

Atlarda egzersiz öncesi ve sonrası sistolik ve diyastolik fonksiyonların Doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmesi*

Melahat TOKER¹, Vedat SAĞMANLIGİL²

¹ Sağlık Bakanlığı Dışkapı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ankara; ²Ankara Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Ankara.

Özet: Bu araştırmada, atlarda egzersiz öncesi ve sonrası kalbin sistolik ve diyastolik fonksiyonlarına ait ekokardiyografik parametreler incelendi. Bu amaçla sağlıklı, değişik ırklardan olan ve yaşları 5-16 arasında değişen 20 at kullanıldı. Atların hepsine; *M mode*, *B mode* (iki boyutlu) ve renkli *Doppler* ekokardiyografik yöntemle ve 2.5 mHz'lik prob kullanılarak bakıldı. Atrioventriküler kapakların anatomik yapısı ve kapak düzeyindeki kan akım hemodinamiği değişiklikleri parasternal uzun - kısa kesitlerden ve apikal görüntülerden siyah - beyaz ve renkli olarak elde edildi. Atların tümünde, egzersizden önce ekokardiyografik muayene daha rahat uygulanarak göğsün sağ ve sol tarafından çalışma yapıp bu değerler karşılaştırılırken, egzersiz sonrasında muayene yalnızca göğsün sağ tarafından yapılabilmiş ve egzersiz öncesi aynı taraftan alınan değerlerle karşılaştırılmıştır. Atlarda egzersiz öncesi göğsün sağ ve sol tarafından *M mode* ve *iki boyutlu* yöntemlerle elde edilen sol ventriküle ait ekokardiyografik bulguların karşılaştırılmasında, diyastolde interventriküler septum kalınlığı ve diyastolde arka duvar kalınlığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar izlendi ($p<0.05$). Buna karşın, egzersiz öncesi ile egzersiz sonunda *M mode* ve *iki boyutlu* yöntemlerle elde edilen parametreler arasında istatistiksel önemde farklılığın yalnız kalp atım sayısında olduğu belirlendi.

Anahtar sözcükler: At, Doppler ekokardiyografi, egzersiz.

Evaluation of systolic and diastolic functions by Doppler echocardiography in the horses before and after exercise

Summary: In this research, the echocardiographic parameters of the horses were examined before and after exercise. For this purpose 20 healthy and from different races 5-16 years old horses were used. All the horses were examined by means of transducers that have the speed of 2.5 mHz with the help of M mode, B mode (2 dimensional) and colour *Doppler* echocardiographic methods. Anatomic structure of atrioventricular lids and the changes of the level of the blood flowing hemodynamic from parasternal short-long cross section and the apical views were illustrated in black - white and colour. While echocardiographic examination on the right and left bosoms of the horses before exercises were easily done and compared, the study after exercises was only done on the right side of the chests and compared with the parameters taken from same sides of the horses. Statistically significant differences ($p<0.05$) between the thickness of the back side of the diastol and the thickness of the interventricular septum were observed in the echocardiographic findings of left ventricle, taken from right and left chests, reached methods before the exercises of the horses. It was determined that the only statistically significant difference between the parameters before and after the exercises of the horses was in the heart rates of the animals obtained in M mode and two diamentional methods.

Key words: Doppler echocardiography, exercise, horse.

Giriş

İnsanlarda kalp ve damar hastalıklarının tanısında çok yaygın olarak kullanılan ekokardiyografi, son zamanlarda küçük ve büyük hayvanların doğuştan veya sonradan oluşan kalp hastalıklarının tanısı amacıyla kullanılmaktadır (11).

Son 20 yılda yapılan çalışmalarla kalp yetersizliği semptomlarının meydana gelmesinde sistolik fonksiyonlardan önce diyastolik fonksiyonların bozulmasının rol oynadığı anlaşılmıştır (18). Kalp yetersizliği tanısı

koyulan hastaların 1/3'ünde sistolik fonksiyonların normal olduğu ve bunlardaki asıl patojenin diyastolik fonksiyonların bozulmasından ileri geldiği saptanmış olup, nefes darlığı ve efor kapasitesinin sistolik fonksiyon bozukluğundan ziyade, diyastolik fonksiyon bozukluğunu yansıtan yüksek doluş basıncı ile ilişkili olduğu vurgulanmıştır (13).

Günümüzde at yarışları ve bu alanda harcanan büyük paralar göz önüne alınırsa, böylesine yüksek değerleri ifade eden bu hayvanların gerçekten yarış

* Aynı isimli doktora tezinden özetlenmiştir.

hayvanı olarak istenilen koşullarla uygun olup olmadığının belirlenmesi açısından yapılacak EKG ve EKO gibi bazı kardiyak tetkikler çok önemli bir işlevi yerine getirecektir. Veteriner Hekimlik alanında son yıllarda atların yarış, dayanıklılık ile fiziki uygunluk derecesinin ve gelişmesinin belirlenmesi konusunda önemli çalışmalar yapılmaktadır (12).

Yarış atlarının dayanıklılık ve performanslarının ölçüldüğü bir çalışmada (22), hayvanların kalp atım ve solunum sayıları incelenmiş, sonuç olarak koşuyu tamamlayan atlar arasında önemli farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, atlarda egzersize bağlı olarak kalbin sistolik ve diyastolik fonksiyonlarında oluşabilecek değişiklikleri, ekokardiyografide yaygın olarak kullanılan *M mode*, *B mode* ve *Doppler* yöntemleri ile tespit etmek ve ayrıca at kalbinin yapısı ve işlevi hakkında daha fazla bilgi sahibi olarak daha sonraki deneysel çalışmalar için temel değerler elde etmektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada materyal olarak 5-16 yaşları arasında, 400 – 600 kg ağırlığında, farklı cinsiyet ve ırklardan (İngiliz, Hollanda, Holstein, Sel France, Hannover, Shire) oluşan 20 sağlıklı at kullanıldı.

Atlara ekokardiyografik muayene ayakta ve ön ayakları yana doğru açılmış pozisyonda uygulandı. Hareketli ve huysuz olanlar herhangi bir ilaçla sedasyon yapılmadan seyisleri tarafından tespit edildi. Çalışmaya başlamadan önce atların göğüs bölgesi görüntüyü net alabilmek için traş makinesi ile temizlendi. Ekokardiyografik muayenede prob, muayene edilecek bölgeye yerleştirilmeden önce deri ile arasına hava girişini engellemek için transmisyon ultrason jeli kullanıldı.

Egzersiz öncesi ekokardiyografik çalışma tamamlandıktan sonra, atlar 25 dakika ile 30 dakika arasında 5 dakika tırıs, 10 dakika sağ yan galop, 10 dakika sol yan galop koşturularak standart egzersiz programına tabi tutuldu. Egzersiz yapan atlar vakit kaybetmeden tekrar kliniğe getirilerek ekokardiyografik muayeneleri yapıldı. Egzersiz öncesi sol ventrikül ölçümleri göğsün sağ ve sol tarafından rahatlıkla elde edilirken, egzersiz sonrası kalp sayısı hızla normale döndüğünden sol ventrikülle ilgili ölçümler göğsün sağ tarafından elde edildi. Böylece atlarda ekokardiyografik çalışma, standart egzersiz öncesi iki kez ve sonrası bir kez olmak üzere toplam üç kez yapıldı.

Çalışmada *M mode*, iki boyutlu, *Continuous* ve *Pulsed Doppler* ölçümleri için *Esate AU5* marka Renkli *Doppler* ultrason cihazı, 2.5 MHz'lik prob ve ayrıca siyah-beyaz ve renkli görüntüler için *Mitsubishi printer* cihazı kullanıldı.

M mode ve iki boyutlu ekokardiyografi ile kalbin standart uzun eksen kesitinden otomatik olarak elde edilen parametreler şunlardır; Aort çapı (AÇ), sol atrium boyutu (LA), sağ atrium (RA), sağ ventrikül (RV), sağ ventrikül arka duvar kalınlığı (RVPWD), interventrikül septumun diyastol kalınlığı (IVS_d), sol ventrikül diyastol sonu çapı (LVIDD_d), sol ventrikül arka duvarın diyastoldeki kalınlığı (PWD_d), sol ventrikül sistol sonu çapı (LVIDS_s), sol ventrikül interventrikül septumun sistoldeki kalınlığı (IVS_s), sol ventrikül arka duvarın sistoldeki kalınlığı (PWD_s), septumun yüzde kalınlığı (Septum %), arka duvarın yüzde kalınlığı (PW %), ejeksiyon fraksiyon (EF), fraksiyon kısalma (FS), kalp hızı (HR) ve sol ventrikül kitlesi (LVM).

Diyastolik fonksiyonlar için kullanılan *Pulsed Doppler* parametreleri şunlardır; E dalgası erken diyastolik akımın maksimum hızı (PEV), A dalgası geç diyastolik akımın maksimum hızı (PAV), E dalgası maksimum basınç değişimi (PPGE), A dalgası maksimum basınç değişimi (PPGA), ortalama hız (VMN), ortalama basınç değeri (GMN), basınç yarılama zamanı (PHT), mitral kapak alanı (MVA), E dalgası ve A dalgası oranı (E/A), E dalgası hızlanma zamanı (EAT), E dalgası yavaşlama zamanı (EDT) ve izovolemik gevşeme zamanı (IVRT).

Çalışma materyalini oluşturan atlarda egzersiz öncesi ve sonrası mitral ve triküspit kapak düzeyinden elde edilen kan akım hemodinamiğine ait değişik ölçümler student-t testi ile karşılaştırılarak istatistiksel yönden değerlendirildi. Karşılaştırmalar egzersiz öncesi göğsün sağ ve sol tarafından alınan parametreler arasında yapılırken, egzersiz sonrasında ise yalnızca sağ taraftan değerler elde edilebilmiş ve bunlar egzersiz öncesine ait parametrelerle karşılaştırılmıştır.

Çalışma etik ilke ve kurallara uyularak yapılmıştır.

Bulgular

Egzersiz öncesi göğsün sağ ve sol tarafından alınan sol ventrikül parametreleri arasında istatistiksel yönden yapılan karşılaştırmada (Tablo 1) önem ifade eden farklılıkların ($p<0.05$), IVS_d ve PWD_d parametrelerinde olduğu gözlemlendi.

Bunların dışında sol ventriküle ait LVIDD, LVIDS, EF, FS ve LVM gibi parametrelerde, göğsün sağ ve sol tarafından alınışa göre anlamlı farklılıklar olmadığı tespit edildi (Tablo 1).

Atlarda egzersiz öncesi ve sonrası göğsün sağ tarafından alınan sol ventriküle ait parametreler Tablo 2'de gösterilmiştir. Bu parametreler arasında kalp atım sayıları dışında ($p<0.05$) bulunan diğer parametrelerde egzersiz öncesi ve sonrası değerlerde istatistiksel açıdan önemli bir farklılık gözlemlenmedi.

Tablo 1. Atlarda egzersiz öncesi göğsün sağ ve sol tarafından alınan sol ventrikülün *M mode* ve iki boyutlu yöntemlerle elde edilen ekokardiyografi bulguları (n= 20).

Table 1. Echocardiographic parameters of left ventricle taken from right and left sides of the chests in the horses obtained by the methods of M mode and two dimensional before exercise.

Parametreler	Sol ventrikül fonksiyonu		Önem derecesi
	Soldan sol ventrikül X ± SE (min - maks)	Sağdan sol ventrikül X ± SE (min - maks)	
IVS _d (cm)	2.475 ± 0.095 (1.8 – 3.4)	3.006 ± 0.153 (1.9 – 4.6)	p<0.05
LVIDD (cm)	10.475 ± 0.223 (8.0 – 13.6)	10.920 ± 0.244 (9.0 – 12.8)	-
PWD _d (cm)	2.625 ± 0.081 (2.0 – 3.4)	2.211 ± 0.152 (0.7 – 3.1)	p<0.05
LVIDS (cm)	6.610 ± 0.303 (3.3 – 8.1)	6.683 ± 0.378 (2.7 – 9.5)	-
EF (%)	59.200 ± 2.373 (39 – 78)	57.850 ± 2.024 (38 – 72)	-
FS (%)	34.050 ± 1.785 (21 – 50)	32.550 ± 1.424 (19 – 44)	-
LV kitle (gr)	2810.100 ± 153.226 (1978 – 4893)	3194.450 ± 262.108 (1153 – 5959)	-

Pulsed Doppler ekokardiyografi yöntemi ile elde edilen traselerde, egzersiz öncesi ve sonrası mitral kapak düzeyinde M şeklinde dalga formları gözlemlendi. Apikal 4 ve/veya 5 boşlukta mitral kapak ve triküspit kapak üzerine sample volüm yerleştirilerek *Pulsed Doppler* yöntemi ile sol ventrikül diyastolik fonksiyonları hakkında bilgi edinilmiş olup Tablo 3’de gösterilmiştir.

Bunlardan PHT egzersize bağlı olarak azalırken, IVRT artmıştır (p<0.05). Öte yandan sol ventrikül PEV ile PAV egzersize bağlı önem ifade eden bir değişiklik göstermezken, diyastolik kompliyans açısından belirleyici olan E/A oranının egzersiz sonrasında düştüğü (p<0.05) gözlemlenmiştir. Bunların dışında mitral kapak akım hızına bağlı egzersiz öncesi ve sonrası sol ventrikül diyastolik fonksiyonuna ait akım profili (flow profil), E dalgasının en yüksek gradienti (PPGE), A dalgasının en yüksek gradienti (PPGA), E ve A dalgasının ortalama akım hızı (VMN), E dalgasının ortalama gradienti (GMN), akselerasyon zamanı (EAT) ve deselerasyon zamanı (EDT) gibi parametrelerde gözlemlenen değişimlerin istatistiksel yönden anlamlı olmadığı saptanmıştır.

Atlarda egzersiz öncesi ve sonrası sağ ventrikül diyastolik fonksiyonuna ait parametreler arasında (Tablo 4)

Tablo 2. Atlarda egzersiz öncesi ile sonrası göğsün sağ tarafından alınan sol ventrikülün *M mode* ve iki boyutlu yöntemlerle elde edilen ekokardiyografi bulguları (n= 20).

Table 2. Echocardiographic parameters of left ventricle taken from right side of the chest in the horses obtained by the methods of M mode and two dimensional before and after exercise.

Parametreler	Sol ventrikül fonksiyonu		Önem derecesi
	Egzersiz öncesi X ± SE (min - maks)	Egzersiz sonrası X ± SE (min - maks)	
IVS _d (cm)	3.006 ± 0.153 (1.9- 4.6)	2.680 ± 0.138 (1.22 – 3.50)	-
LVIDD (cm)	10.920 ± 0.244 (9.0 – 12.8)	10.380 ± 0.259 (7.7 – 11.9)	-
PWD _d (cm)	2.211 ± 0.152 (0.7 – 3.1)	2.530 ± 0.023 (1.4 – 3.7)	-
IVS _s (cm)	2.567 ± 0.045 (0.6 – 4.7)	2.525 ± 0.122 (1.4 – 3.3)	-
LVIDS (cm)	6.682 ± 0.378 (2.7 – 9.5)	7.270 ± 0.284 (5.0 – 9.4)	-
PWD _s (cm)	2.579 ± 0.113 (1.3 – 3.5)	2.690 ± 0.146 (1.9 – 4.2)	-
EF (%)	57.850 ± 2.024 (38 – 72)	54.600 ± 2.730 (32 – 75)	-
FS (%)	32.550 ± 1.424 (19 – 44)	30.100 ± 1.769 (19 – 45)	-
Septum (%)	23.100 ± 3.285 (5 – 50)	18.150 ± 1.791 (3 – 32)	-
PW (%)	23.585 ± 3.126 (7 – 57)	19.900 ± 2.668 (1 – 50)	-
LV kitle (gr)	3194.450 ± 262.108 (1153 – 5959)	3055.650 ± 216.698 (1379 – 4704)	-
HR (atım say/dak)	37.200 ± 1.660 (29 – 55)	50.550 ± 2.230 (39 – 72)	p<0.05

PPGA’nın egzersize bağlı olarak önem ifade eden (p<0.05) azalışlar gösterdiği, buna karşın PEV ile PPEG’deki azalışların istatistiksel yönden önemli olmadığı belirlendi. Öte yandan sağ ventrikülde E ve A dalgalarının akım hızlarının oranlarının (E/A) egzersize bağlı olarak sol ventrikülün tersine arttığı ve bu artışın da istatistiksel yönden anlamlı olduğu (p<0.01) gözlemlendi.

Akım profili (flow profil) E ve VMN ile GMN gibi sağ ventrikül diyastolik fonksiyonuna ait parametrelerde egzersiz öncesi ve sonrası değerler arasında istatistiksel yönden önemli farklılıklar olmadığı belirlendi.

İki boyutlu ve *M mode* ekokardiyografi yöntemi ile apikal 4. ve 5. kostalar arası boşluktan, parasternal kısa eksen ve uzun eksen görüntüsü ile yapılan incelemede, atların 2’sinde egzersiz öncesi sol ventrikülde izlenen anterior apikal hipokinezinin (1/3 duvar segmentinde), egzersiz sonrası daha yaygın (2/3 duvar segmentinde) olduğu gözlemlenmiştir.

Tablo 3. Atlarda egzersiz öncesi ve sonrası mitral kapağa ait *Pulsed Doppler* ile elde edilen diyastolik fonksiyon parametreleri (n= 20).

Table 3. Diastolic functional parameters of mitral valve of the horses obtained by Pulsed Doppler before and after exercise.

Parametreler	Sol ventrikül diyastolik fonksiyonu		Önem derecesi
	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	
	X ± SE (min - maks)	X ± SE (min - maks)	
Flow profil	0.089 ± 0.024 (0.03 – 0.54)	0.069 ± 0.006 (0.03 – 0.15)	-
PEV (m/sn)	0.261 ± 0.027 (0.03 – 0.53)	0.261 ± 0.026 (0.01 – 0.57)	-
PAV (m/sn)	0.233 ± 0.022 (0.12 – 1.2)	0.242 ± 0.017 (0.12 – 0.38)	-
PPGE (mmHg)	0.300 ± 0.045 (0.1 – 1.1)	0.305 ± 0.039 (0.1 – 1.3)	-
PPGA (mmHg)	0.237 ± 0.036 (0.1 – 0.7)	0.275 ± 0.039 (0.1 – 0.7)	-
VMN (m/sn)	0.217 ± 0.034 (0.1 – 0.8)	0.227 ± 0.019 (0.12 – 0.4)	-
GMN (mmHg)	0.171 ± 0.024 (0.1 – 0.5)	0.210 ± 0.029 (0.1 – 0.6)	-
PHT (ms)	89.900 ± 7.386 (8.5 – 158)	65.900 ± 4.555 (24 – 115)	p<0.05
MVA (cm ²)	2.850 ± 0.232 (1.4 – 4.7)	3.405 ± 0.351 (1.9 – 3.8)	-
E/A	1.217 ± 0.053 (0.9 – 1.9)	1.125 ± 0.051 (0.93 – 1.99)	p<0.05
EAT (m/sn)	73.900 ± 8.303 (13 – 138)	66.900 ± 5.304 (8 – 108)	-
EDT (m/sn)	107.300 ± 7.867 (31 – 192)	98.350 ± 9.672 (27 – 177)	-
IVRT (m/sn)	129.100 ± 7.829 (69 – 192)	150.450 ± 8.261 (69-200)	p<0.05

Tablo 4. Atlarda egzersiz öncesi ve sonrası triküspit kapağa ait *Pulsed Doppler* ile elde edilen diyastolik fonksiyon parametreleri (n= 20).

Table 4. Diastolic functional parameters of tricuspid valve of the horses obtained by Pulsed Doppler before and after exercise.

Parametreler	Sağ ventrikül diyastolik fonksiyonu		Önem derecesi
	Egzersiz öncesi	Egzersiz sonrası	
	X ± SE (min - maks)	X ± SE (min - maks)	
Flow profil (m/sn)	0.094 ± 0.004 (0.02 – 0.15)	0.076 ± 0.008 (0.06 – 0.13)	-
PEV (m/sn)	0.367 ± 0.014 (0.14 – 0.49)	0.322 ± 0.025 (0.25 – 0.45)	-
PAV (m/sn)	0.320 ± 0.016 (0.14 – 0.44)	0.269 ± 0.020 (0.21 – 0.36)	p<0.05
PPGE (mmHg)	0.535 ± 0.036 (0.1 – 0.9)	0.425 ± 0.059 (0.3 – 0.8)	-
PPGA (mmHg)	0.415 ± 0.042 (0.1 – 0.8)	0.305 ± 0.040 (0.2 – 1.0)	p<0.05
VMN (m/sn)	0.270 ± 0.015 (0.11 – 0.4)	0.232 ± 0.016 (0.17 – 0.41)	-
GMN (mmHg)	0.287 ± 0.028 (0.03 – 0.4)	0.217 ± 0.026 (0.03 – 0.5)	-
E/A	1.043 ± 0.062 (0.83 – 1.3)	1.217 ± 0.049 (0.18 – 1.30)	p<0.01

Tartışma ve Sonuç

M mode yöntemi ile yapılan değerlendirmelerde bilgilerin yetersiz kaldığı, ortaya çıkan hata payının azaltılmasında iki boyutlu görüntü almanın ve *in vivo* teknikler geliştirilmesinin önemli olduğu göz önünde tutularak yapılan bu çalışmada, *M mode* yanında *B mode* ve *Doppler* yöntemleri kullanılmıştır (24, 27).

Atlarda Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti'nce kabul edilen *M mode* standart kardiyak ölçümlerde ve bu çalışmada elde edilen ortalama ölçümlerde göğsün sağ tarafından sol ventrikül sistol sonu çapı, diyastol sonu çapı, diyastolde interventriküler septum kalınlığı, fraksiyon kısalma, sol ventrikül diyastol sonu çapı, diyastolde arka duvar kalınlığı ve ejeksiyon fraksiyon değerlerinin benzer olduğu izlendi. Yine bu çalışmada, göğsün sağ tarafından diyastolde arka duvar kalınlığı, ejeksiyon fraksiyon, sol ventrikül kitlesi, soldan diyastolde interventriküler septum, ejeksiyon fraksiyon ve sol ventrikül kitlesi değerlendirilirken, atlarda Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti'nin kabul ettiği çalışmada bu değerlere rastlanılmamıştır (14, 26).

Atlarda egzersiz öncesi göğsün sağ ve sol tarafından alınan sol ventrikülün *M mode* ve iki boyutlu yöntemlerle elde edilen ekokardiyografi bulgularından interventriküler septum ve arka duvar kalınlığında artış (hipertrofi) izlendi. Oysa ki, septum ve arka duvar kalınlıkları, hipertrofik kardiyomyopati, sağ ve sol ventrikül hipertrofilerinde, inferior miyokart infarktüsünde, aort darlığı, hipertansiyon, v.b. durumlarda artış göstermektedir (20, 21, 23). Ancak bu çalışmada kullanılan atlarda duvar kalınlığının artmasına bağlı hipertrofinin, sürekli yaptıkları egzersiz sonucunda oluştuğu düşünülmektedir (25, 26). Bu çalışmada, *M mode* ve iki boyutlu ekokardiyografi yöntemi ile elde göğsün sağ ve sol tarafından alınan sol ventriküle ait ölçümler arasında anlamlı bir farklılık kaydedilmemesi, sol ventrikülde bir dilatasyon olmadığını göstergesidir. Ayrıca, yapılan literatür taramalarında bu tür bir karşılaştırmayı içeren herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

İki boyutlu ekokardiyografi ile sol ventrikül parasternal uzun eksen görüntüsünden elde edilen ve *Teicholz* yöntemi kullanılarak ölçülen ejeksiyon fraksiyon (son diyastolik volüm – son sistolik volüm / son diyastolik volüm x 100), ventriküler pompa fonksiyonunu göstermede kullanışlı bir indekstir. Sol ventriküle ait ejeksiyon fraksiyonunun düşmesi durumunda, ventrikülün diyastol çapı artacak, mitral kapağın E noktası ile septum arasındaki mesafe de (EPSS) büyüyecektir (4, 23). Bu çalışmada egzersiz öncesi göğsün sol tarafından alınan ejeksiyon fraksiyonu ile sağ göğüsten alınan ejeksiyon fraksiyon arasındaki değerlerin farklı olmaması, bu hayvanların sol ventrikül sistolik performansının ve fonksiyonel kapasitesinin normal olduğu şeklindeki gözlemi sağlamlaştırmaktadır.

Atlarda dinlenme durumunda elde edilen kalp atım sayıları, çeşitli araştırmacıların elde ettikleri verilere yakınlık göstermektedir (1, 8, 12, 15). Egzersiz sonucunda bu değerler artış göstermiştir. Sürekli çalıştırılan atlarda egzersiz sonucunda kalp atım sayısının, düzenli çalışma yapmayan atlara göre daha az arttığı bilinmektedir (3, 6). Bu çalışmada kullanılan atların düzenli egzersiz yapan hayvanlar olduğu göz önünde tutulduğunda, kalp atım sayısının fazla artmamış olması (%36) ve solunum tipinin değişmemesi yanında ventriküle ait parametrelerde de egzersiz öncesine göre farklılıklar gözlenmemesi hayvanların egzersize alışık olduklarının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu da kalp atım sayısı ve solunum tipinin, ekokardiyografik parametreleri etkilediğine dair bildirimleri (16, 19) desteklemektedir. Öte yandan sürekli egzersiz yapan atlarda, egzersiz sonunda kalp atım sayısının kısa zamanda normal seviyeye dönme eğilimi göstermesi, bu atların düzenli yapmış oldukları çalışmaya bağlı olarak kalplerinde olduğu tespit edilen hipertrofinin neden olduğu bir durum olup, atların performanslarının iyi olduğunun önemli bir göstergesidir (9, 12).

Öte yandan hem sol ventrikül arka duvar ve interventriküler septum kalınlığının, hem de septumun yüzde kalınlığı ile arka duvarın yüzde kalınlığında egzersiz öncesi ve sonrasında farklılığın olmaması beklenen bir sonuçtur. Çünkü duvar kalınlıklarının egzersize bağlı olarak o an için değişmesi mümkün değildir. Ancak bu verileri egzersiz yapmayan atlarla karşılaştırma imkanı olabilseydi, zamanla egzersize bağlı bir kalınlaşmanın varlığı tespit edilebilir ve bu konuda yorum yapılabilirdi.

Pulsed Doppler ekokardiyografinin uygulamaya girmesinden sonra ölçülebilen mitral ve triküspit kapakların her iki tarafındaki anlık basınç değişimlerinin, diyastolik fonksiyonların klinik değerlendirilmesinde önemli bir yeri olduğu, bu basınç değişimlerinin kanın kalp odacıkları içinde dolaşımını sağladığı belirtilmektedir (2). Diyastol sırasında açık bulunan mitral kapak uçlarından kaydedilen transmitter akımının tipik grafiksel *Pulsed Doppler* görünümü M şeklindedir ve ventriküler dolumu gösteren E dalgası ve atriyal kontraksiyonu gösteren A dalgası diye iki dar açılı dalganın birleşmesiyle oluşmaktadır. Atlarda yapılan bu çalışmada PEV ile PAV'a ait değerler egzersiz öncesi ve sonrası 0.2 m/sn civarlarında olmaları yanında, literatürlerde verilen sınırların (E için <1.0 m/sn; A için 0.75 m/sn) içinde kalmaları nedeniyle normal olarak kabul edilmişlerdir.

Pulsed Doppler ölçümüyle elde edilen mitral dolum dalgaları arasındaki E/A oranının, mitral fonksiyonlarına bağlı olan erken ve geç kardiyak dolum sürelerinin zamanlamasında kullanılabileceği ve genellikle

insanlarda bu değerlerin 1'den büyük olduğu bildirilmektedir (17, 18). Çalışmada kullanılan atlarda E/A oranı dikkate alındığında egzersiz sonrasında gözlenen anlamlı düşüşe karşın her iki oranı gösteren değerlerin 1'in üstünde olmasından dolayı egzersiz sonrası azalmanın normal olduğu, sol ventriküle ait tam bir komplians azalmasının söz konusu olmadığı anlaşılmıştır.

Sol ventrikül diyastolik fonksiyonunu değerlendirmek için ikinci akım örneği ise EDT ve EAT zamanıdır (10). EAT ile ilgili yapılan bir çalışmada (19) bu değerlerin yaşla birlikte düştüğü bildirilirken, egzersize bağlı olarak nasıl bir değişim olduğu konusunda herhangi bir literatüre rastlanılamamıştır. Çalışmamızda kullanılan atlarda egzersize bağlı olarak EAT ve EDT'de azalmalar gözlenmesine karşılık, bunların boyutlarının küçük olmasının ve istatistiksel yönden yapılan karşılaştırmalarda farklılık göstermemeleri diyastolik fonksiyonların normal olduğunun bir belirtisidir.

Mitral kapak hız örneğinde diyastolik fonksiyon hakkında fikir veren diğer bir parametre de IVRT olup, aort kapağının kapanması ile mitral kapağın açılması arasında geçen süredir. Erken doluşun belirleyicisi olan IVRT'nin bozulması genellikle kalp hızı ve ön yüke bağlı olarak meydana gelebilmektedir. IVRT'nin uzaması genelde başta hipertansiyon olmak üzere miyokardiyal iskemi ve yaşlanmaya bağlanmaktadır (5, 19).

Sol ventrikül sistolik performansının belirlenmesi hastaların daha sonraki yaşam şekilleri ve uygulanacak tedavinin tespiti açısından önemlidir. Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında sistolik fonksiyonun değerlendirilmesi için "ejeksiyon fraksiyon" standart değer olarak seçilmektedir. Çalışmamızda ejeksiyon fraksiyonunda egzersize bağlı istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmaması, bu atlarda egzersiz öncesi ve sonrası sol ventrikül sistolik fonksiyonlarının normal olduğunu ve egzersize bağlı değişmediğini göstermektedir.

Sol ventrikül sistolik fonksiyonları, Amerikan Ekokardiyografi Cemiyeti'nin kabul ettiği 16 segment modeline göre semikantitatif olarak değerlendirilmiştir (7, 9). Bu çalışmada atlardan 2'sinde egzersiz öncesi sol ventrikül apikal bölgede yaygın (1/3 duvar segmentinde) hipokinezi izlendi. Kalp hızının artışına bağlı olarak hipokinezi alanında genişleme (2/3 duvar segmentinde) görüldü. Yine çalışmada, sol ventrikül diyastol ve sistol çapları ve ejeksiyon fraksiyon gibi sol ventrikül sistolik fonksiyon göstergelerinin benzer değerlerde olduğu belirlenmiştir. Atlarda segment duvarlarının kalın olması (yüzde olarak artış göstermesi) hayvanların yüksek kondüsyonuna bağlanabilir.

Sonuç olarak bu çalışmada, günümüzde kullanılan birçok noninvaziv yöntemi geri planda bıraktığı kabul edilen ve hayvanlarda da kalp hastalıklarının tanısında önemli bir yeri olan ekokardiyografi ülkemizde atlarda

ilk defa uygulanmış ve egzersize bağlı sistolik ve diyastolik fonksiyon değişiklikleri incelenerek referans değerler elde edilmiştir.

Kaynaklar

1. **Asheim A, Knudsen O, Lundholm A, Rulcker C, Salten B** (1970): *Heart rates and blood lactate concentrations of standard bred horses during training and racing*. JAVMA, **157**, 304-311.
2. **Banagura JD** (1994): *Echocardiography*. J Am Med Assoc, **204**, 516-522.
3. **Bayly WM, Gobel AA, Barr SA** (1983): *Cardiovascular effects sub maximal aerobic training and treadmill in standard bred horses, using a standardized exercise test*. Am J Vet Res, **44**, 544-552.
4. **Bilal T** (2001): *İngiliz ırkı ve konkur atlarında M mode eko tekniği kullanılarak mitral kapak sol ventrikül volüm ve kontraktibilite ölçümleri üzerinde çalışmalar*. Turk J Vet Animal Sci, **25**, 267-271.
5. **Bilge M, Güler N, Erkoç R** (1999): *Tedavi altındaki hipertansif sol ventrikül diyastolik fonksiyonunun transtrosik ve transözofajyel ekokardiyografik değerlendirilmesi*. Haydarpaşa K V C Bülteni, **7**, 85-90.
6. **Bolca O** (1997): *Ekokardiyografiden elde edilen hemodinamik parametreler*. Türk Ekokardiyografi Çalışma Grubu, 29-34.
7. **Cullen JH** (1999): *Stress echo*. Cardiology Clinics, **3**, 461-481.
8. **Hornicke H, Engelhardt WV, Ehrlein H** (1977): *Effect of exercise on systemic blood pressure and heart rate in horses*. Pflügers arch, **372**, 95-99.
9. **İlerigelen B** (1999): *Ekokardiyografide yeni teknikler*. 2. Ekokardiyografi Mezuniyet Sonrası Eğitim Toplantısı, Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi.
10. **Karpuz H, İkitimur B** (2004): *Ekokardiyografi*. Temel ve Pratik Bilgiler. Arset Matbaacılık San ve Tic A Ş, İstanbul.
11. **Kienle RD, Thomas WP** (1995): *Echocardiography*. 198-254. In: Veterinary Diagnostic Ultrasound, Nyland TG, Mattoon JS (Eds). WB Saunders Company, Philadelphia.
12. **Koca CK** (1997): *Atlarda Egzersizin Elektrokardiyogram Üzerine Etkisi*. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
13. **Koşar F, Varol E** (1998): *Diyastolik kalp yetmezliği*. MN Kardiyoloji, **5**, 44-58.
14. **Long KJ, Bonagura JD, Darke GG** (1992): *Standardised imaging technique for guided "M mode" and Doppler echocardiography in the horse*. Equine Vet J, **24**, 226-235.
15. **Luizada AA, Sakai A, Feigen I** (1970): *Comparative electrocardiography and phonocardiography in six species of animals*. Am J Vet Res, **31**, 1695-1702.
16. **Marr CM, Bright JM, Marlin DJ, Roberts CA** (1999): *Pre and post exercise echocardiography in horses performing treadmill exercise in cool and hot / humid conditions*. Equine Vet J, **30**, 131-136.
17. **Myerburg RJ, Castellanas A** (1997): *Cardiac Arrest and Sudden Cardiac Death*. In: *Heart Disease Braunwald*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, p: 752.
18. **Nishumura RA, Tajik AJ** (1997): *Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinicians' rosette store*. J Am Coll Cardiol, **30**, 8-18.
19. **Özdemir R, Tuncer C, Güven A, Pekdemir H, Sezgin A, Müderrisoğlu Ö** (1999): *Ekokardiyografik olarak sol ventriküler hipertrofi saptanan sporcularda geç potansiyel sıklığı*. MN Kardiyoloji, **6**, 102-105.
20. **Saunders WB** (2001): *Cardiology of the Horse*. WB Saunders, Harcourt Brace and Company Limited, London, NW17DX, p: 24-28.
21. **Scheffer CWJ, Robben JH, Sloet OMM** (1995): *Continuous monitoring of ECG in horses at rest and during exercise*. Vet Rec, **137**, 371-374.
22. **Skarde RT, Muir WW, Milne DW, Gabel AA** (1976): *Effects of training on resting and post exercise ECG in standard bred horses using a standardized exercise test*. Am J Vet Res, **37**, 1485-1488.
23. **Sonel A** (1987): *Kardiyoloji*. 3. Baskı, Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara.
24. **Spotnitz HM, Truconca NJ, Porter RJ** (1976): *Simplified measurement of invivo compliance of the LV*. Surg Forum, **27**, 283-285.
25. **Voros K, Holmes JR, Gibbs C** (1990): *Anatomical validation of two-dimensional echocardiography in the horse*. Equine Vet J, **22**, 392-397.
26. **Voros K, Holmes JR, Gibbs C** (1991): *Measurement of cardiac dimensions with two-dimensional echocardiography in the living horse*. Equine Vet J, **23**, 461-465.
27. **Young MS, Magid NM, Wallerson DC** (1990): *Echocardiographic LV mass measurement in small animals: Anatomic validation in normal and aortic regurgitant rabbits*. Am J Noninvas Cardiol, **4**, 145-153.

Geliş tarihi: 15.03.2007 / Kabul tarihi: 07.05.2007

Yazışma adresi

Prof. Dr. Vedat Sağmanlıgil
Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı
06110 Dışkapı / Ankara
e-mail : sagmanli@veterinary.ankara.edu.tr