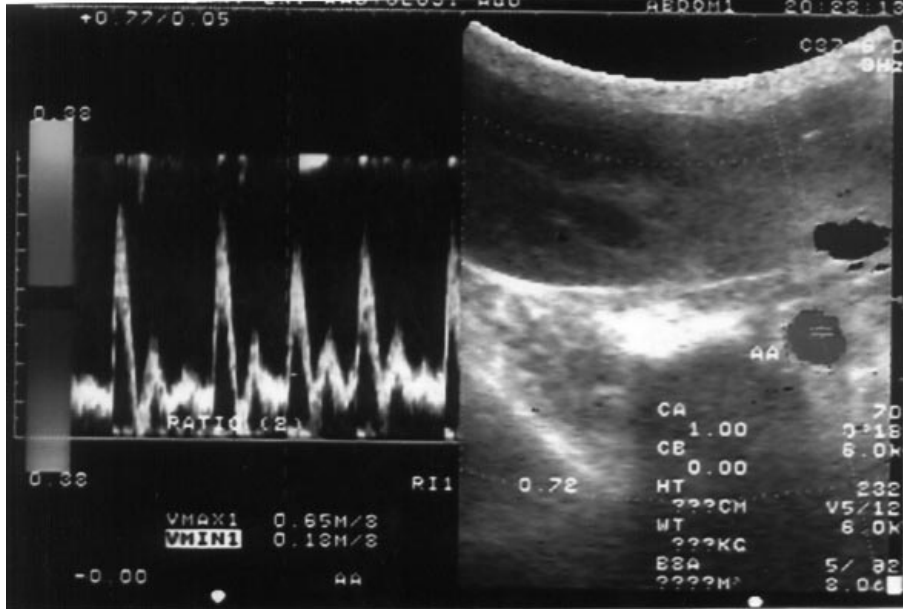
B Mod görüntülemeye; orta hatta aorta abdominalis ve vena cava caudalis ile karaciğerdeki vena porta ve hepatik venler, anekoik tubuler yapılar şeklinde izlendi.

Vena cava caudalisin solunum ve kalp atımlarından etkilenmesi sonucu, spektral çizginin üstünde ve altında uzanan spektral dalgalı akım şekli alındı (Şekil 1). Bu damarda ortalama maksimum akım hızı $21,5 \pm 1,1$ ve minimum hız ise $7,5 \pm 0,6$ cm/sn olarak tespit edildi ve akım hızlarının inspirasyon esnasında arttığı gözlemlendi.

Aorta abdominaliste akım trifazik şekilde izlendi (Şekil 2). Ortalama PSH $56,5 \pm 5,1$ ve DSH $17,0 \pm 0,4$ ayrıca RI ise $68,0 \pm 2,0$ cm/sn olarak bulundu.



Şekil 1. Vena Cava Caudalis'e ait spektral doppler görüntü; solunum ve kalp atımına bağlı olarak gelişen ileri ve geri yönde akım



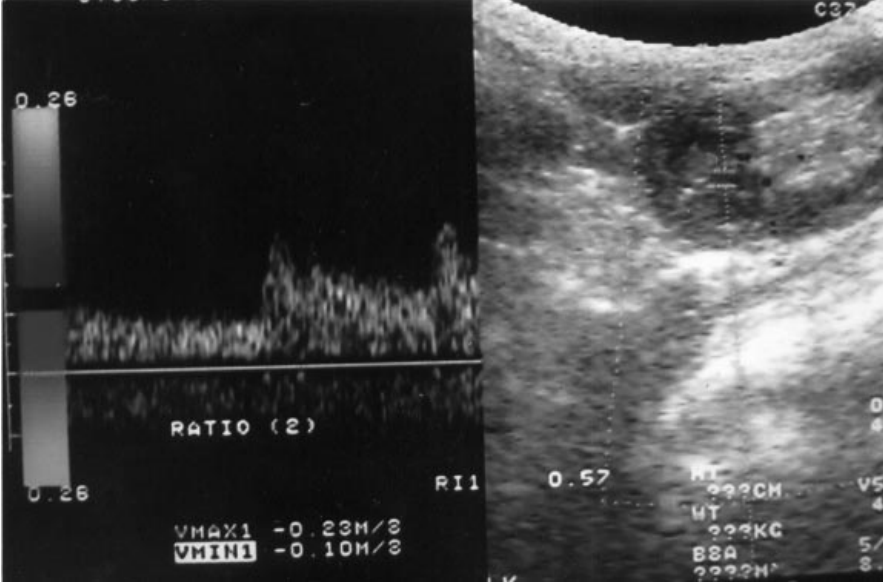
Şekil 2. RDDUS incelemede Aorta abdominaliste yüksek sistolik (0.65 m/s), düşük diastolik (0.18 m/s) trifazik akım şekli

Karaciğer, dalak ve böbrek damarları karakteristik akım şekilleri gösterdi ve intraparankimatöz arterlerin akım hızlarında damarın distaline doğru bir azalma gözlemlendi. B mod görüntüleme; böbrek ve dalakta hilustan periferik gidildikçe vasküler yapılar tam olarak görüntülenemezken, renkli doppler ultrasonda distale kadar renkle kodlandı.

Renal interlober arterde aorta abdominalise göre daha yüksek diastollü olan, düşük rezistanslı akım şekli izlendi. Bu durumda diastolde böbreğe doğru kan akımı devam

etmekteydi. Sistol-diastol oranı 2/1 olarak belirlendi. Renal interlober arterde; ortalama PSH $29,5 \pm 1,5$, DSH $12,5 \pm 1,1$ ve RI ise $53,0 \pm 0,4$ cm/sn olarak saptandı. Ölçüm yapılan bu arterlerde, doppler spektral incelemede, önce yükselen sonra azalan bifazik akımlar izlendi (Şekil 3).

Vena portada; düz bir şekilde seyreden ve belirgin bir dalgalanma göstermeyen, solunum ve kalp atımlarından belirgin şekilde etkilenmeyen sürekli akım örnekleri alındı ve akım yönünün karaciğere doğru (hepatopedal) olduğu



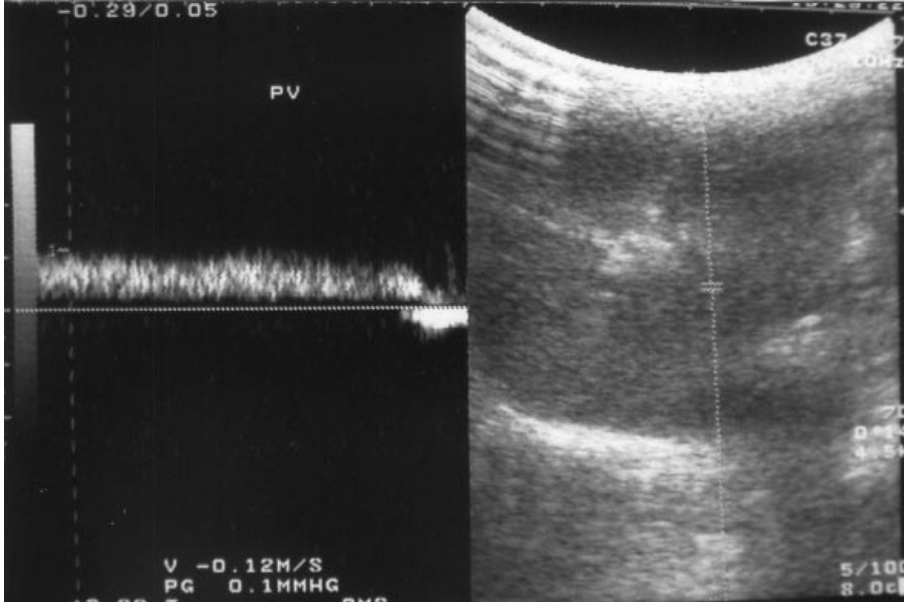
Şekil 3. RDDUS' de renal interlobar arterde düşük rezistanslı akım örneği

tespit edildi (Şekil 4). Maksimum hız; ortalama $10,0 \pm 1,2$ cm/sn, minimum hız ise $4,0 \pm 0,9$ cm/sn olarak belirlendi.

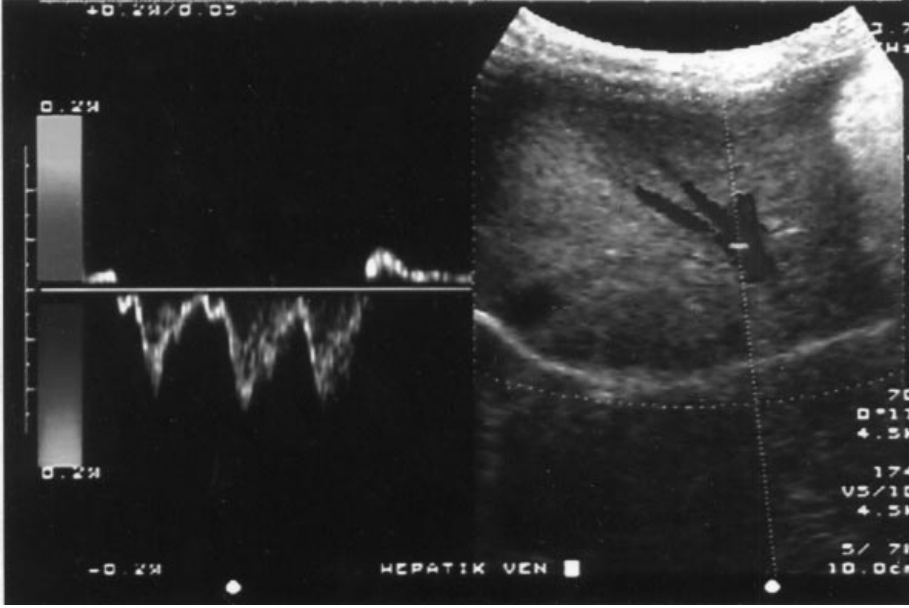
Vena hepaticada, sonografik olarak damar duvarı vena portaya göre daha ince ve daha az ekojen görüntü verdi. Hepatik venlerde; solunum ve kalp atımlarındaki artış ve azalışlardan belirgin şekilde etkilenerek dalgalanma gösteren trifazik akım örnekleri alındı (Şekil 5). Maksimum hız; ortalama $15,0 \pm 1,0$ ve minimum hız ise $8,0 \pm 1,3$ cm/sn olarak kaydedildi. Ayrıca vena cava

caudalite olduğu gibi, bu damarda da akım hızının inspirasyon sırasında arttığı saptandı.

B-Mod görüntüleme; dalak arter ve venası hilus kısmında kıvrımlı, anekoik tubuler yapılar şeklinde izlendi. RDDUS'de, intraparakimal dalak arterinde belirgin diastolik akımı olan, bifazik karakterde, düşük rezistanslı akım örneği ile uyumlu spektral bulgular alındı. Buna göre; PSH ortalama $29,5 \pm 0,6$, DSH $12,5 \pm 0,2$ ve RI ise $53,0 \pm 0,4$ cm/sn olarak belirlendi. Splenik arterin ekstraparakimatöz kollarının akım hızları, damarın



Şekil 4. Vena portaya ait düz akım örneği



Şekil 5. Vena hepatikaya ait ileri ve geri yönde seyreden dalgalı akım örneği

bulunduğu yere bağlı olarak merkezden çevreye doğru belirgin derecede bir azalma gösterdi. Bu durum, aynı zamanda diğer tüm organ arterlerinde de gözlemlendi.

Tartışma

RDDUS'nin abdominal vasküler hastalıkların tanısında kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Bu yöntemin kullanım alanına girmesi, özellikle damarlarda oluşan bozuklukların saptanmasında önemli bir dönüm noktasıdır ve noninvazif olarak birçok hastalığın tanısının konulabilmesine olanak sağlamaktadır (1,2,4-6).

B Mod görüntülemeye, optimum inceleme açısı 90 dereceye yakındır. Nitekim en kuvvetli yansımalar, yansıtıcı yüzeye dik olarak geldiğinde saptanabilmektedir. Bu durum doppler için geçerli değildir. Çünkü açı 90 dereceye yaklaştığı zaman doppler frekansı düştüğünden dolayı, damarda akım yokmuş gibi bir yanılgıya düşülebilir. Bu yöntemde, prob ile akım yönü arasında 30 ile 60 derece arasında bir açı olacak şekilde inceleme yapılması önerilmektedir (1-5,16,19,20). Bu nedenle çalışmada, prob ile akım yönü arasındaki doppler açısı 50 ile 60 derece arasında tutuldu.

Örnekleme aralığı; akımın değerlendirildiği doku aralığı olarak adlandırılmaktadır. Bu aralık; damar lumenini taşımayacak şekilde, vasküler yapının boyutlarına uygun olarak ayarlanmalı ve damarın orta noktasına yerleştirilmelidir. Yanlış uygulamalar sinyal-görüntü oranını bozacağından, elde edilen bulgular güvenilir

olmamaktadır (2,4,5,20). Bu nedenle, çalışmada renk kodlaması yaparken kodlamanın damar lumenini aşmamasına özen gösterildi.

RDDUS'de, PSH gibi bazı akım özelliklerinin saptanabilmesi doku perfüzyonlarının değerlendirilmesinde önemli ipuçları vermektedir. Örneğin; bir damarda PSH'da % 100'den fazla bir artış varsa, stenoz tanısı konabilmektedir. RDDUS'de büyük arterlerin trombuslarında spektral değişikliklerin oluşabilmesi için lumenin % 60'dan fazlasının daralması gerekmektedir ve daralmanın derecesine paralel olarak PSH artmaktadır. Böylece; RDDUS ile arteriyel lezyonların lokalizasyonu ve oluşan stenozun derecesi, arteriografi gibi invaziv bir girişime gerek kalmaksızın güvenilir bir şekilde saptanabilmektedir (2,5,20).

Bu çalışmada, aorta abdominalisin sağında yer alan vena cava caudalisin görüntüsü sol lateral pozisyonda alındı. Nitekim, Szatmari ve ark. (1), vena cava caudalisin en iyi görüntüsünün dorsal ya da sol lateral pozisyonda alınabileceğini bildirmişlerdir. Muayene sırasında, vena cava caudalisin akım niteliklerinin değiştiği gözlemlendi. Bu değişimler solunum hareketlerinin göğüs içi ve karın içinde oluşturduğu basınç değişiklikleri ve kardiyak atımlardan kaynaklanmaktadır (1,2,5,9,11).

Literatürlerde (1,2,5,6,21) aorta abdominalis gibi ekstraparankimatöz arterlerde trifazik akımlar alındığı bildirilmektedir. Trifazik akım; kardiyak sistol sırasında damar lumenindeki yüksek basınca bağlı olarak PSH'in

yüksek, prediastol sırasında ise damar içi basıncının ani olarak düşmesi ve doku direnci sonucu akımın ters yönde olması ile karakterizedir. Aorta abdominalisin spektral incelenmesinde uygun inceleme ayarları yapılmazsa, trifazik akım yerine bifazik akımlar alınabilmektedir (2,4,5). Yapılan çalışmada, aorta abdominaliste bifazik akım izlenen olgularda uygun doppler parametreleri seçilerek trifazik görünüm elde edildi.

Çalışmada, abdominal aortanın en iyi görüntüsü Szatmari ve ark (1)'nin önerdiği gibi sağ lateral pozisyonda elde edildi. Bazı araştırmacılar (1,2,5), kostaların ve gastrointestinal gaz oluşumunun aorta abdominalisin kranial kısmının görüntülenmesinde sorun teşkil ettiğini bildirmektedirler. Bu çalışmada da, aorta abdominalisin kranial kısmı, özellikle gastrointestinal gaz oluştuğu durumlarda görüntülenemezken, gaz oluşmadığı durumlarda rahatlıkla izlendi.

RDDUS; insan hekimliğinde karaciğer hastalıklarında, portal hipertansiyonda ve portal ven trombozunda rutin olarak kullanılmaktadır. Akut trombozda, trombus hiponekoik görünümde olduğundan, damar lumeninde fark edilmeyebilir. Renkli Doppler inceleme ile bu durumda lumenin tıkalı olduğu kolayca gösterilir. Trombus kronikleştikçe, ultrasonda ekojen görünüm alınmakta ve B-Mod ultrason ile kolayca saptanmaktadır. Ancak, trombozun tam/parsiyel ayrımı, yani lumenin tam mı yoksa parsiyel mi tıkalı olduğu RDDUS ile belirlenebilmektedir (1,2,4-6,8,11).

Bu çalışmada, vena portada düz seyirli ve dalgalanma göstermeyen akım örnekleri alındı. Birçok araştırmacı (1,2,6,8,19,22) vena portanın, solunum ve kardiyak fonksiyonlardan belirgin şekilde etkilenmediğini ve böylece portal hipertansiyon gibi karaciğer hastalıklarının tanısında güvenilir spektral ölçüm değerleri verdiğini bildirmektedirler.

Vena hepatica; Szatmari ve ark. (1)'nin önerdiği gibi sol lateral pozisyonda görüntülendi. Hepatik venler solunum ve kardiyak fonksiyonlardan belirgin derecede etkilendiğinden, karaciğer hastalıkları için güvenilir spektral bulgular vermedikleri ileri sürülmektedir (1,2,4,5). Bu çalışmada, vena hepaticada dalgalanma gösteren akım örneği alınması literatürlerde bildirildiği gibi solunum ve kardiyak fonksiyonlardan kaynaklanabilir.

Sağ atriumun kuvvetli pulsatil özelliği nedeniyle hepatic venler içinde trifazik akım şeklinin ortaya çıktığı belirtilmektedir (2,7,22). Nitekim bu çalışmada da, vena

hepatica'da atriyal kontraksiyonlara bağlı olarak trifazik şekiller izlendi. Sağlıklı köpeklerde arteria hepaticanın kollarının genellikle tespit edilmesinin hemen hemen olanaksız olduğu bildirilmektedir (1). Bu çalışmada da, hepatic arter kollarını görüntüleme olanağı bulunamadı.

Köpeklerde RDDUS'de, vena portada oluşan dilatasyon ve arteriovenöz fistül gibi damar bozukluklarında, kan akım yönü hepatofugal görüntülenmektedir. Oysa sağlıklı hayvanlarda vena portanın normal akım yönü hepatopedal, vena hepaticanın ise hepatofugal yönde seyretmektedir (1,8,19,21). Nitekim bu çalışmada da, vena portanın akım yönünün hepatopedal, vena hepaticanın akım yönünün ise hepatofugal olduğu tespit edildi. Isabelle (19), 15 köpek üzerinde yaptığı bir çalışmada, vena portada maksimum akım hızının $11,09 \pm 2,61$ cm/sn, vena hepaticada ise $14,86 \pm 3,31$ cm/sn olduğunu bildirmektedir. Bu çalışmada, vena porta ve hepaticaya ait ortalama değerler (sırasıyla; $10,0 \pm 1,2$ ve $15,0 \pm 1,0$ cm/sn) araştırmacının verileriyle benzerlik göstermektedir.

Böbreklerde RDDUS çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemler; ekstrarenal (direkt renal arter tetkiki), intrarenal arterlerin görüntülenmesi (indirekt yöntem), ya da intrarenal ve ekstrarenal kriterlerin birlikte kombinasyonu şeklinde sıralanmaktadır. Ancak araştırmacıların ilgisi teknik olarak görüntülenmenin daha kolay olduğu intrarenal arterlere yönelmiştir (14). Bu nedenle, bu çalışmada da uygulamanın kolaylığı açısından indirekt yöntem kullanıldı.

RI; kan akımına karşı vasküler direnci gösteren, doppler açılı değerlerinden etkilenmeyen ve PSH'nin en düşük diastolik hızdan çıkarılmasıyla bulunan değer PSH'a bölünmesiyle elde edilmektedir. Eğer dokunun vasküler direnci artmış ise RI düşmekte, azalmış ise yükselmektedir. Bu değer 70 cm/sn'nin üzerine çıkması, akut böbrek yetmezliği ve konjenital displazi gibi hastalıkların tanısında önemli bir kriterdir (2,4,12,23,24). Koch ve ark. (23) köpeklerde 70 cm/sn'ye kadar ölçülen RI değerlerinin normal sınırlar içinde olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da, böbrek arterlerinde $53 \pm 0,4$ cm/sn olarak ölçülen RI değerinin araştırmacıların bildirdiği normal sınırlar arasında olduğu tespit edilmiştir.

Normal koşullar altında renal arteriyel sistemde kan akımı süreklilik göstermektedir. Böbrekte renal arterlerin

akım dalga formlarında sistolik ve diastolik hızlar arasındaki farkın az olduğu ve bu nedenle de RI değerinin diğer arterlere göre daha düşük bulunduğu bildirilmektedir (14). Benzer olarak, renal interlober arterin RI değeri, sistol-diastol oranının düşük olmasına bağlı olarak, aorta abdominalise oranla daha düşük bulundu (sırasıyla; $53,0 \pm 0,4$ cm/sn ve $68,0 \pm 2,0$ cm/sn). Renal interlober arterde, aorta abdominalise göre daha yüksek diastollü olan düşük rezistanslı akım şekli alındı. Bu durumda, diastolde de böbreğe doğru kan akımı devam etmekteydi. Buna karşın, aorta abdominaliste diastolde doku direncine bağlı olarak diastolik akım, belirgin azalma göstermekte ya da erken diastolde tersi yönde olmaktadır.

Bazı araştırmacılar (1,15,25,26), dalak parankimal arter ve venlerinin B-Mod ultrasonografik incelemede tubuler anekoik yapılar şeklinde görüntülenebildiğini bildirmekle beraber, arterlerin venlere göre daha küçük çaplarda

olduğunu ve bu damarlardaki kan akımının varlığı ve yönünün saptanmasının ancak RDDUS ile mümkün olabileceğini bildirmektedirler. Dupleks ultrasonografi ile bu akımın varlığı ve yönünün saptanması, hem normal hem de bazı patolojik durumlarda mümkün olmaktadır. Nitekim Saunders ve ark. (26), dalak torsiyonu bulunan 15 köpekte, doppler ultrasonografik inceleme ile bu akımların bulunmadığını tespit etmişlerdir. Bu araştırmada da, splenik arteriyel akımların kolaylıkla tespit edilmesi ve bu arterde saptanan geniş pik-sistolik ve sürekli yüksek diastolik akım özelliği olan düşük rezistanslı akım örnekleri literatür verileriyle (1,2,5,19) paralellik göstermektedir.

Sonuç olarak; incelenen her bir kan damarının kendine özgü karakteristik doppler akım şekline sahip olduğu, bu nedenle RDDUS'nin köpeklerde abdominal kan akımının kalitatif ve kantitatif olarak ölçülmesinde bir tanı yöntemi olarak kullanılabilirliği kanısına varıldı.

Kaynaklar

1. Szatmari, V., Sotonyi, P., Vörös, K.: Normal Duplex Doppler Waveforms of Major Abdominal Blood Vessels in Dogs: A Review. *Vet. Rad. Ult.*, 2001; 42: 93-107.
2. Zwiebel, W.J.: Introduction to Vascular Ultrasonography. Third Edition. W.B. Saunders Co., London, 1998.
3. Oyar, O.: Radyolojide Temel Fizik Kavramlar. Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul, 1998.
4. Erden, I.: Renkli Doppler Ultrasonografinin Fizik Prensipleri, Sınırlamaları ve Hata Kaynakları. *Türk. Klin. Tıp Bil. Derg.*, 1991; 11: 326-351.
5. Carol, M.R., Stefanie, R.W., William, C.: Diagnostic Ultrasound. Second Edition, Mosby Company, St. Louis, Missouri, 1998.
6. Carol, A.K., Vishan, L.G., Ronald, L.E.: Ultrasound Atlas of Disease Processes. Appleton Lange Company, London, 1993.
7. Killi, R.: Nativ Karaciğer Hastalıklarında Doppler Ultrasonografi. 17. Türk Radyoloji Kongresi., 27-31 Ekim 200; 21-37.
8. Lamb, C.R., Wrigley, R.H., Simpson, K.W., Hijfte, M.E., Garden, O.A., Smyth, J.B.A., Rutgers, H.C., White, R.N.: Ultrasonographic Diagnosis of Portal Vein Thrombosis in Four Dogs. *Vet. Rad. Ult.*, 1996; 37: 121-129.
9. Szatmari, V., Nemeth, T., Kotai, I., Vörös, K., Sotonyi, P.: Doppler Ultrasonographic Diagnosis and Anatomy of Congenital Intrahepatic Arterioportal Fistula in a Puppy. *Vet. Rad. Ult.*, 2000; 41: 282-286.
10. Fleischer, A., Keppler, D.M.: Diagnostic Sonography. Principles and Clinical Applications. Second Edition. W.B. Saunders Co. Philadelphia, 1995.
11. Artur, F., Josep, M.C.: Ultrasonographic Localization of a Caudal Vena Cava Thrombus in a Dog with Leishmaniasis. *Vet. Rad. Ult.*, 1996; 38: 394-396.
12. Nyland, T.G., Fisher, P.E., Doverspike, M., Hornof, W.J., Olander, H.J.: Diagnosis of Urinary Obstruction in Dogs Using Duplex Doppler Ultrasonography. *Vet. Rad. Ult.*, 1993; 34: 348-352.
13. Karadeniz, T., Topsakal, M., Ekşioğlu, A., Arıman, A., Başak, D.: Renal Hemodynamics in Patients with Obstructive Uropathy Evaluated by Color Doppler Sonography. *Eur. Urol.*, 1996; 29: 298-301.
14. Özbek, S.: Nativ Renal Renkli Doppler Ultrasonografi. 17. Türk Radyoloji Kongresi, 27-31 Ekim 200; 37-49.
15. Szatmari, V., Pentek, G., Vörös, K.: Spontaneous Resolution of Splenic Torsion in a Dog. *Vet. Rec.*, 2000; 147: 247-248.
16. Alkan, Z.: Veteriner Radyoloji. Mina Ajans Matbaacılık, Ankara, 1999.
17. Günzel-Apel, A.R., Möhrke, C., Nautrup, P.: Colour Coded and Pulsed Doppler Sonography of the Canine Testis, Epididymis and Prostate Gland: Physiological and Pathological Findings. *Repr. Dom. Anim.*, 2001; 36: 236-240.
18. Cochard, T., Toal, R.L., Saxton, A.M.: Doppler Ultrasonographic Features of Thoracic Limb Arteries in Clinically Normal Horses. *Am. J. Vet. Res.*, 2001; 61: 183-189.
19. Isabelle, V.G.: Duplex and Triplex Sonography of Abdominal Organs and Their Vessels in the Adult Beagle. Doctoral thesis, 2001.
20. Erden, I.: Aıt Ekstremitte Arteriyel Dolaşımın Konvansiyonel ve Renkli Doppler Görüntülemesi. *Türk. Klin. Tıp Bil. Derg.*, 1991; 11: 386-393.

21. Hanenberg, I.: Duplex and Triplex Sonography of Abdominal Vessels in Kittens During the First Weeks of Life. Doctoral thesis, München, 1999.
22. Szatmari, V., Sotonyi, B.F., Vörös, K.: Doppler Ultrasonographic Detection of Retrograde Pulsatile Flow in the Caudal Vena Cava of a Puppy with Cor Triatriatum Dexter. *Vet. Rec.*, 2000; 147: 68-72.
23. Koch, J., Jensen, A.L., Wenck, A., Iversen, L., Lykkegaard, K.: Duplex Doppler Measurements of Renal Blood Flow in a Dog with Addison's Disease. *J. Small Anim. Pract.*, 1997; 38: 124-126.
24. Morrow, K.L., Salman, M.D., Lappin, M.R., Wrigley, R.: Comparison of Resistive Index to Clinical Parameters in Dogs with Renal Disease. *Vet. Rad. Ult.*, 1996; 37: 193-199.
25. Szatmari, V., Pentek, G., Manczur, F., Vrabely, T., Vörös, K.: Bi-directional Stagnant (to and fro) Flow in the Parenchimal Splenic Veins of a Dog with Splenic Torsion Detected by Doppler Ultrasonography. *Magyar Allotorvosok Lapja.*, 2001; 123: 618-624.
26. Saunders, H.M., Neath, P.J., Brockman, D.J.: B-Mode and Doppler Ultrasound Imaging of the Spleen with Canine Splenic Torsion: A Retrospective Evaluation. *Vet. Rad. Ult.*, 1998; 39: 349-353.