

T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**SPORCU ÇOCUK VE ERGENLERDE FARKLI SPOR DALLARININ KALP
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE 2D STRAIN-
STRAIN RATE EKOKARDİYOĞRAFİNİN BU SÜREÇTEKİ DEĞERİ**

Uzm. Dr. Fatih Köksal BİNNETOĞLU
Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Anabilim Dalı
Çocuk Kardiyolojisi Bilim Dalı

YANDAL UZMANLIK TEZİ

2012

T. C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

**SPORCU ÇOCUK VE ERGENLERDE FARKLI SPOR DALLARININ KALP
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE 2D STRAIN-
STRAIN RATE EKOKARDİYOĞRAFİNİN BU SÜREÇTEKİ DEĞERİ**

Uzm Dr. Fatih Köksal Binnetoğlu
ÇOCUK SAĞLIğI VE HASTALIKLARI

YANDAL UZMANLIK TEZİ

Sorumlu araştırmacı: Uzm. Dr. Fatih Köksal Binnetoğlu

Koordinatör-Danışman: Doç. Dr. Abdülkadir Babaoğlu

Çocuk Kardiyolojisi Bilim Dalı Başkanı: Doç.Dr. Abdülkadir Babaoğlu

Anabilim Dalı Başkanı: Prof. Dr. Şükrü HATUN

Etik Kurul Onay Tarihi ve no: 09/02/2010-4/2

TEŞEKKÜR

Başta yandal eğitimim süresince tüm bilgi ve deneyimini cömertce ve sabırla aktaran sayın hocam Doç.Dr. Abdülkadir Babaoğlu'na, zor zamanlarda hep yanımda olan mesai ve yol arkadaşım Dr. Gürkan Altun'a, eşsiz sabır ve hoşgörülerıyla meslek sevgimizi artıran sayın hocalarım Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı kurucusu, rektör yardımcısı Prof.Dr. Ayşe Sevim Gökalp ve Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı Şükrü Hatun'a ve tüm Çocuk Sağlığı Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyelerine,

İnvaziv kardiyoloji alanında altı ay boyunca bilgi ve tecrübemi artırmak için bana çok yardımcı olan ve ellerinden gelen yardımı esirgemeyen çok değerli hocalarım Prof.Dr. Kürşad Tokel ve Doç.Dr. Canan Ayabakan'a, tez vakalarımın ilk değerlendirilmesinde bana yardımcı olan Dr. Özlem Kayabey'e,

Üç buçuk yıl boyunca beraber ahenk içinde çalıştığım tüm asistan arkadaşlara, bir dediğimi iki etmeyen çok değerli Selma ve Havva hemşire hanımlar ile teknisyen Özgül hanıma, sekreterler Elif, İrem ve Özge hanıma ve personel Nesrin hanıma,

Çalışmama katıldıkları için Kağıtspor güreş takımına, Demirspor futbol takımına, Yıldızlar yüzme klübüne, İzmit İhtisas basketbol klübüne,

Son 7 yıldır bana sonsuz destek olan, anlayışla sabreden, sevgisiyle güç veren, varlığından güç aldığım çok değerli eşime, çok fedakarlıklarla beni buralara kadar getiren, okutan kendileriyle hep gurur duyduğum anne ve babama sonsuz teşekkürler.

Dr. Fatih Köksal Binnetoğlu

Haziran 2012 Kocaeli

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. SPORLARIN SINIFLANDIRILMASI	3
2.2. SPORCU KALBI	4
2.2.1. Sporcu Kalbi Ve Sol Ventrikül Sistolik Fonksiyonu	8
2.2.2. Sporcu Kalbi Ve Sol Ventrikül Diyastolik Fonksiyonu	8
2.2.3. Normalin Üst Sınırlarını Aşan Kalp Boyutlarına Sahip Sporcular	9
2.2.4. Sporcu Kalbi ve Elektrokardiyografi (EKG)	10
2.2.5. Ambulatuvar EKG	11
2.2.6. Egzersiz EKG	12
2.3. SPORA BAĞLI KARDİYAK ADAPTASYONDA HÜCRESEL VE MOLEKÜLER MEKANİZMALAR	12
2.3.1. Kardiyak büyüme: hipertrofi, ölüm ve yenilenme	12
2.4. GENÇ SPORCULARDA ANİ BEKLENMEDİK ÖLÜM	14
2.5. SPOR ÖNCESİ TARAMA	15
2.5.1 Taniya Yönelik Testler	17
2.5.1.1 Elektrokardiyografi	17
2.5.1.2 Ekokardiyografi	18
2.5.1.3 Diğer Testler	20
2.6. EKOKARDİYOĞRAFI VE TEMEL PRENSİPLER	21
2.6.1. İki Boyutlu Ve M Mode Ekokardiyografi	21
2.6.2. Doppler İnceleme	22
2.6.3. Renkli Akım Görüntüleme	23
2.6.4. Doku Doppler İnceleme (TDI)	23
2.6.4.1. Renkli Doku Doppler Görüntüleme (RDD) (İki Boyutlu veya M-Mode)	24
2.6.4.2. Pulsed dalga doku Doppler (PDDD)	24
2.7. SOL VENTRİKÜL SİSTOLİK FONKSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	25
2.7.1. Sistolik zaman aralıkları	25
2.8. SOL VENTRİKÜLÜN DİYASTOLİK FONKSİYONLARININ EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLERLENDİRİLMESİ	26

2.8.1. Transmitral Doppler akım ölçümü	26
2.8.2. Doku Doppler ekokardiyografi (TDI):	27
2.8.3. Miyokard performans indeksi (MPI) (Tei İndeksi):	28
2.9. İKİ BOYUTLU (2D) BENEKLİ İZLEME (SPECKLE TRACKING) EKOKARDİYOĞRAFİ (2D STE)	29
2.9.1. Deformasyon Parametreleri: Strain (S) Ve Strain Rate (SR)	30
2.9.2. Miyokard Mekaniği	31
2.9.3. Benekli İzleme Ekokardiyografi (STE) Çalışma Prensipleri	34
2.9.4. Strain ve Sistolik Fonksiyon	35
2.9.5. Benekli İzleme Ekokardiyografi (STE) ve Klinik Uygulamaları	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM	37
3.1. Çalışma Grubu	37
3.2. Konvansiyonel Ekokardiyografi	37
3.3. Pulse dalga doku Doppler ekokardiyografi	38
3.4. İki boyutlu strain ekokardiyografi	38
3.5. İstatistiksel Analiz	40
4. BULGULAR	41
4.1. Klinik özellikler	41
4.2. Elektrokardiyografi bulguları	42
4.3. Konvansiyonel ekokardiyografi bulguları	42
4.4. Sol ventrikül geometrisi ve yeniden şekillenmesi (remodelling)	44
4.5. Pulsed dalga Doppler ekokardiyografi bulguları	47
4.6. Doku Doppler görüntüleme (TDI) bulguları	48
4.7. İki boyutlu (2D) strain (S) ve strain rate (SR) bulguları:	48
4.7.1. Apikal 4 boşluk pik sistolik strain (PSS) ve strain rate (PSSR) bulguları	48
4.7.2. Apikal 2 boşluk pik sistolik strain- strain rate bulguları	49
4.7.3. Apikal 3 boşluk pik sistolik strain-strain rate bulguları	50
4.7.4. Radyal pik sistolik strain ve strain rate bulguları	53
4.7.5. Sirkumferensiyel pik sistolik strain-strain rate bulguları	54
5. TARTIŞMA	57
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	66
7. ÖZET	68
8. ABSTRACT	70
9. KAYNAKLAR	72

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	: Geç diyastolik dalga
AHA	: Amerikan Kalp Cemiyeti
AMV	: Ön mitral yaprakçık
Ant	: Anterior
Ao	: Aorta
Antsept	: Anterioseptal
ARVC	: Aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi
Apikant	: Apikal anterior
Apikantsep	: Apikal anterioseptal
Apikinf	: Apikal inferior
Apiklat	: Apikal lateral
Apikpost	: Apikal posterior
Apiksep	: Apikal septal
AV	: Aort kapağı
Bazant	: Bazal anterior
Bazantsep	: Bazal anterioseptal
Bazinf	: Bazal inferior
Bazallat	: Bazal lateral
Bazpost	: Bazal posterior
Bazalsep	: Bazal septal
CW	: Devamlı dalga
DKMP	: Dilate kardiyomiyopati
DT	: Deselerasyon zamanı
E	: Erken diyastolik dalga
EF	: Ejeksiyon fraksiyonu

EKG	: Elektrokardiyografi
EKO	: Ekokardiyografi
GLS	: Global longitüdüinal strain
HKMP	: Hipertrofik kardiyomiyopati
ICD	: İntrakardiyak defibrilatör
IVCT	: İzovolumetrik kontraksiyon zamanı
IVS	: İnterventriküler septum
IVSd	: İnterventriküler septum diyastol sonu kalınlığı
IVRT	: İzovolumetrik relaksasyon zamanı
İnf	: İnferior
KF	: Kısalma fraksiyonu
LA	: Sol atriyum
Lat	: Lateral
LV	: Sol ventrikül
LVDs	: Sol ventrikül sistol sonu çapı
LVDd	: Sol ventrikül diyastol sonu çapı
LVET	: Sol ventrikül ejeksiyon zamanı
LVM	: Sol ventrikül kitlesi
LVMİ	: Sol ventrikül kitle indeksi
LPWd	: Sol ventrikül arka duvarın diyastol sonu kalınlığı
MPI	: Miyokard performans indeksi
MRG	: Manyetik rezonans görüntüleme
Midant	: Midanterior
Midinf	: Midinferior
Midantsep	: Midanterioseptal
Midpost	: Midposterior
Midsep	: Midseptal
Midlat	: Midlateral

PEP	: Preejeksiyon periyodu
PMV	: Arka mitral yaprakçık
Post	: Posterior
PSS	: Pik (zirve) sistolik strain
ROI	: İlgili bölgesi
RV	: Sağ ventrikül
RWT	: Göreceli arka duvar kalınlığı
PW	: Pulsed dalga
S	: Strain
Sep	: Septal
SR	: Strain rate
STE	: Speckle tracking (benekli izleme) ekokardiyografi
TDI	: Doku Doppler inceleme
VYA	: Vücut yüzey alanı

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No	
Şekil 1	Spora bağlı morfolojik ve fonksiyonel değişiklikler	6
Şekil 2	Değişik spor dallarının sol ventrikül duvar kalınlığı ve diyastol sonu çapları üzerine etkisi	6
Şekil 3	Göreceli duvar kalınlığına göre hipertrofi çeşitleri	7
Şekil 4	Kardiyak yeniden biçimlenme (remodelling)	14
Şekil 5	Sporcu kalbi ile kardiyomiyopatilerin ayırımı	19
Şekil 6	Hipertrofik kardiyomiyopati ve sporcu kalbinin ayırıcı bulguları	20
Şekil 7	M mode ölçüm tekniği	22
Şekil 8	Aort-sol atriyum ve sol ventrikül ejeksiyon zamanı ölçümü	26
Şekil 9	Transmitral Doppler akım ölçümü	27
Şekil 10	Doku Doppler ekokardiyografi	28
Şekil 11	MPİ ölçümü	29
Şekil 12	Elastik deformasyon özellikleri	30
Şekil 13	Doku Doppler görüntüleme-strain ilişkisi	31
Şekil 14	Miyokardın bükülme ve rotasyon hareketi	32
Şekil 15	Miyokardın kasılma yönleri	33
Şekil 16	Strain-strain rate eğrisi	33
Şekil 17	Benekli izleme (speckle tracking) ekokardiyografik görüntüsü	34
Şekil 18	Benekli izleme ekokardiyografi 4 boşluk görüntüsü	34
Şekil 19	Benekli izleme kısa eksen papiller kısa seviyesi görüntüsü	34
Şekil 20	Kardiyak segmentler	39
Şekil 21	İki boşluk strain rate görüntüsü	40
Şekil 22	Radyal strain görüntüsü (kısa eksen papiller kas seviyesi)	40
Şekil 23	Çalışma grubundaki sporcularda saptanan kalp anomalileri	43
Şekil 24	Haftalık çalışma saati ile interventriküler septum kalınlığı arasındaki ilişki	46

Şekil 25	Haftalık çalışma saati ile sol ventrikül arka duvar kalınlığı arasındaki ilişki	46
Şekil 26	Haftalık çalışma saati ile göreceli arka duvar kalınlığı arasındaki ilişki	47
Şekil 27	LVDD ile GLS arasındaki ilişki	52
Şekil 28	Haftalık çalışma süresi ile sol ventrikül global longitudinal strain değeri arasındaki ilişki	56



TABLULAR DİZİNİ

		Sayfa no
Tablo 1	Sporların sınıflaması	5
Tablo2	Sporcu ve sporcu olmayan bireylerdeki ekokardiyografik ölçümler	9
Tablo 3	Ani Ölüm Gelişen 134 Genç Yarışmacı Sporcuda Saptanan Kardiyovaskuler Anomaliler	15
Tablo 4	Amerikan Kalp Cemiyeti'nin (AHA) spor öncesi tarama programı için önerileri	16
Tablo 5	Spor yapanlarda EKG'nin pozitif kabul edildiği ölçütler	18
Tablo 6	Çalışma grubunun demografik ve antropometrik ölçümleri	41
Tablo 7	Temel Elektrokardiyografik Özellikler	42
Tablo 8	Sol ventrikül M mode ekokardiyografi değişkenleri	44
Tablo 9	Sporcularla kontrol grubunun sol ventrikül geometrilerinin karşılaştırılması	45
Tablo 10	Egzersiz çeşidine göre sol ventrikül ölçümlerinin karşılaştırılması	45
Tablo 11	Sol ventrikül pulsed dalga Doppler ekokardiyografi değişkenleri	47
Tablo 12	Doku Doppler görüntüleme değişkenleri	48
Tablo 13	Apikal 4 boşluk pik sistolik strain-strain rate ölçümleri	49
Tablo 14	Apikal 2 boşluk pik sistolik strain-strain rate ölçümleri	50
Tablo 15	Apikal 3 boşluk strain-strain rate ölçümleri	51
Tablo 16	Çalışma grubunu ortalama global longitudinal strain değeri	52
Tablo 17	Radiyal pik sistolik strain-strain rate ölçümleri	53
Tablo 18	Sirkumferensiyel pik sistolik strain-strain rate ölçümleri	54
Tablo 19	Global strain değerlerinin farklı sol ventrikül geometrisindeki değerleri	55

Tablo 20

Haftalık çalışma süresi ile global strain değerleri arasındaki ilişki

55



1. GİRİŞ VE AMAÇ

Sporun kalp üzerinde meydana getirdiği değişiklik ilk olarak 19. yüzyılın sonlarına doğru kayakçıların göğüs erküsyonu ile klinik olarak saptanmış olup izleyen dönemlerde radyolojik yöntemlerle ve nekropsi bulgularıyla bu durum konfirme edilmiştir. Ekokardiyografinin ve manyetik rezonans görüntülemenin (MRG) kullanıma girmesiyle araştırmacıların sporcu kalbine yönelik bilgileri daha da artmıştır (1).

Üst düzey spor aktiviteleri sol kalp boşluklarında genişleme, duvar kalınlığında ve kitlesinde artış gibi bazı morfolojik değişikliklere yol açar ki bu durum klinikte ‘sporcu kalbi’ olarak tanımlanır. İlk olarak Morganroth ve ark. (2) bu değişiklikleri saptamış olup gerilmeye karşı çalışmış kalp ve dirence karşı çalışmış kalp olarak bu değişiklikleri gruplandırmıştır. Sporlar, genellikle yarış sırasında o sporu yapmak için gereken dinamik (izotonik, aerobik) veya statik (izometrik, anaerobik) egzersizin yoğunluk düzeyine (düşük, orta, yüksek) göre sınıflandırılır. Dinamik egzersizler; büyük kas gruplarında kas içinde nispeten küçük bir gücün geliştiği ritmik kasılmalarla kasın uzunluğunda ve eklem hareketlerinde değişikliğe yol açan, kasın geriliminde değişiklik yapmayan egzersizlerdir (ör: koşu, futbol). Statik egzersizler ise küçük kas gruplarında kas içinde nispeten büyük bir gücün geliştiği kasılmalarla kasın geriliminde değişikliğe yol açan ancak kasın uzunluğunda ve eklem hareketlerinde değişiklik yapmayan egzersizlerdir (ör: güreş, halter). Egzersizlerin çoğu hem dinamik hem de statik özellik taşır. Yüksek dinamiklik veya yüksek statiklik gerektiren sporlara katılım sporcu kalbine yeni bir biçim verir. Fizyolojik değişikliklerin derecesi sporun tipine göre değişebilir. Yüksek dinamiklik gerektiren sporlarda (futbol) sol ventrikul kitlesi ve kavite çapında artma (egzantrik hipertrofi) oluşur. Yüksek statiklik gerektiren sporlarda (güreş) ise sol ventrikul kitlesinde artma oluşur fakat kavite çapı değişmez (konsantrik hipertrofi). Yüksek dinamiklik ve yüksek statiklik gerektiren sporlara (kürek) katılan sporcularda ise egzantrik ve konsantrik hipertrofi birlikte oluşur (3,4).

Sporcu kalbinde görülen bu değişiklikler bazen hipertansif kalp hastalığını veya hipertrofik kardiyomiyopatiyi taklit edebilir (5). Bu nedenle sporcu kalbine ait

hipertrofinin fizyolojik bir fenomen mi olduğu yoksa patolojik sol ventrikül hipertrofisine giden süreçte bir risk faktörü mü olduğu halen tartışmalıdır (6).

Sol ventrikül hipertrofisine sahip sporcuların klasik yöntemlerle ölçülen diyastolik ve sistolik fonksiyonları genellikle normal bulunmaktadır. Ayrıca hipertrofik kardiyomiyopati (HKMP)'de görülen miyosit düzensizliği ve interstisyel fibrozisin yol açabileceği bölgesel sistolik disfonksiyon da söz konusu yöntemlerle ortaya konamamaktadır. Bu nedenle global ve bölgesel miyokard fonksiyonlarının tam olarak değerlendirilmesinin yeni geliştirilen strain ekokardiyografi (EKO) ile mümkün olabileceği kabul edilmektedir. İlk olarak 1998'de Heimdal ve ark. tarafından tanımlanan strain ekokardiyografi ile global fonksiyonun yanı sıra bölgesel miyokardiyal deformasyon hakkında da kantitatif bilgiler elde edilebilmektedir (7, 8).

Bu çalışmada değişik spor dallarıyla uğraşan çocuk ve ergenlerde bu sporların kalp üzerine olan etkileri değerlendirilmiş ve strain-strain rate ekokardiyografinin bu süreçteki değeri belirlenerek klasik ekokardiyografik yöntemlerle saptanamayan değişikliklerin ortaya konması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Son yıllarda sporun çocuk ve ergenler arasında yaygınlaştığı gözlenmektedir. Yaşam ve beslenme koşullarının getirdiği obezite, genellikle ileri yaşlarda görülen kardiyovasküler problemlerin genç ve hatta ergen yaş grubuna kayması ve bedensel ve ruhsal sağlık hakkındaki toplumsal bilinçlenmenin artması sporun yayılmasında önemli faktörlerdir.

Düzenli yapılan spor kalp üzerinde bazı morfolojik ve fizyolojik değişikliklere yol açar. İlk olarak Morganroth ve ark.(2) tarafından ortaya konan bu değişiklikler yapılan spor dalının çeşidine göre farklılıklar göstermektedir. Sporlar, genellikle yarış sırasında o sporu yapmak için gereken dinamik (izotonik, aerobik) veya statik (izometrik, anaerobik) egzersizin yoğunluk düzeyine (düşük, orta, yüksek) göre sınıflandırılır. Dinamik egzersizler; büyük kas gruplarında kas içinde nispeten küçük bir gücün geliştiği ritmik kasılmalarla kasın uzunluğunda ve eklem hareketlerinde değişikliğe yol açan, kasın geriliminde değişiklik yapmayan egzersizlerdir (ör: koşu). Statik egzersizler ise küçük kas gruplarında kas içinde nispeten büyük bir gücün geliştiği kasılmalarla kasın geriliminde değişikliğe yol açan ancak kasın uzunluğunda ve eklem hareketlerinde değişiklik yapmayan egzersizlerdir (ör: halter). Egzersizlerin çoğu hem dinamik hem de statik özellik taşır. Yüksek dinamiklik veya yüksek statiklik gerektiren sporlara katılım sporcu kalbine yeni bir biçim verir. Fizyolojik değişikliklerin derecesi sporun tipine göre değişebilir. Yüksek dinamiklik gerektiren sporlarda (futbol) sol ventrikul kitlesi ve kavite çapında artma (egzantrik hipertrofi) oluşur. Yüksek statiklik gerektiren sporlarda (halter) ise sol ventrikul kitlesinde artma oluşur fakat kavite çapı değişmez (konsantrik hipertrofi). Yüksek dinamiklik ve yüksek statiklik gerektiren sporlara (kürek, bisiklet) katılan sporcularda ise egzantrik ve konsantrik hipertrofi birlikte oluşur (3,4).

2.1. SPORLARIN SINIFLANDIRILMASI

Sporlar yapılan egzersizin çeşidine göre dinamik ve statik olarak gruplandırılır. Ayrıca yapılan egzersizin yoğunluğuna göre hafif, orta ve yüksek yoğunluklu olarak alt gruplara ayrılır (9). Ayrıntılar Tablo 1' de verilmiştir.

1. IIC (yüksek dinamik, yüksek statik)
2. IIB (orta dinamik, orta statik)
3. IA (düşük dinamik, düşük statik)

2.2. SPORCU KALBI

Dinamik egzersizde kas geriliminde değişiklik olmadan kasın boyunda değişiklik olur. Ana değişiklikler kardiyak outputu artırmaya yönelik gelişir. Bu da kalp hızının ve atım hacminin artması şeklinde olur. Sistemik vasküler direnç düşer bununla birlikte kan basıncında hafif-orta derecede yükselme olur. Kalp üzerindeki ana yük hacim yüküdür. Statik egzersizlerde ise kas boyutunda değişiklik olmadan kas gerilimi artar. Kardiyak outputta hafif bir yükselme olur, kalp hızı hafif yükselir, kan basıncı önemli düzeyde artar ve sonuç olarak kalp üzerindeki ana yük basınç yükü olur. Her iki egzersiz sonucunda sol ventrikülde hipertrofi gelişir. Aşırı hacim yükü sol ventrikül iç çapının ve duvar kalınlığının artmasına yol açar ki buna egzantrik hipertrofi denir. Aşırı basınç yükü ise sol ventrikül iç hacimini genişletmeden sadece duvar kalınlığını artırır ki buna konsantrik hipertrofi denir. Bu kardiyak adaptasyon süreçlerinin amacı duvar gerilimini normal seviyede tutmaktır (10,11).

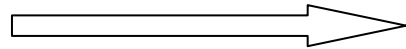
Düzenli spor yapılmaya başlanmasıyla beraber bir kaç hafta içinde kalp boşlukları üzerindeki morfolojik değişiklikler görülmeye başlanır. Egzersizin sebep olduğu hacim aşırı yükü diyastol ve sistol sonu hacimlerini ve çapları artırır. Aynı zamanda kompensatuvar miyokard hipertrofisi gelişir. Genellikle interventriküler septum kalınlığının sol ventrikül arka duvar kalınlığına oranı 1,3:1 den küçüktür. Kalp kası kitlesi vücut ağırlığının 7gr/kg üzerine çıkabilir (Şekil 1,2).

Tablo 1. Sporların sınıflaması (9)

Yüksek MVC >%50	Kızak, atış, jimnastik,savunma sporları, yelken, tırmanma, su kayağı, halter, rüzgar sörfü	Vücut geliştirme, kayak, kaykay, snowboard, güreş	Boks, kano, bisiklet, dekatlon, kürek, paten, triatlon
Orta MVC %20-%50	Okçuluk, oto yarışı, dalma, binicilik, motor sporları	Amerikan futbolu, açık hava etkinlikleri (sıçrama), artistik patinaj, rodeo, rugby, kısa mesafe koşusu, sörf, senkronize yüzme	Basketbol, buzhokeyi, kros kayak (paten tekniği), hokey, orta mesafe koşusu, yüzme, hentbol, yüzme
Düşük MVC<%20	Bilardo, bowling, kriket, Körling, Golf, atıcılık	Beyzbol, eskrim, masa tenisi, voleybol	Bedminton, kros kayak (klasik teknik), çim hokey, yol bulma, yürüme yarışı, duvar tenisi, uzun mesafe koşusu, futbol, tenis

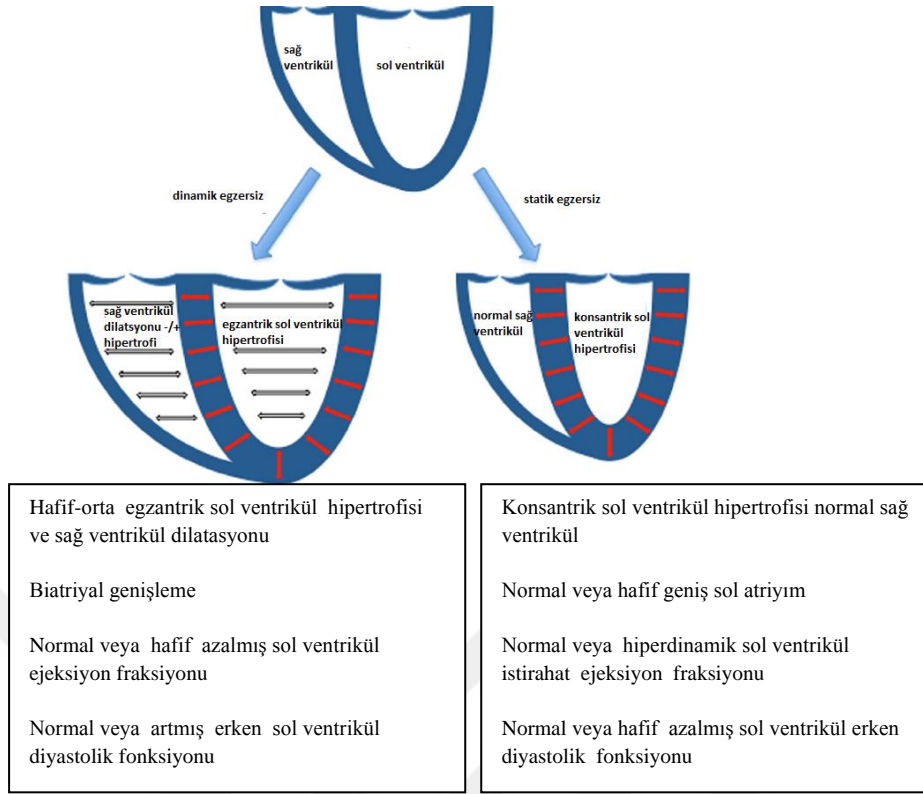
A.Düşük(maksO₂<%40) B. Orta(maksO₂%40-70) C.Yüksek(maksO₂>%70)

Statik komponent

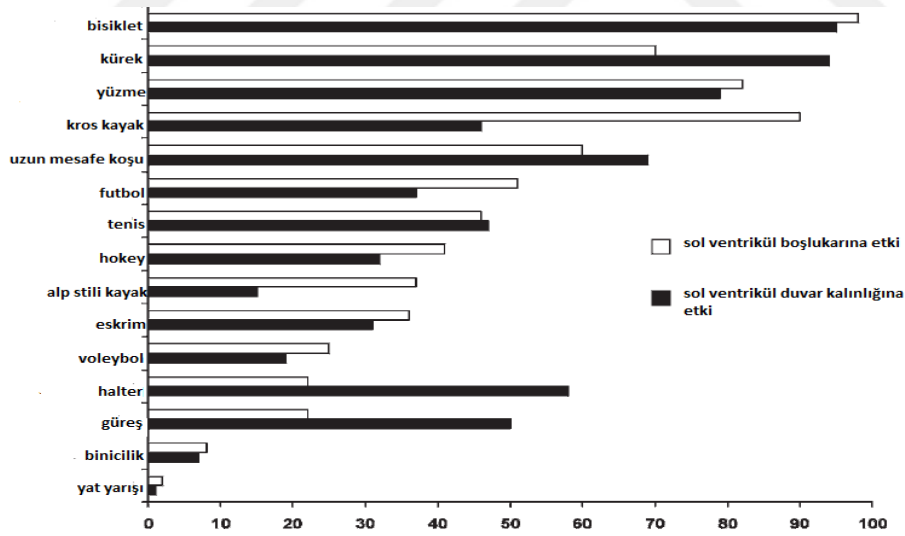


Dinamik komponent

(Maks O₂: maksimal oksijen alımı, MVC: maksimal istemli kasılma)



Şekil 1. Spora bağlı morfolojik ve fonksiyonel değişiklikler (12)



Şekil.2. Değişik spor dallarının sol ventrikül duvar kalınlığı ve diyastol sonu çapları üzerine etkisi (13)

Ayrıca göreceli duvar kalınlığı (RWT) ölçülerek (RWT: 2x arka duvar kalınlığı/ sol ventrikül diyastol sonu çapı) de sol ventrikül kitlesindeki artışın konsantrik mi (RWT \geq 0,42) veya egzantrik mi (RWT \leq 0,42) olduğu gösterilebilir (14) (Şekil 3).

RWT>0,42	Konsantrik biçimlenme (remodelling)	Konsantrik hipertrofi
RWT \leq 0,42	Normal geometri	Egzantrik hipertrofi

\leq 95(kadınlar) >95(kadınlar)
 \leq 115(erkekler) >115(erkekler)

Sol ventrikül kitle indeksi (g/m²)

Şekil.3. Göreceli duvar kalınlığına göre hipertrofi çeşitleri (14)

Tüm bu değişikliklerin net bir şekilde ortaya konması için sadece dinamik veya sadece statik spor yapan bireylerin değerlendirilmesi gerekmektedir ki bu pratikte pek mümkün değildir. Çünkü spor dallarının çoğunda her iki egzersiz çeşidi birlikte yapılmaktadır. Ayrıca bu değişikliklerin kalp üzerinde görülebilmesi için kalbe binen yükün düzenli, devamlı ve belli bir yoğunlukta olması gerekmektedir. Yapılan çalışmalar haftalık düzenli minimum 3 saatlik egzersizin kalp hızında ve sol ventrikül kitlesinde değişiklik yapmaya yeterli olduğunu göstermektedir (1).

Spor yapan bireyler artmış hacmin etkisiyle daha düşük istirahat kalp hızına sahiptir. Normale göre daha geniş ama daha yavaş çalışan bir kalp fizik muayenede apikal vurunun daha sola kayması ve daha şiddetli ele gelmesi şeklinde hissedilir. Ayrıca geniş QRS kompleksleri, sinüs bradikardisi, birinci ve ikinci derece atriyoventriküler bloklar ve telekardiyografide kardiyotorasik indeksin genişlemesi de diğer bulgulardır. Spor yapan bireylerin iskelet kaslarında meydana gelen biyokimyasal ve hücresel değişiklikler oksijen tüketiminin optimize edilmesine yardımcı olarak kondüsyonun ideal şartlarda tutulmasını sağlar (15).

2.2.1. Sporcu Kalbi Ve Sol Ventrikül Sistolik Fonksiyonu

Sol ventrikül sistolik fonksiyonu ekokardiyografi veya radyonüklid ventrikülografi yöntemiyle değerlendirilir ve ejeksiyon fraksiyonu (EF) veya kısalma fraksiyonu (KF) şeklinde ifade edilir. Uzun mesafe koşucuları, bisikletçiler ve mukavemet sporcularında sistolik fonksiyonların normal bireylerle ve istirahat halindeki sporcularla kıyaslandığında değişmediği görülmüştür. Ayrıca sistolik fonksiyonun diğer göstergeleri olan arka duvar zirve (pik) velositesi ve pik ejeksiyon oranının da değişmediği görülmüştür. Bütün bu sonuçlar sporcularda sistolik fonksiyonların değişmediğini göstermektedir. Ayrıca sporcularda sağ ventrikül sistolik fonksiyonunun da değişmediği saptanmıştır. Değişik egzersiz rejimlerinin uygulanması ve uzun süre kondüsyonsuz kalma da sistolik ejeksiyon fraksiyonunu değiştirmemiştir (10,16,17).

2.2.2. Sporcu Kalbi Ve Sol Ventrikül Diyastolik Fonksiyonu

Sol ventrikül diyastolik fonksiyonları, ekokardiyografi, radyonüklid ventrikülografi, mekanokardiyografi ve Doppler velosimetri yöntemleri ile değerlendirilir. Bisikletçilerde apikal kardiyogramla ölçülen atriyal dalganın, koşucularda radyonüklid yolla ölçülen sol ventrikül doluşunun kontrol grubuyla kıyaslandığında değişmediği gösterilmiştir. Koşucularda, yüzücülerde, basketbolcularda, haltercilerde, triatloncularda transmitral Doppler E/A oranının (E: erken ventriküler doluş dalgası, A: atriyal kontraksiyon dalgası) değişmediği saptanmıştır (11). Bazı çalışmalarda A dalgasının daha düşük çıktığı görülse de bunun nedeni düşük kalp hızından dolayı uzamış olan diyastolun atriyal kontraksiyonu kısıtlamasıdır (18).

1970'lerin sonuna doğru geliştirilen M mode ekokardiyografi ve nihayetinde 1980'lerde iki boyutlu (2D) ekokardiyografinin klinik kullanıma girmesi ile elit sporcuların kalplerinde görülen morfolojik değişiklikler daha net ortaya konmaya başlanmıştır. Şimdiye kadar yapılan çapraz kesit çalışmalarda daha çok 18- 35 yaş arası sporcularla yaş ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş spor yapmayan bireyler karşılaştırılmış olup interventriküler septum kalınlığı ve diyastolde sol ventrikül genişliği ölçülmüştür (19) (Tablo 2). Buna karşın sporcularda sağ ventrikülün değerlendirildiği çalışma sınırlı sayıdadır. Bunun nedeni sağ ventrikülün şeklinin ve sahip olduğu kaba trabekülasyonun optimum değerlendirmeye uygun olmamasıdır.

Tablo 2. Sporcu ve sporcu olmayan bireylerdeki ekokardiyografik ölçümler (19)

<i>Ekokardiyografik değişken</i>	<i>kontrol</i>	<i>sporcu</i>	<i>% değişim</i>
Septal kalınlık (mm)	9,1	10,4	14,3
Arka duvar kalınlığı (mm)	9	10,7	18,9
LVDd (mm)	49,1	53,9	9,8
LVM (g/m ²)	175	256	45
RV diyastol sonu çapı (mm)	17,7	22	24,3

(LVDd: sol ventrikül diyastol sonu çapı, LVM: sol ventrikül kitlesi, RV: sağventrikül)

Sporculardaki kardiyak boyutların sporcu olmayan bireyler ile karşılaştırıldığında çok hafif bir artış gösterdiği saptanmıştır. Bu artış sayısal olarak az görülse de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Sporcularda kontrol grubuna göre septum kalınlığında %15-20'lik ve sol ventrikül kavite boyutunda % 10'luk artış yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur (19).

2.2.3. Normalin Üst Sınırlarını Aşan Kalp Boyutlarına Sahip Sporcular

Sporcuların çoğunda kalp boyutları normal sınırlar içindedir. Örneğin septum kalınlığı 13 mm'den ve sol ventrikül kavite boyutu 55 mm'den küçüktür. 18 -35 yaş arası sporcuların sadece üçte birinde sol ventrikül kavite boyutu 55 mm'den geniş ve sadece %5'inde 60 mm'den fazladır. Yirmibeş ayrı spor dalıyla uğraşan 1000 olimpiik İtalyan sporcu üzerinde yapılan bir çalışmada septum kalınlığı 5 - 15 mm arasında saptanmış olup sadece %2'sinde 12 mm'nin üzerinde bulunmuştur (3). Bu durum sporcularda ani ölümün en önemli nedeni olan hipertrofik kardiyomiyopati (HKMP) ile karışıklığa yol açmaktadır. Fakat hipertrofik kardiyomiyopatide sol ventrikül kavite boyutu küçülmesine rağmen sporcularda sol ventrikül kavite boşluğu artmıştır. Ayrıca HKMP'de sol ventrikül diyastolik fonksiyonları bozulmuş olduğu halde spora bağlı hipertrofide diyastolik fonksiyonlar normaldir. Ayrıca İtalyan sporcularda yapılan çalışmada hiçbir sporcuda sol ventrikül duvar kalınlığı 15 mm'den fazla bulunmamıştır. Bu nedenle sol ventrikül duvar kalınlığının 15 mm'den fazla olması sporcuda da olsa hipertrofik kardiyomiyopati lehine değerlendirilmektedir. Vücut yüzey alanının 2 m²'den fazla olduğu erkek sporcularda

(özellikle dinamik spor yapanlarda) sol ventrikül duvar kalınlığının 12 mm'den fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle spora bağlı kardiyak adaptasyonun sadece spor çeşidine bağlı olmayıp cinsiyet ve vücut oranları ile de ilişkili olduğunu göstermektedir (15). Erkek sporcularla kıyaslandığında kadın sporcuların daha düşük sol ventrikül kalınlığı, sol ventrikül kavite boyutu ve dolayısıyla daha düşük sol ventrikül kitlesine sahip olduğu saptanmıştır. Dikkat çekici bir nokta da hiç bir kadın sporcuda sol ventrikül kalınlığının 11- 12 mm'den fazla saptanmamasıdır. Bu durum erkeklerdeki anabolik hormonların iskelet kas kitlesini artırıcı etkisine ve bu nedenle daha yoğun spor yapmalarına bağlanmıştır (6,20).

Prepubertal çocuklarda mevcut kas kitlesinin az oluşu, testesteron düşüklüğü vb. nedenlerle spora bağlı adaptif değişiklikler nadiren görülür. Fakat adölesan çağındaki sporcularda durum erişkin sporcularinkine benzerdir. Erişkin sporcularda maksimum sol ventrikül duvar kalınlığı 16 mm iken adölesan sporcularda bu değer 14 mm'de kalmıştır. Bunun da nedeni adölesanların fiziksel olarak immatur olması ve yeterli yoğunlukta ve sürede egzersiz yapmamasıdır (6).

Spora bağlı kardiyak adaptasyonun değişik etnik gruplardaki yansımaları net olarak ortaya konmamıştır. Fakat sistemik hipertansiyonda görülen sol ventrikül kitle artışının Afrika-Karayip kökenlilerde Kafkas ırkına göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Bu nedenle düzenli yapılan sporun Afrika-Karayip kökenlilerin kalplerinde daha belirgin morfolojik değişiklikler yapabileceği sonucuna varılabilir (3,21-23).

2.2.4. Sporcu Kalbi ve Elektrokardiyografi (EKG)

Spora bağlı olarak ritim ve ileti bozuklukları, QRS kompleksinde morfolojik değişiklikler ve repolarizasyon anormallikleri görülebilir (24,25). Bu duruma sebep olan patolojiler şöyle sıralanabilir;

- 1- Düşük kalp hızı
- 2- Artmış parasempatik ve vagal tonus
- 3- Sempatik tonusda azalma
- 4- Yapısal kardiyak adaptasyonlar
- 5- Ventriküllerin eşit olmayan repolarizasyonu.

Bu değişiklikler genellikle uzun süreli dinamik egzersizler sonrasında görölmektedir. Őu iyi bilinmelidir ki spora bağlı EKG değişiklikleri ciddi kardiyak yapısal bozuklukları taklit edebilir. Spora bağlı temel EKG değişikliklerini sırayacak olursak (1);

1- Ritim bozuklukları

- Sinüs bradikardisi
- Sinüs aritmisi (solunumsal)
- Ektopik kaçış vurularının eşlik ettiği sinüs duraklaması
- Gezici atriyal ritim
- Kavşak ritmi ve koroner sinüs ritmi

2- Atriyoventriküler (A-V) ileti bozuklukları

- Birinci derece A-V blok
- İkinci derece A-V blok (Mobitz 1 veya Wenchebach)
- A-V disosiasyon

Spora bağlı yüksek dereceli bloklar çok nadir olup varlığında altta yatan önemli yapısal kardiyak patolojiler mutlaka araştırılmalıdır.

3- Morfolojik değişiklikler

- P dalga amplitütünde artma ve P dalgasında çentiklenme
- QRS voltajlarında artma (V1S+V5R artması sol ventrikül hipertrofinin göstergesidir, V1R+V5S artması ise sağ ventrikül hipertrofi göstergesidir).
- İnkomplet sağ dal bloğu

4- Repolarizasyon anormallikleri

- ST segment-J noktası elevasyonu
- ST segment elevasyonu
- ST segment çökmesi
- Yüksek ve sivri T dalgaları
- Çentikli T dalgaları
- Düşük amplitüdü ve izoelektrik T dalgaları
- Bifazik T dalgaları
- Son kısmı negatif olan bifazik T dalgaları
- Negatif T dalgaları

2.2.5. Ambulatuvar EKG

On iki kanallı EKG'ye göre daha doğru bilgiler verir. Yapılan çalışmalarda 24 saatlik Holter EKG'de sporcuların gece en düşük kalp hızının 24 - 48 vuru/dk' ya kadar düştüğü, %37,1'inde 2 saniyeyi geçen sinüs duraklamasının olduğu ve %37,1'inde 1.derece A-V blok görüldüğü saptanmıştır (26).

2.2.6. Egzersiz EKG

Dinamik egzersiz süresince sempatik deşarj artar vagal tonus azalır. Sinüs bradikardisi, sinüs duraklaması, gezici atriyal ritim ve repolarizasyon bozuklukları da egzersiz yapıldıkça düzelir.

2.3. SPORA BAĞLI KARDİYAK ADAPTASYONDA HÜCRESEL VE MOLEKÜLER MEKANİZMALAR

2.3.1 Kardiyak büyüme: hipertrofi, ölüm ve yenilenme

Egzersize bağlı hipertrofi fizyolojik kardiyak hipertrofinin prototipidir. Kardiyak yapı korunmuş olup fonksiyonlar aynıdır veya artmıştır. Patolojik hipertrofide ise kardiyomiyositlerde apopitoz, nekroz, fibrotik değişiklikler görülür ve sonuç olarak fonksiyonlar bozulur. Kalp yetersizliği ve ani ölüm riski artmıştır (27,28).

Düzenli egzersiz miyosit kitlesinde artışa yol açar. Bunu da miyosit hipertrofisi ve neo-anjiogenez yoluyla yapar (29). Erkek ve dişi farelerde yapılan deneylerde 8 hafta boyunca haftada 5 gün, günde 2 saat koşubandında koşma sonucunda erkek farelerin kardiyomiyositlerinde %20-32, dişi farelerin kardiyomiyositlerinde ise %17-23 büyüme gösterilmiştir (30).

Her ne kadar düzenli egzersizin kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı bilirse de son çalışmalar egzersiz sırasında süregen kardiyak zedelenmenin göstergesi olan troponin seviyesinin arttığını göstermektedir (31). Gözlemsel ve epidemiyolojik çalışmalar uzun süreli düzenli ve yoğun egzersizlerin kardiyak aritmi ve belki de birincil kardiyak arrest riskini artırdığı şüphesini desteklemektedir (32). Diğer taraftan orta seviyede yapılan egzersizlerin kardiyak hücre ölümünü çok etkilemeden kardiyak fonksiyonları iyileştirdiği saptanmıştır (33,34).

Kalp kası postmitotik bir organ olup rejenerasyon kapasitesi yoktur. Miyokardiyal homeostaz oldukça durgun olup hücresel yenilenme olmadığından kalp hücreleri bireyin kendisi kadar yaşlıdır. Bu durum yenidoğan ve prepubertal çocukların kalbi için geçerli değildir. Bu genç kalplerin miyokardiyal replikasyon, formasyon, hipertrofi ve mikrovasküler hipertrofi yeteneği mevcuttur. Bunun en güzel kanıtı sol koroner arterin pulmoner arterde çıkış anomalisinde (ALCAPA) cerrahi düzeltme sonrası daha önceden oluşan skarların bile geri dönüp kalbin

kendisini yenilemesidir (35). Patolojik hipertrofilerde ANP, BNP, a-skeletal actin, atrial MLC-1 ve b-MHC genlerin reaktivasyonu artar. Aynı zamanda a-MHC ve sarkoplasmic retikulum Ca^{2+} ATPase (SERCA2a) genlerin aktivasyonu yavaşlar (36-39).

IGF-1, karaciğerden ve miyokarddan salgılanan bir mediatördür. Düzenli yapılan egzersizler IGF-1 ekspresyonu ve PI3K yolunun aktifleşmesi artırarak kardiyomiyosit hipertrofisini sağlar (40).

Koroner endotel hücrelerinden salgılanan Nitrik Oksit (eNOS) parakrin etkiyle komşu kardiyomiyositleri olumlu yönde etkiler. Düzenli egzersizin fizyolojik remodelling üzerine etkisi eNOS yoluyla da olmaktadır. eNOS da kardiyak ve vasküler progenitör hücrelerin migrasyonunu, farklılaşmasını ve güçlenmesini sağlar (Şekil 4).

KARDİYAK HÜCRESEL VE MOLEKÜLER YENİDEN BİÇİMLENME(REMODELLING)



Şekil 4. Kardiyak yeniden biçimlenme (remodelling) (41)

2.4. GENÇ SPORCULARDA ANİ BEKLENMEDİK ÖLÜM

Liseye giden çocukların oluşturduğu grupta yer alan genç sporcularda ani beklenmedik ölüm bir akademik yılda 1/200.000'dir. Bir sporcuda kardiyak nedenle ilişkili bir ani beklenmedik ölüm olduğunda insanlar buna inanmakta güçlük çekmekte, kuşkululu ve hatta öfkeli davranmaktadırlar. Bazen bu duygular doğrudan doktoru hedef alabilir.

Doğuştan veya edinsel kalp hastalıkları arasında HKMP ve koroner arter anomalileri sportif yarışmalar sırasında ani ölüme neden olan iki önemli hastalık grubudur.

Tablo 3. Ani Ölüm Gelişen 134 Genç Yarışmacı Sporcuda Saptanan Kardiyovasküler Anomaliler (42)

<i>Primer kardiyak nedenler</i>	<i>Yüzde (%)</i>	<i>Primer kardiyak nedenler</i>	<i>Yüzde (%)</i>
Hipertrofik kardiyomiyopati	30	İdiyopatik dilate kardiyomiyopati	3
Kalp kasında açıklanamayan hipertrofi	10	Aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi	3
Abrran koroner arterler	13	Mitral kapak prolapsusu	2
Diğer koroner anomaliler	6	Aterosklerotik koroner arter hastalığı	2
Aortik anevrizma rüptürü	5	Diğer doğuştan kalp hastalıkları	1,5
Miyokardiyal bridging	5	Uzun QT sendromu	0,5
Aort kapak darlığı	4	Sarkoidoz	0,5
Miyokardit	3	Orak hücre taşıyıcılığı	0,5
İdiopatik miyokardiyal skar	3	Normal kalp	2

Marfan sendromu, primer pulmoner hipertansiyon ve göğüse beklenmedik darbeler sporcularda görülen nadir ölüm nedenleridir (42).

Ani ölüm en çok basketbol, futbol ve Amerikan futbolu ile uğraşan sporcularda görülmektedir. Erkek sporcularda ani ölüm riski kadınlara oranla 9 kat artmıştır (43).

2.5. SPOR ÖNCESİ TARAMA

Sporcular değişik nedenlerle kardiyolojik değerlendirmeye tabi tutulabilirler (44).

Bunlar;

1. Değişik klinik belirtilerin değerlendirilmesi
2. Klinik uygulamada tesadüfi olarak karşılaşılan şüpheli öykü ve fizik muayene bulguları ör: üfürüm
3. Yarışmalara katılım öncesi geleneksel tarama

Yarışmalı sporlara katılım öncesi taramanın amacı eğitimli elit sporcularda ani ölüme sebep verebilecek sinsi ve gizli kardiyovasküler hastalıkların saptanmasıdır. Özellikle üfürümü olan, egzersizin tetiklediği göğüs ağrısı olan, dispnesi olan,

ailesinde kalp hastalığı hikayesi veya ani ölen birisi olan sporcular daha dikkatle incelenmelidir. Fakat geniş ölçekli taramalar için en önemli engel sporcularda ani kardiyak ölümün %0,3'den daha düşük oranda görülmesi ve tarama maliyetinin yıllık 10 -12 milyon dolar civarında olmasıdır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde spor öncesi tarama programı iyi bir hikaye almaya ve fizik muayeneye dayanmaktadır (44). Ayrıca retrospektif yapılan bir çalışmada ani kardiyak ölüm yaşamış elit sporcuların %3'ünde spor öncesi tarama döneminde hikaye ve fizik muayene sonucunda ciddi kardiyak problemlerden şüphe edilmiş ama hiçbirine spor yapamaz denmemiştir (42). Ciddi ama gizli kardiyak problemi olan elit sporcuların çoğu asemptomatiktir. Genç bir sporcuda eforla birlikte gelen senkop öyküsü varsa özellikle aşağıda belirtilen ani kardiyak ölüm nedenleri akla gelmelidir (45);

1. Hipertrofik kardiyomiyopati
2. İyon kanal bozuklukları
3. Konjenital koroner anomaliler

Tablo 4. Amerikan Kalp Cemiyeti'nin (AHA) spor öncesi tarama programı için önerileri (46)

Aile Hikayesi

1. Erken yaşta ani kardiyak ölüm
2. 50 yaşın altında kalp hastalığı olan akraba varlığı

Kişisel Hikaye

1. Üfürüm
2. Sistemik hipertansiyon
3. Halsizlik
4. Senkop-presenkop
5. Orantısız açıklanamayan dispne
6. Eforla gelen göğüs ağrısı

Fizik Muayene

1. Üfürüm(ayakta-yatarken)
 2. Femoral nabız palpasyonu
 3. Marfan sendromu stigmatlarının varlığı
 4. Oturur pozisyonda brakial arterden tansiyon ölçümü
-

Spor yapmak için başvuran kişide yukardaki listede sıralanan durumlardan bir veya birden fazlası mevcut ise o kişinin spor için risk altında olduğu kabul edilip daha ileri tetkiler planlanmalıdır. Ayrıca HKMP, aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi (ARVC), uzun QT sendromu, Wolf Parkinson White, Brugada

sendromu ve diğerk kalıtsal aritmi sendromları gibi genetik hastalıkların asemptomatik sporcularda araştırılması son zamanlarda daha çok önemli hale gelmiştir. Çünkü bu tanılara sahip bireyler saptanarak intrakardiyak defibrilatör (ICD) tedavisi ile ani kardiyak ölüm tablosundan kurtulabilirler (47,48). İtalya'da 25 yıldır uygulanan ulusal tarama programında ise hikaye ve fizik muayeneye ilave olarak 12 derivasyonlu EKG de çekilmektedir. Bunun sayesinde birçok sporcuda gizli kalmış hipertrofik kardiyomiyopati teşhis edilebilmiştir (49,50). Ülkemizde ise maalesef bir ulusal spor öncesi tarama programı mevcut değildir.

2.5.1. Taniya Yönelik Testler

Herhangi bir kardiyak hastalıktan şüphe edildiğinde olası ani kardiyak ölüme sebep verebilecek hastalıkların dışlanması için temel olarak iyi bir hikaye alma, fizik muayene, EKG, ve ekokardiyografinin yanında seçilmiş olgularda, efor testi, Tilt Testi, Holter EKG, elektrofizyolojik çalışma ve kardiyak MRG yapılmalıdır (44).

2.5.1.1 Elektrokardiyografi

Oniki derivasyonlu EKG toplum tabanlı tarama programlarında rutin ekokardiyografiye alternatif bir tanı aracıdır. Örneğin EKG, HKMP'de pre-hipertrofik fazda bile %75-90 pozitif sonuç verir (51). Buna ilaveten EKG birçok aritmik olayı (ör: Brugada, uzun QT, ventriküler aritmiyle giden kalıtsal hastalıklar) saptamada çok etkilidir. Ventriküler erken atımlar ve ST-T dalga değişiklikleri miyokarditi düşündürürken V1'den V3'e kadar olan derivasyonlardaki T dalga negatifliği ve epsilon dalgasının varlığı ARVC'yi akla getirir. Ancak antrenman yapan sporcuların yaklaşık %40'ında anormal EKG görülür. Bu da karışıklığa yol açar. Egzersiz yapan sporcularda görülen EKG bozuklukları R veya S dalga voltajlarında artış, Q dalgası ve repolarizasyon bozuklukları, Holter EKG incelemesinde sık ve/veya kompleks ventriküler taşiaritmilerdir (44). Pozitif EKG bulguları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Spor yapanlarda EKG'nin pozitif kabul edildiği ölçütler (52)

P dalgası

1. Sol atriyal dilatasyon: V1 de P dalgasının negatif kısmı $\geq 0,1$ mV ve $\geq 0,04$ sn
2. Sağ atriyal dilatasyon: II, III veya V1 deP $\geq 0,25$ mV

QRS kompleksi

1. Frontal aks deviasyonu: $\geq 120^\circ$ sağ veya -30 ile -90 arasında sol aks
2. Artmış QRS voltajı: R veya S'in standart derivasyonlarda
3. ≥ 2 mV, V1-V2 de $S \geq 3$ mV veya V5- V6 da $R \geq 3$ mV
4. Anormal Q dalgaları: $\geq 0,04$ sn süreli veya en az iki derivasyonda
5. R dalgasının %25'inden büyük Q dalgası ya da QS paterninin bulunması.
6. Sağ ya da sol dal bloğu; QRS süresi 0,12 sn'den uzun.
7. V1 de R veya R' $\geq 0,5$ mV veya $R/S \geq 1$

ST segmenti, T dalgası, QT intervali

1. 2 veya daha fazla derivasyonda ST depresyonu, T negatifliği ya da düzleşmesi
2. QT uzaması ; düzeltilmiş QT=erkeklerde $\geq 0,44$, kadınlarda $\geq 0,46$.

Ritm ve ileti anormallikleri

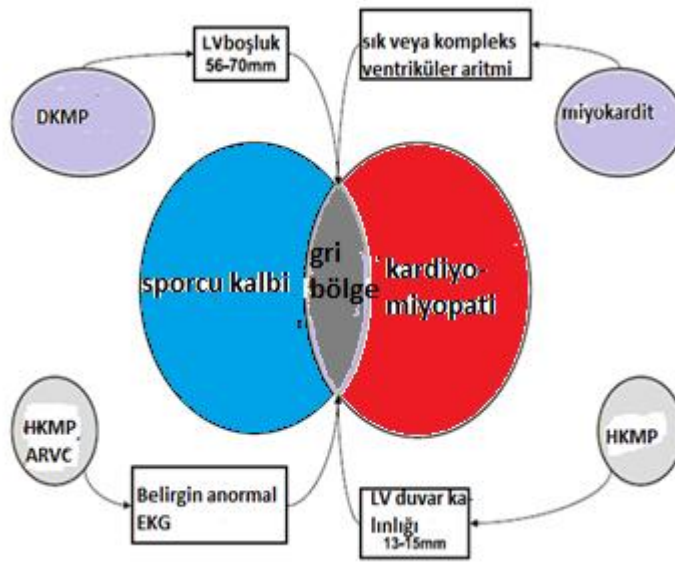
1. Ventriküler erken atımlar veya daha ciddi ventriküler aritmiler
2. Supraventriküler taşikardi, atriyal "flutter" veya atriyal fibrilasyon
3. Kısa PR ($\leq 0,12$ sn) ve/veya delta dalgasının bulunması
4. İstirahat kalp hızının dakikada 40 atımın altında olduğu ciddi sinüs bradikardisia
1.derece (PR $\geq 0,21$ sn) , 2. veya 3. derece AV blok

Avrupa Kardiyoloji Derneği sporcuların genellikle başlangıç yaşı olan 12-14 yaşında taranmasını ve daha sonra 2 yıl aralarla kontrollerin yapılmasını önermektedir. HKMP ve ARVC gibi hastalıklar ilerleyici bir seyir gösterdiğinden başlangıçta negatif bulguların saptanması hastalığın dışlanması için yeterli değildir ve düzenli kontroller bu açıdan önem taşımaktadır (53). Taramalar sırasında kalp hastalığı saptanan sporcular 26. ve 36. Bethesda konferanslarında saptanan ölçütlere göre değerlendirilerek yarışmasına izin verilir ya da spordan uzaklaştırılırlar (44).

2.5.1.2. Ekokardiyografi

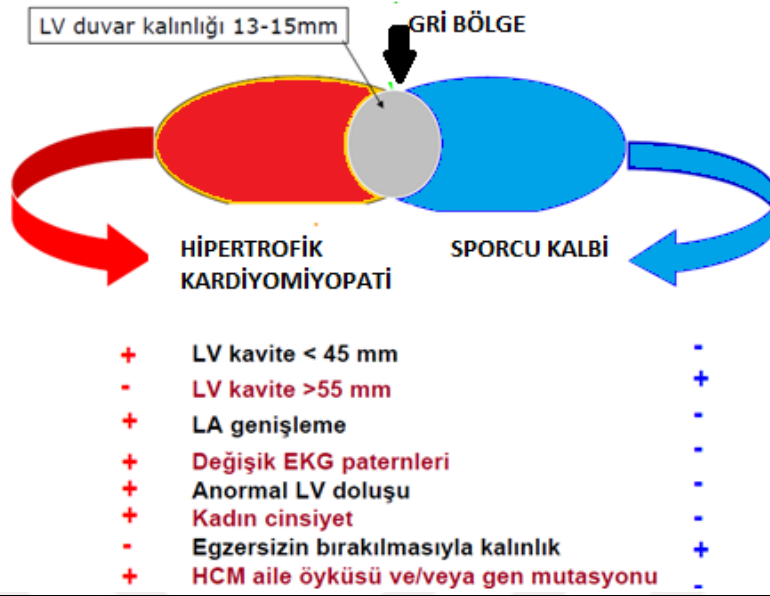
İki boyutlu (2D) ekokardiyografi, açıklanamayan ve asimetric olan sol ventrikül duvar kalınlaşmasını saptayarak HKMP tanısı konulmasını sağlayan en önemli tanı yöntemidir. Sol ventrikül duvar kalınlığının diyastol sonundaki kalınlığının 15 mm ve daha fazla olması (veya vücut yüzey alanına oranlandığında ortalamadan 2 veya daha fazla standart sapma olması, çocuklarda ise z skoru ortalamasından 2 veya daha fazla sapma olması) erişkin atletlerde HKMP tanısı koydurur (51,54).

Ekokardiyografi ayrıca ani ölümlle sonuçlanabilecek kapak hastalıkları (ör: mitral kapak prolapsusu, aort darlığı), aort kökü dilatasyonu, dilate kardiyomyopatilerdeki ventrikül genişlemeleri gibi yapısal kardiyak patolojileri saptamada da faydalıdır. Ama bazı durumların gözden kaçması engellenemez. Örneğin hipertrofik kardiyomyopati prehipertrofik fazda ekokardiyografi ile tanınmayabilir (özellikle 14 yaş altı). Bu nedenle ailesinde HKMP saptanan sporcuların erişkin yaşa kadar yıllık düzenli ekokardiyografi çektirmesi önemlidir. Şekil 5 ve 6'da sporcu kalbi ve kardiyomyopati arasındaki sınırlar gösterilmiştir.



Şekil 5. Sporcu kalbi ile kardiyomyopatilerin ayrımı (44).

(LV: sol ventrikül, HKMP: hipertrofik kardiyomyopati, DKMP: dilate kardiyomyopati, ARVC: aritmogenik sağ ventrikül kardiyomyopatisi)



Şekil 6. Hipertrofik kardiyomiopati ve sporcu kalbinin ayırıcı bulguları (44).
(LV: sol ventrikül, LA: sol atriyum)

Doktor, tarama veya kardiyolojik konsültasyon sırasında olası ciddi bir durumdan şüphelenirse sporcuya ve takımına sadece önerilerde bulunmalı, sporcunun söz konusu etkinlikte yer alıp almaması konusundaki sorumluluğu tamamen üzerine almamalıdır. Çoğu zaman doktorlar bir sporcunun etkinlikte yer almasına izin verme veya vermeme gibi yanlış bir konuma itilmektedirler. Doktorun önerileri takımın, okulun hatta toplumun isteklerine ters düşebilir. Bu nedenle son kararı doktor, sporcu, sporcunun ailesi, takım birlikte almalıdır. Parasal yaptırımlar ve sporcunun takım içindeki önemi karar alma sürecinde ikincil derecede önemli olmalıdır.

2.5.1.3. Diğer Testler

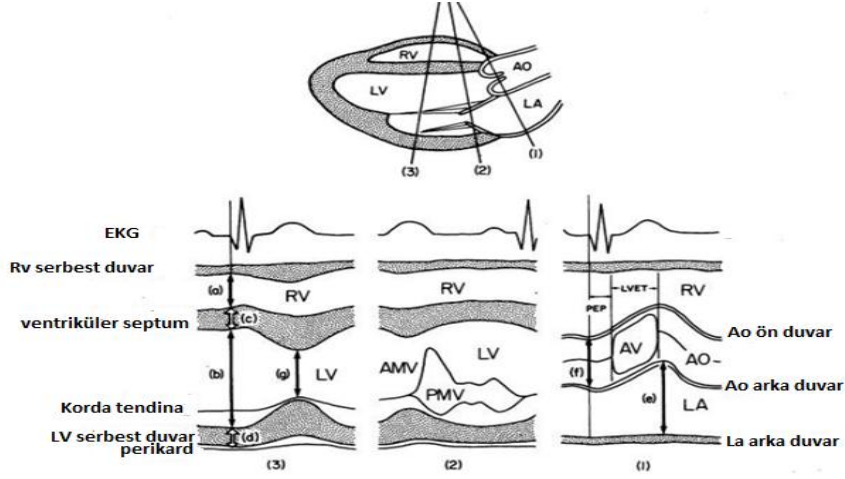
Konvansiyonel ekokardiyografi ile net olarak değerlendirilemeyen şüpheli HKMP olgularında kardiyak MRG faydalı olabilmektedir. Koroner arter anomalilerinin teşhisinde de kardiyak tomografi ve MRG iyi sonuçlar verebilmektedir. Aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiopatisinin (ARVC) teşhisinde kardiyak MRG, sağ ventrikül genişlemesini, duvar hareket bozukluklarını ve yağlı doku infiltrasyonunu göstermede ekokardiyografiye üstündür (44).

2.6. EKOKARDİYOĞRAFI VE TEMEL PRENSİPLER

Ekokardiyografi (EKO) kalp hastalıklarının tanısı ve yönetiminde çok faydalı, güvenli ve invaziv olmayan bir testtir. Ultrasound kullanılarak yapılan EKO çalışmaları anatomik tanı kadar fonksiyonel bilgi de sağlar. Doppler ve renkli akım haritalamanın da kullanıma girmesi ile bu durum kolaylaşmıştır. İki boyutlu (2D) EKO yapıların uzaysal ilişkilerini daha iyi gösterir. Doppler ve renkli haritalama çalışmaları EKO çalışması sırasında kapak yetersizlikleri ve kardiyak şantların gösterilmesine olanak tanır. Ayrıca kalp kapaklarındaki basınç gradientleri ve büyük arter ve ventriküllerin basınçlarının tahmini gibi bazı sayısal bilgiler sağlar (55).

2.6.1. İki Boyutlu Ve M Mode Ekokardiyografi

Kalbin yapısal ve fonksiyonel değerlendirmesi için iki boyutlu ekokardiyografi kullanılır. İki boyutlu EKO çalışmaları transduser düzleminin kalp ve büyük damarlar boyunca kesitsel düzlemlere yönlendirilmesi ile yapılır. Rutin iki boyutlu eko dört transduser yerleşiminden elde edilir; parasternal, apikal, subkostal ve suprasternal pozisyonlar (55). Alınan iki boyutlu görüntüler ve M-mode ile alan hesaplamaları ve hacim ölçümleri yapılabilir. Ayrıca M-mode ekokardiyografi ile kalp boşluklarının ve vasküler yapıların çapları, ventrikül septum ve serbest duvarlarının kalınlıkları ölçülebilir ve sol ventrikül sistolik fonksiyonu hesaplanabilir (Şekil 7). Bunun yanı sıra kalp kapakları ve interventriküler septumun hareketi değerlendirilebilir. M-mode'da ölçümler sol sternal kenar boyunca yerleştirilmiş ve kalbin inceleme yapılacak kısmına doğru yönlendirilmiş bir ultrasonik transduser ile gerçekleştirilir.



Şekil 7. M mode ölçüm tekniği (55)

(RV: sağ ventrikül, LV sol ventrikül, Ao: aort, LA: sol atriyum, AMV: ön mitral kapakçık, PMV: arka mitral kapakçık, AV: aort kapağı, PEP: preejeksiyon periyodu, LVET: sol ventrikül ejeksiyon zamanı)

Yukardaki şekilde ultrasonunun kalbin sol tarafındaki yapılardan üç önemli geçişi gösterilmektedir. Birinci çizgi aorta (Ao) ve sol atriyumdan (LA) geçer. İkinci çizgi mitral kapağı çaprazlar. Üçüncü çizgi boyunca sağ ventrikül (RV) ve sol ventrikül (LV) çapları interventriküler septum (IVS) ve sol ventrikül arka duvarı kalınlığı ölçülür. Sol atriyum ve sol ventrikül çapları dışında çoğu çaplar diyastol sırasında QRS kompleksinin başlangıcı ile eş zamanlı olarak ölçülür.

M-Mod ekonun faydalı olduğu durumlar

1. Kalp boşluklarının, damar çaplarının, ventriküler septumun ve serbest duvar kalınlığının belirlenmesi
2. Sol ventrikül sistolik fonksiyonunun saptanması
3. İnterventriküler septum ve kapak hareketlerinin çalışılması (ör: mitral kapak prolapsusu)
4. Perikard sıvısının gösterilmesi

2.6.2. Doppler İnceleme

Doppler görüntüleme, ekokardiyografik incelemede büyük bir öneme sahiptir. 1842 yılında Avusturyalı fizikçi Christian Doppler tarafından tanımlanan ‘‘Doppler etkisi’’ kuramına dayanmaktadır. Doppler etkisi ses kaynağının gözlemciye yaklaşıyorsa artması, uzaklaşıyorsa azalmasıdır. Doppler ekokardiyografide hedef eritrositler olup, kalp ve büyük damarlardan geçen kan akımının yönü, hızı (velosite)

ve paterni hakkında bilgi vermektedir (56). En sık Pulsed dalga (PW) ve Continuous dalga (CW) Doppler formları kullanılmaktadır. Pulsed dalga Doppler tekniğinde; CW Doppler tekniğinden farklı olarak sinyali gönderen ve yansıyan sinyalleri kaydeden kristaller aynıdır. Yüksek frekanslı filtreler kullanılarak kan akımı kayıtlarının artefaktlardan ayrımı yapılabilir. İncelenmek istenen odağa yerleştirilen örneklem yardımıyla kan akımı değerlendirilir. Açık düzeltme fonksiyonu ile akım yönüne paralel olarak kayıtlar elde edilir. Ancak PW Doppler yönteminde belirli bir frekansın üstündeki hızlar algılanamaz, bu nedenle yüksek hızdaki akımlarda görüntü kayması olur, yaklaşan-uzaklaşan akım ayrımı yapılamaz ve akım hızı ölçülemez (56).

2.6.3. Renkli Akım Görüntüleme

Renkli akım görüntüleme temel olarak pulsed dalga Doppler prensiplerine dayanır ve hemodinamik değerlendirmede önem taşımaktadır. Velositeler renk skalası kullanılarak görüntülenir, akım yönü hakkında bilgi verir. Transdusere yaklaşan akım kırmızı, uzaklaşan akım ise mavi olarak kodlanır. Anormal kan akımı; akım yönü, hızı ve türbülans derecesine göre birden fazla rengin kombinasyonu olarak görüntülenir (57).

2.6.4. Doku Doppler İnceleme (TDI)

Doku Doppler görüntüleme, ventriküllerin global ya da bölgesel sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının kantitatif değerlendirildiği bir görüntüleme yöntemidir. Pulsed dalga Dopplerin modifiye edilmiş şeklidir ve miyokardiyal hızları analiz ederek kardiyak fonksiyonların belirlenmesini sağlar (58). 1989 yılında Isaz ve arkadaşları (59) tarafından tanımlanmış ve 1992 yılında McDicken ve arkadaşları (60) tarafından klinik kullanımına başlanmıştır.

Klasik Doppler incelemelerinde; kalp içinde yüksek hız ve düşük amplitüd ile hareket eden kan akım hızı elde edilirken, düşük hız ve yüksek amplitüd ile hareket eden ventrikül duvar hareketleri filtre edilmektedir. Doku Doppler görüntüleme ile filtrasyon en aza indirilerek miyokard hareketleri görüntülenmektedir. Miyokard segmentlerinin incelenmesi, ventrikül bölgesel fonksiyonları, triküspit ve mitral anulus hızlarının ölçümü ise ventrikül global fonksiyonu hakkında bilgi vermektedir.

Doku Doppler ekokardiyografi tekniğinde veriler iki ayrı şekilde elde edilir.

2.6.4.1. Renkli Doku Doppler Görüntüleme (RDD) (İki Boyutlu veya M-Mode)

Miyokard hareket hızları renklendirilerek iki boyutlu ya da M-mode görüntüler üstüne yerleştirilebilir. Transdusere doğru hareket eden dokular kırmızı, uzaklaşan dokular ise mavi renkte kodlanırlar, hareketsiz noktalar renklendirilemez. Ölçümlerin sağlıklı yapılabilmesi için veriler yüksek görüntü karesi (frame) hızlarda toplanmalıdır, uygun görüntü kare hız 120-140 frame/sn'dir (61).

2.6.4.2. Pulsed dalga doku Doppler (PDDD)

Örnekleme hacminin yerleştirildiği miyokard segmentine ait sistolik ve diyastolik hareket hızları ve zaman aralıkları elde edilir. Bu yöntem de klasik Doppler tekniğinde olduğu gibi açı bağımlı olduğundan, kalbin tüm düzlemlerdeki hareketinin aynı anda değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Parasternal pencereden ön septum ve arka duvarın kısa eksen üzerindeki hareketleri, apikal dört boşluk görüntülemesinde ise sol ventrikül duvarlarının, triküspit ve mitral anulusun uzun eksen üzerindeki hareketleri değerlendirilebilir.

PDDD prensibine göre transdusere doğru olan hareket pozitif, transduserden uzaklaşan hareket ise negatif bir dalga oluşturur. Sistole ait S dalgası, diyastolde ise; diyastolik erken dolun evresine ait erken diyastolik dalga (E2) ve atriyal kontraksiyon evresine ait geç diyastolik dalga (A2) oluşur. Longitudinal düzlemde sistolde miyokardiyal ve anuler segmentler transdusere yaklaştığı için S dalgası pozitif, diyastolde ise uzaklaştığı için E2 ve A2 dalgaları negatiftir (61).

İzovolumetrik kontraksiyon zamanı (IVCT): Elektrokardiyogramda Q dalgasından doku Doppler görüntülemesindeki S dalgası başlangıcına kadar geçen süredir.

İzovolumetrik relaksasyon zamanı (IVRT): Sistol sonunda başlayıp erken diyastolik akım öncesinde sonlanır. S dalgasının sonu ile E2 başlangıcı arasındaki süredir.

Deselerasyon zamanı (DT): Erken dolun akımının pik hızının yavaşlayıp bazal çizgiye ulaştığı süredir.

2.7. SOL VENTRİKÜL SİSTOLİK FONKSİYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sol ventrikül sistolik fonksiyonu kısalma fraksiyonu (KF), ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve sistolik zaman aralıkları ile değerlendirilir. Ejeksiyon fraksiyonu, kısalma fraksiyonunun bir türevidir ve kısalma fraksiyonuna bir üstünlüğü yoktur. Normal değerleri %56-78'dir.

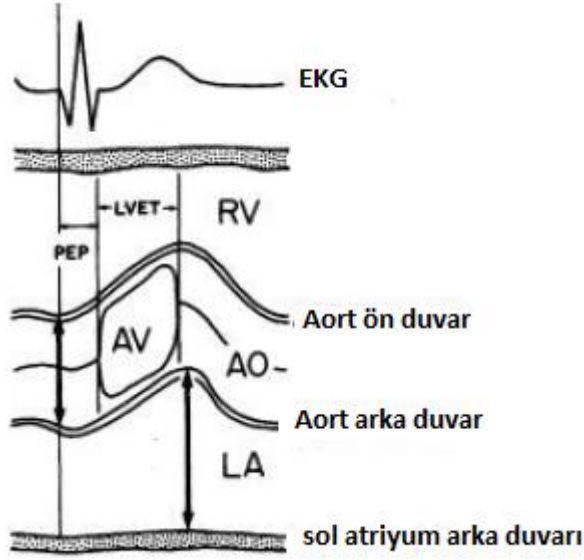
KF(%): Sol ventrikül diyastol sonu çapı(Dd)-sol ventrikül sistol sonu çapı(Ds)/ sol ventrikül diyastol sonu çapı x100

EF(%): $(Dd)^3 - (Ds)^3 / (Dd)^3 \times 100$

Sol ventrikül konsantrik kasılıyorsa ve bölgesel duvar hareketleri normal ise güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntemdir. İnterventriküler septum hareketleri düz veya paradoks ise KF ventrikül ejeksiyonunu doğru yansıtmayabilir. Normal sınırları % 28-% 44 arasındadır. Sol ventriküle zarar veren durumlarda (aşırı basınç ve hacim yükü, primer miyokard hastalıkları, doksorubisin kardiyotoksitesisi) KF azalır. Ventriküle hacim yükü olduğunda (ventriküler septal defekt, patent duktus arteriyozus, aort yetersizliği, mitral yetersizliği) ve basınç yükü oluşturan hastalıklarda (orta derecede kapak darlığı, hipertrofik obstruktif kardiyomiyopati) KF artabilir.

2.7.1. Sistolik zaman aralıkları

Bir ventrikülün sistolik zaman aralığı preejeksiyon periyodu (EKG'de Q dalgasının başlangıcından semilunar kapakların açılmasına kadar geçen süre) ve ventriküler ejeksiyon zamanıdır (semilunar kapakların açılmasından kapanmasına kadar geçen süre). Preejeksiyon periyodu genellikle izovolumetrik sistol sırasında ventrikül içindeki basınç yükselme hızını yansıtır.



Şekil 8. Aort-sol atriyum ve sol ventrikül ejeksiyon zamanı ölçümü (55)

(PEP: preejeksiyon periyodu, LVET: sol ventrikül ejeksiyon zamanı, RV: sağ ventrikül, AV: aort kapağı, AO: aort, LA: sol atriyum)

Sol ventrikül yetersizliği olan hastalarda sol ventrikül preejeksiyon periyodu (LPEP) uzar, sol ventrikül ejeksiyon zamanı (LVET) kısalır. LPEP/LVET artar. Aort darlığı olan hastalarda sol ventrikül PEP'ü kısalır LVET uzar. LPEP/LVET azalır. Normal LPEP/LVET 0,35 sn dir (55) .

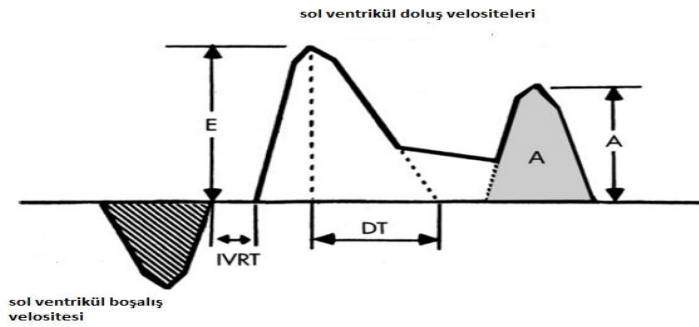
2.8. SOL VENTRİKÜLÜN DİYASTOLİK FONKSİYONLARININ EKOKARDİYOĞRAFİK DEĞERLERLENDİRİLMESİ

2.8.1. Transmitral Doppler akım ölçümü

Bu amaçla en sık kullanılan yöntem pulsed dalga Doppler ekokardiyografi ile mitral akımın değerlendirilmesidir. Bu amaçla apikal dört boşluk görüntüde pulsed dalga Doppler akımı akıma paralel gelecek şekilde ayarlanarak 1- 2 mm genişliğinde örnek hacim mitral yaprakçıklarının ucuna yerleştirilir. Diyastol sırasında mitral akım kayıtlarında erken diyastolik doluş fazında kan akım hızı (E), atriyal kasılma sırasındaki akım hızı (A) ve bu iki akım hızının birbirine oranı (E/A) belirlenir. Deselerasyon zamanı (DT) erken doluş akımının pik hızının yavaşlayıp bazal çizgiye ulaştığı süredir (Şekil 9). Sol ventrikül relaksasyonu ile ilgili önemli bir parametre de

izovolumetrik relaksasyon süresidir (IVRT). Pulsed dalga Doppler ekokardiyografi ile 3- 4 mmlik örnek hacim mitral akım ile aort akımı arasında yerleştirilmesi ve aort akımı bitiminden mitral akımın başlamasına kadar geçen sürenin ölçülmesi ile belirlenir. Mitral akım trasesinde dört tip diyastolik doluş örneği saptanmıştır.

1. Normal doluş: E/A oranının 1'in üzerindedir ($2,3 \pm 0,6$), DT 160- 240 ms, IVRT 70- 90 ms'dir
2. Relaksasyon bozukluğu: E azalır A artar. E/A oranı 1'in altına iner. IVRT ve DT uzar
3. Psödonormal doluş: E/A oranı $1 \pm 1,5$ arasındadır. DT 160- 200 ms, IVRT < 90 ms'dir.
4. Restriktif doluş: E/A oranının 1,5'den büyüktür. DT ve IVRT kısadır

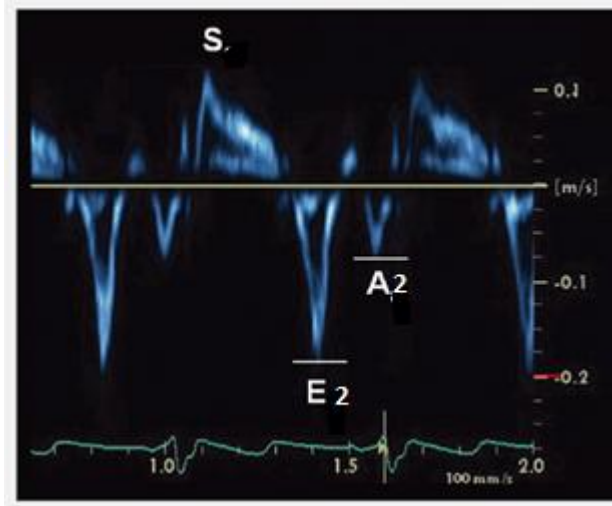


Şekil 9. Transmitral Doppler akım ölçümü (55)

(E: erken diyastolik dalga, A: atriyal kasılma dalgası, IVRT: izovolumetrik relaksasyon zamanı, DT: deselerasyon zamanı)

2.8.2. Doku Doppler ekokardiyografi (TDI):

Bu yöntemle bölgesel miyokard duvar velositelerinin kardiyak siklus boyunca olan değişiklikleri değerlendirilir. Apikal 4 boşluk görüntüde 3- 5 mm lik pulsed Doppler örnek hacminin mitral kapak lateral anulusuna yerleştirilmesi ile elde edilen diyastolik doluş fazında kan akım hızı (E2), atriyal kasılma sırasındaki akım hızı (A2) ve bu iki akım hızının birbirine oranı (E2/A2) belirlenir (62) (Şekil 10).



Şekil 10. Doku Doppler ekokardiyografi (61)

(S: sol ventrikül sistolik dalga, E2: erken diyastolik dalga, A2: atriyal kasılma dalgası)

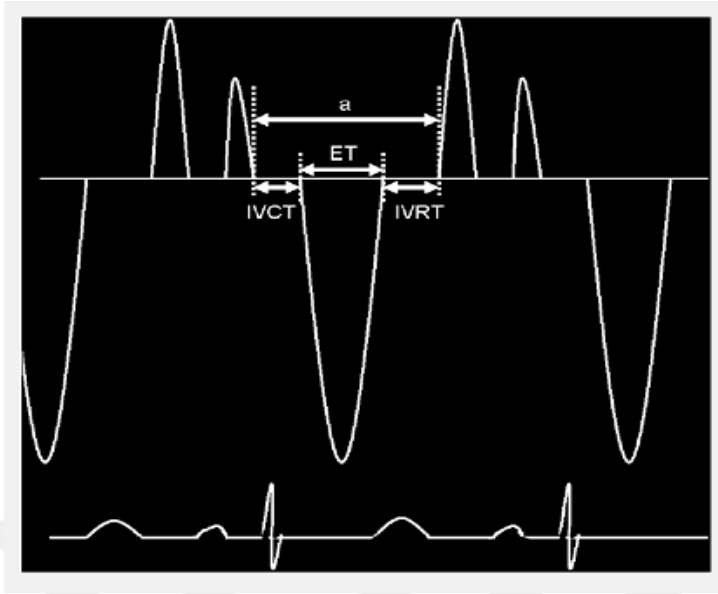
Sistolik disfonksiyon; izovolumetrik kontraksiyon zamanında uzama ve ejeksiyon zamanında kısalmaya neden olur. Sistolik ve diyastolik disfonksiyon birlikteliğinde ise, izovolemik relaksasyon süresi uzar (63). Diyastolik fonksiyonun değerlendirilmesinde; E2/A2 oranının kullanılması önerilmektedir. E2/A2 oranı sağlıklı, genç kişilerde 1'den büyük olup yaşlanma ile küçülmektedir. İskemi ya da miyokard relaksasyon bozukluğunda; E2 amplitüdünde azalma, E2/A2 oranında tersine dönme ve izovolumetrik kontraksiyon zamanında uzama olmaktadır (61).

Doku Doppler ekokardiyografi tekniğinin bazı kısıtlamaları bulunmaktadır. Bunlar; açı bağımlı olması nedeniyle miyokardiyal hareketin tek yönlü değerlendirilebilmesi ve ön yükten etkilenmesidir. Bunun yanısıra, komşu segmentlerin itme-çekme etkisi ile birbirini etkilemesi de tekniği sınırlamaktadır. Akinetik bir miyokard segment komşu normal segmentin çekmesiyle hareket edebilir, bu nedenle bölgesel disfonksiyon yanlış değerlendirilebilir ya da normal segmentin hızı azalmış bulunabilir (61,63).

2.8.3. Miyokard performans indeksi (MPI) (Tei İndeksi):

Tei ve ark. tarafından geliştirilen bu ölçümde sistolik ve diyastolik zamanlar yardımıyla sol ventrikül global fonksiyonları değerlendirilir (64) (Şekil 11).

Sol ventrikül için normal değerler $0,35 \pm 0,03$ ve sağ ventrikül için $0,28 \pm 0,04$. MPI ne kadar artarsa ventriküler fonksiyon o kadar bozuktur demektir (64).



$$\text{MPI: } \frac{\text{IVCT} + \text{IVRT}}{\text{ET}}$$

Şekil 11. MPI ölçümü (64)

(IVCT: izovolumetrik kontraksiyon zamanı, IVRT: izovolumetrik relaksasyon zamanı, ET: ejeksiyon zamanı, a: IVRT+IVCT)

2.9. İKİ BOYUTLU (2D) BENEKLİ İZLEME (SPECKLE TRACKING) EKOKARDİYOĞRAFİ (2D STE)

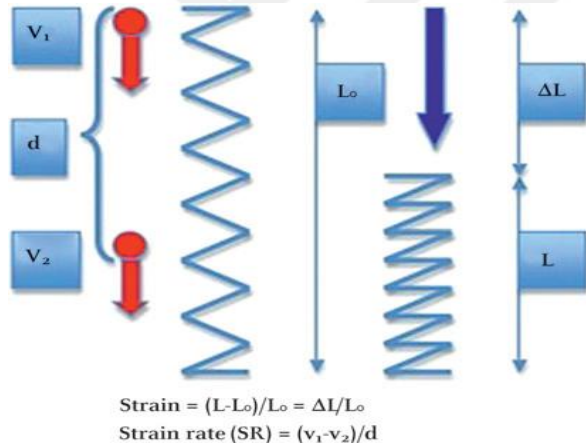
Yeni geliştirilen bu görüntüleme yöntemi oldukça umut vericidir. Doku Doppler görüntüleme (TDI)'de olduğu gibi bu yöntem de miyokardiyal velositelerin ve strain (S) ve ve strain rate (SR) gibi deformasyon parametrelerinin çevrimdışı değerlendirmesini sağlar. Bu parametrelerin sistolik ve diyastolik fonksiyonlarda, iskemi ve miyokardiyal mekaniğin anlaşılmasında ve kalbe ait çok çeşitli patofizyolojik mekanizmaların değerlendirilmesinde önemli bir yeri vardır. Şimdiye kadar TDI bu parametreleri elde edilip değerlendirildiği yegane yöntemdi. Fakat bu yöntem hem çok kompleks ve zorlu hem de görüntünün alındığı açıya ve görüntü karesi oranına (frame rate) bağımlı bir yöntemdi. Bu nedenle TDI yöntemiyle deformasyon parametrelerinin iyi bir şekilde elde edilebilmesi için ekokardiyografi probunun, değerlendirilecek miyokardiyal bölgeyle aynı hizada tutulması gerekmektedir. Buna karşın 2D benekli izleme (STE) yöntemi deformasyon parametrelerini elde etmek için çok farklı bir algoritma ile çalışır. İki boyutlu gri

skala görüntüleri değerlendirilerek TDI yöntemindeki birçok kısıtlama aşılmış olur (65).

2.9.1. Deformasyon Parametreleri: Strain (S) Ve Strain Rate (SR)

Herhangi bir sağlık problemi olmayan insanda sistol sırasında kalbin bazali apeksine doğru hareket eder ve diyastolun erken dolun fazı ve atriyal kontraksiyon fazında geri döner. Miyokardın maruz kaldığı dış ve iç kontraktıl güçlerin kombinasyonu sonucu oluşan şekil değişikliği miyokardiyal deformasyon olarak adlandırılır ve çeşitli kardiyovasküler hastalıklar için önemlidir.

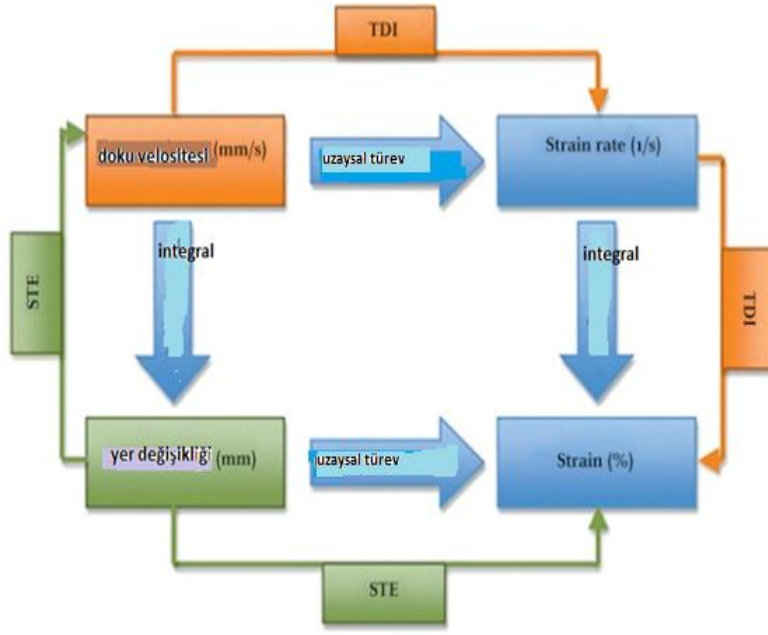
Strain, kuvvetin nesne üzerinde oluşturduğu boyutsal deformasyonun kantitatif ölçütüdür. Matematiksel olarak miyokard lifinin sistol sonundaki uzunluğunun istirahat halindeki yani diyastol sonundaki uzunluğuna oranı olarak ifade edilebilir (Şekil 12).



Şekil 12. Elastik deformasyon özellikleri (65)

(d: 2 konum ve hız arasındaki fark, ΔL , uzunluktaki değişiklik; L_0 , orijinal uzunluk; L, kontraksiyon sonrasındaki uzunluk; mavi ok, kısılmanın yönü; v_1 , nokta 1'deki velosite; v_2 , nokta 2'deki velosite)

Strain rate (SR) miyokardiyal deformasyon hızını gösterir. SR değerleri ultrason ışınının paralelindeki sabit mesafede 2 noktadaki doku velositelerinden hesaplanır. Birimi s^{-1} dir. TDI'dan farklı olarak STE ile elde edilen deformasyon parametreleri skarlı dokunun komşu sağlam miyokard tarafından çekilmesinden (gerilim etkisi) etkilenmez (66) (Şekil 13).



Şekil 13. Doku Doppler görüntüleme-strain ilişkisi (65)

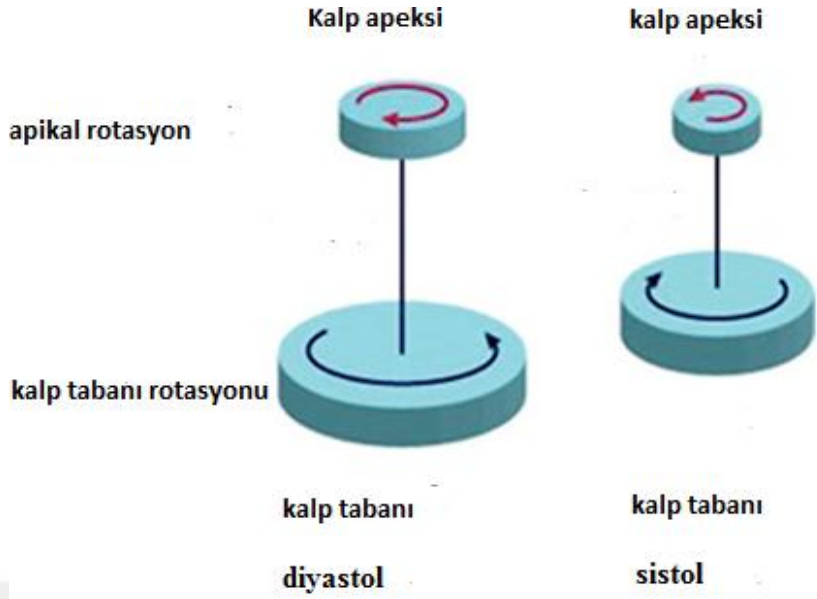
(TDI: Doku Doppler görüntüleme; STE: benekli izleme ekokardiyografı)

Kalp kasılması üç boyutlu bir süreçtir. Ayrıca miyokard lifleri miyokard katmanları boyunca çok farklı yönlerde dağıldığından deformasyonun değerlendirilmesi için miyokard mekaniğinin iyi anlaşılması gerekir.

2.9.2. Miyokard Mekaniği

Sol ventrikül miyokard lifleri bölgesel stresi ve gerilimi eşit şekilde dağıtacak şekilde dizilmiştir (67). Sağlıklı bireylerde sol ventrikül bükülme (twist) hareketi yapar ve longitudinal ve radial eksenler boyunca hacmi küçülür. Rotasyon, kısa eksen kesitte miyokardiyal segmentin uzun eksen etrafındaki açısal değişimi (derece) olarak tanımlanabilir. Twist (bükülme) ise kısa eksen kesitlerden elde edilen görüntülerdeki apikal ve bazal segmentler arasındaki net açısal değişimdir.

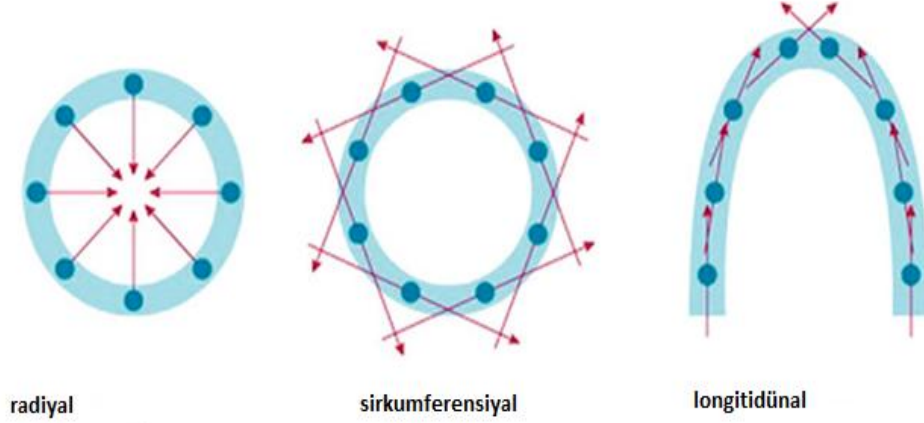
İsovolumetrik kasılma sırasında apeks ilk önce saat yönünde bir rotasyon yapar. Ejeksiyon fazında ise apeks saat tersi yönünde döner ve apekten bakıldığında kalp basalinin saat yönünde döndüğü görülür (Şekil 14). Diyastol sırasında ise saat yönünde olan apikal bükülme hareketi aktif bir emme işlemi görür (68).



Şekil 14. Miyokardın bükülme ve rotasyon hareketi (65).

Sol ventrikülde 3 farklı kontraksiyon yönü vardır. Longitudinal, radial ve sirküferensiyel (Şekil 15).

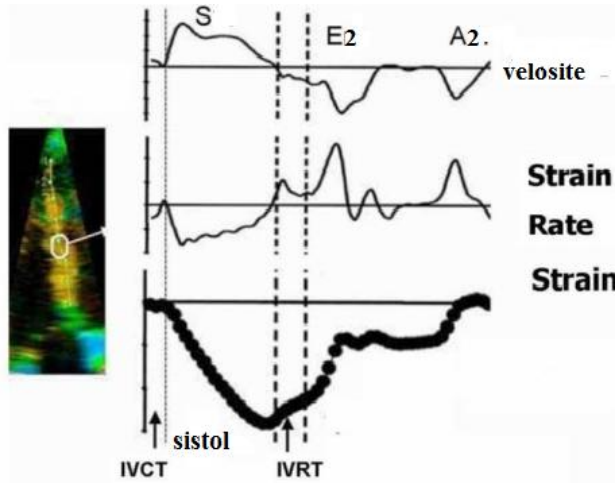
Bazalden apekse doğru, uzunlamasına olan kontraksiyon hareketine longitudinal; Kısa eksende uzun eksene ve epikardiuma dik olan kontraksiyon hareketine ise radyal (miyokardiyal kalınlaşma ve incelmeyi gösterir), kısa eksen yarıçapında radial ve uzun eksene dik olacak şekildeki azalma hareketine sirküferensiyel adı verilmektedir. Longitudinal deformasyon apikal pencerelerden elde edilirken radial ve sirküferensiyel deformasyon kısa eksen görüntülerden elde edilir.



Şekil 15. Miyokardın kasılma yönleri (65)

Longitudinal strain için global referans değeri $\% -18,6 \pm 0,1$, sistolik SR için $-1,01 \pm 0,01$ olarak belirlenmiştir (69).

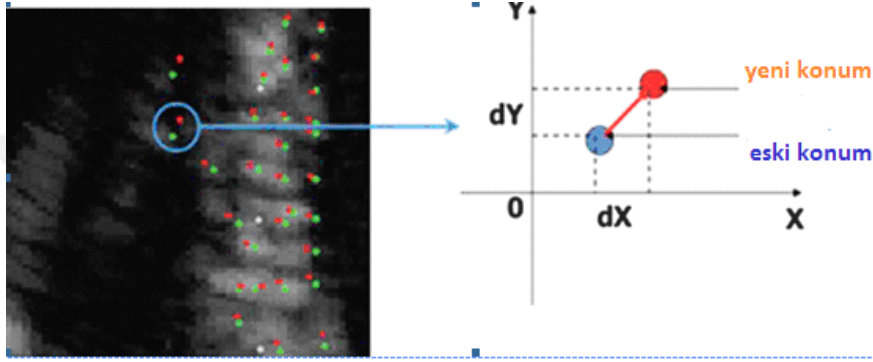
S ve SR kardiyak siklus boyunca değişiklik gösterir. Bu nedenle sistolik miyokard fonksiyonunun tanımlamak için zirve sistolik S (PSS) (sistolik kısalma fraksiyonunun karşılığıdır) ve zirve sistolik SR (PSSR) kullanılır. Zirve sistolik S ve SR zamanları ise QRS kompleksinin başlangıcından S-SR eğrisinin maksimum yaptığı noktaya kadar olan sürelerdir. Aort kapağının kapanma anının da gösterilmesiyle sistol sonu ve diyastol sonu ayırımı yapılmış olur (Şekil 16).



Şekil 16. Strain-strain rate eğrisi (65). (IVCT: izovolumetrik kontraksiyon zamanı, IVRT: izovolumetrik relaksasyon zamanı, S: sistolik dalga, E2: erken diyastolik dalga, A2: geç diyastolik dalga)

2.9.3 Benekli İzleme Ekokardiyografi (STE) Çalışma Prensipleri

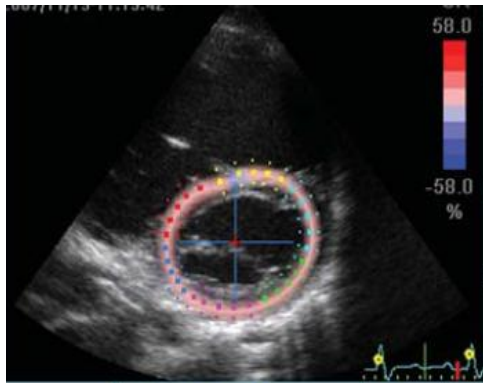
EKG birlikteliğinde alınan dijital görüntülerin çevrimdışı değerlendirilmesidir. Sol ventrikül duvarı noktalar ile işaretlenir (speckle). İşlem sonrası yazılım, nokta kümecikleri kare kare değerlendirir. Doku velositeleri tek tek noktalar arasındaki kaymanın ardışık kareler arasındaki zamana bölünmesi ile elde edilir. Böylelikle S ve SR değerleri elde edilir (70) (Şekil 18, 19, 20). İlgili bölgesinin (ROI) tanımlanması için sol ventrikül duvarının endokardiyal ve epikardiyal sınırları iyi görüntülenmelidir.



Şekil 17. Benekli izleme (speckle tracking) ekokardiyografik görüntüsü (65)



Şekil 18. Benekli izleme ekokardiyografi 4 boşluk görüntüsü (65)



Şekil 19. Benekli izleme kısa eksen papiller kas seviyesi görüntüsü (65)

İşlem sonrası yazılım otomatik olarak sol ventrikülü 6 eşit segmente böler. Endokardiyal noktalama sol ventrikül alanının siklus boyunca değişimini yani sistol sonu ve diyastol sonununu hesaplamayı kolaylaştırır.

2.9.4. Strain ve Sistolik Fonksiyon

Strain ve ejeksiyon fraksiyonu (EF) sol ventrikül fonksiyonunu gösterse de aralarında ciddi farklar vardır. Strain miyokardın kasılabilirliğini değerlendirir iken EF sol ventrikül pompa fonksiyonunun dolaylı bir göstergesidir. Kalbin kasılabilirliği azalsa bile kompensatuvar mekanizmalar sayesinde EF azalmaz. Bu nedenle strain, kalp yetersizliği olan fakat EF'nin düşmediği durumlarda global ve bölgesel sistolik fonksiyonu değerlendirmede çok faydalıdır (71). Bu nedenle strain, birçok hastalıkta kardiyak disfonksiyonu çok erken aşamalarda saptamaya yardımcı olur.

2.9.5. Benekli İzleme Ekokardiyografi (STE) ve Klinik Uygulamaları

Benekli izleme ekokardiyografi (STE) iskemik koroner sendromların saptanması ve ayrımında çok yardımcı bir yöntem haline gelmiştir. İskemik ve skarlı miyokard dokularındaki anormallikler pik sistolik strain ve strain rate değerlerinin azalması şeklinde yansır ve benekli izleme yöntemi bu bozulmayı iskeminin ve skarlaşmanın henüz belirginleşmediği erken dönemde bile saptayabilir (72).

Valvüler aort darlığı olan hastalarda darlık ilerledikçe sol ventrikül fonksiyonları da bozulur. Ejeksiyon fraksiyonu erken dönemde sol ventriküldeki bu bozulmayı tam olarak yansıtamaz. Benekli izleme ekokardiyografi aort kapak darlığı olanlarda sol ventrikül disfonksiyonunu erken dönemde saptayarak kapak replasmanının zamanlaması açısından yardımcı olmaktadır (72).

Mitral ve aort yetersizliği sol ventrikülde hacim yüklenmesine sebep olur. Sol ventrikül genişleyerek ve kontraksiyonunu artırarak bu durumu kompanse etmeye çalışır. Artmış duvar gerilimi ve artmış oksijen ihtiyacı sol ventrikül fonksiyonlarını yavaş yavaş bozar. Bu bozulmanın erken dönemde benekli izleme ekokardiyografi ile saptanması sonucu mitral veya aort kapak replasmanının uygun zamanda yapılmasını sağlanmış olur (72).

Patolojik sol ventrikül hipertrofisi olanlarda subendokardiyal disfonksiyon gelişir. Bu disfonksiyon giderek longitudinal kontraksiyonu da bozar. Longitudinal

disfonksiyonu kompanse etmek için radyal kontraktilite artar. Bu nedenle ejeksiyon fraksiyonu kullanılarak ölçülen sol ventrikül fonksiyonları artmış olarak saptanabilir. Benekli izleme ekokardiyografi yaygın sol ventrikül hipertrofisi olanlarda subklinik sol ventrikül disfonksiyonunu erken dönemde saptayarak fizyolojik ve patolojik sol ventrikül hipertrofisini ayırmada yardımcı olmaktadır.

Dilate kardiyomiyopatinin erken dönemlerinde kardiyak atım hacmi normal olmasına rağmen (ejeksiyon fraksiyonun normal olduğu dönem) miyokard lif kısalabilirliği (strain) azalmış olabilir. Benekli izleme ekokardiyografi bunu saptayarak optimum tedavinin uygulanmasına yardımcı olmaktadır (72).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Grubu

Kocaeli ve çevre ilçelerdeki bölgesel ve ulusal liglerde 4 branşta (basketbol, yüzme, futbol ve güreş) mücadele eden spor klüplerinde en az 2 yıldır ve haftada en az 3 saat düzenli antrenman yapan 10-18 yaş arası 98 (%79) erkek, 26 (%21) kadın yarışmacı sporcu çalışmaya alındı. Kontrol grubu, bilinen kardiyak ve sistemik hastalığı olmayan aynı yaş aralığındaki sedanter ortaöğretim öğrencilerinden oluşturuldu (n:25). Sporcular ayrıca yaptıkları egzersizin çeşidine göre statik (güreş), dinamik (futbol), hem dinamik hem statik (yüzme, basketbol) olarak gruplandırıldı. İki yıldan daha az spor yapanlar, 15 günden uzun süre spora ara verenler, akut hastalığı olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Ayrıca sistemik hipertansiyon, diyabet, kronik böbrek yetersizliği, astım gibi kronik sistemik hastalığı olan ve anabolik steroid kullanım öyküsü pozitif olan sporcular da çalışmaya dahil edilmedi. Her sporcunun yaş, cinsiyet, boy, kilo gibi demografik özellikleri ile kaç yıldır ve haftada kaç saat spor yaptığı gibi bilgiler ekokardiyografi esnasında kaydedildi ve işleme başlamadan önce ayrıntılı fizik muayenesi yapıldı.

Çalışma, sporcuların kendilerinden, ailelerinden, spor klüplerinden ve il gençlik ve spor müdürlüğünden ayrı ayrı izin alınarak ve Kocaeli il etik kurul onayı ile yapıldı (etik kurul no: 09/02/2010-4/2).

3.2. Konvansiyonel Ekokardiyografi

Çalışmaya dahil edilen tüm sporcuların transtorasik ekokardiyografi kayıtları istirahat halinde sol dekübit pozisyonda (Vivid 7 GE Vingmed, Horten, Norway) marka ve model ekokardiyografi cihazı ile 2.5 MHz transduser kullanılarak elde edildi.

B-Mode gri skala görüntüler Amerikan Ekokardiyografi Derneği'nin önerilerine uygun olarak apikal 4 boşluk, 2 boşluk, 3 boşluk, parasternal uzun ve kısa eksen (papiller kas seviyesi) kesitlerden alındı (14).

M mode görüntüler iki boyutlu görüntüden, parasternal uzun eksen kesitlerden elde edildi. Tüm hastaların interventriküler septal duvar kalınlıkları, sol ventrikül arka duvar kalınlıkları, sol ventrikül iç çapları ölçüldü.

Kardiyak boşlukların boyutları, ventriküler kütle, sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları da Amerikan Ekokardiyografi Derneği'nin rehberlerine uygun olarak değerlendirildi. Sol ventrikül sistolik fonksiyonları kısalma fraksiyonu, ejeksiyon fraksiyonu, sol ventrikül miyokard performans indeksi (Tei indeksi) yöntemleri ile değerlendirildi. Sol ventrikül kütlesi Devereux (73) formülüyle hesaplanıp boyun 2.7 üstüne bölünerek indekslendi. Sol ventrikül kitle indeksinin (LVMI) yaşa ve cinsiyete göre 95. persentil ve üstü hipertrofi kabul edildi (74). Göreceli duvar kalınlığı (RWT) $2 \times$ arka duvar/sol ventrikül diyastol sonu çapı formülüyle hesaplandı (normal $RWT \leq 0,42$). LVMI ve RWT'ye göre sporcular sınıflandırıldı (14).

-Normal: $LVMI \leq 95.$ persentil ve $RWT \leq 0,42$,

-Konsantrik sol ventrikül remodellingi: $LVMI \leq 95.$ persentil ve $RWT > 0,42$,

-Konsantrik sol ventrikül hipertrofisi: $LVMI > 95.$ persentil ve $RWT > 0,42$

-Egzantrik sol ventrikül hipertrofisi: $LVMI > 95.$ persentil + $RWT \leq 0,42$

3.3. Pulse dalga doku Doppler ekokardiyografi

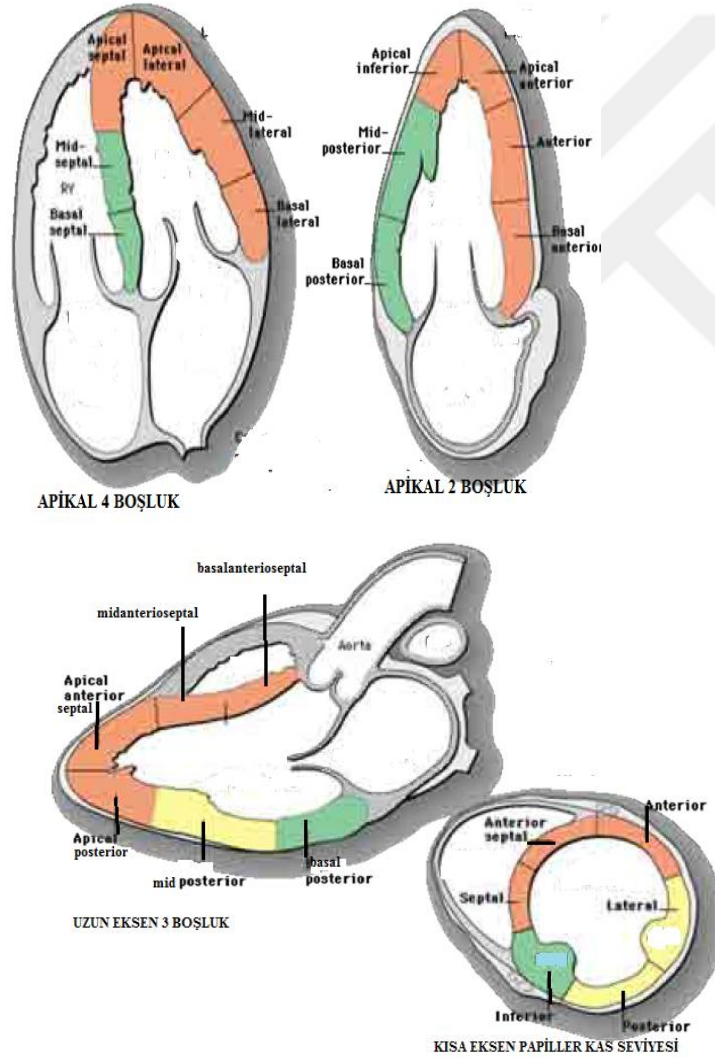
Mitral doluş akımları, pulse Doppler yöntemi ile belirlendi. Ölçüm için örnekleme hacmi apikal dört boşluk görüntüde mitral kapak açık konumda iken, kapakçık uçları seviyesinde, kapaktan geçen akıma paralel duruma getirilerek kayıtlar alındı. Bu kayıtlardan, mitral doluş akımına ait diyastolik E, A dalgaları, E/A oranı ve E dalgasının deselerasyon zamanı (DT) hesaplandı

3.4. İki boyutlu strain ekokardiyografi

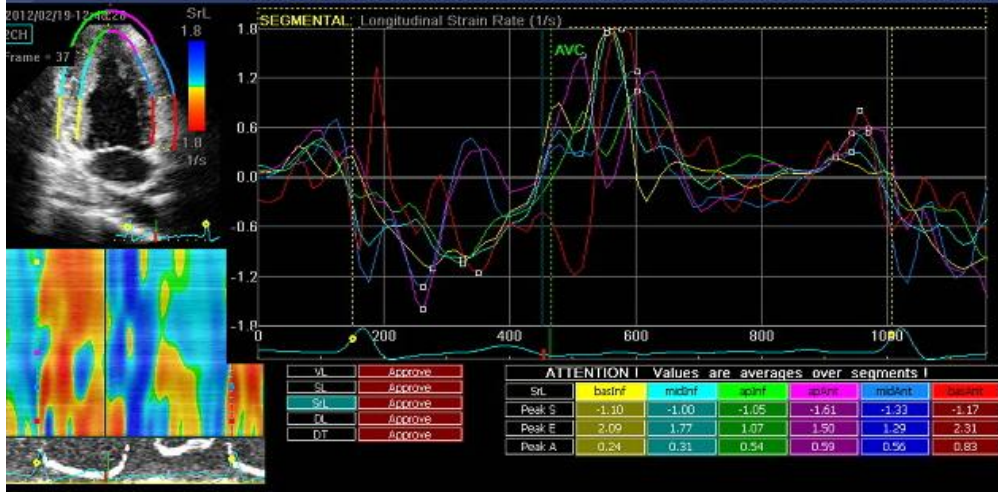
Gri skala görüntüler apikal 4 boşluk, 3 boşluk, 2 boşluk, parasternal kısa eksen papiller kas seviyesinden elde edilen kesitlerden 60- 90 görüntü kare oranında (frame rate) 30-60 derece sektör tarama açısında ekspiriyum sonunda ve QRS kompleksindeki R dalgasının tetiklediği en az 3 ardışık kardiyak atımı kaydedecek şekilde alındı. Alınan kayıtlar dış ortamda EchoPAC version 6.1.0; GE Vingmed Ultrasound USA[®] yazılımı kullanılarak benekli izleme (STE) analizi gerçekleştirildi.

Sol ventrikülün endomiyokardiyal sınırları sistol sonunda manuel olarak işaretlendi. Epikardiyal işaretleme ise bilgisayar tarafından otomatik olarak yapıldı. Gerekli durumlarda manuel olarak bu sınırlar miyokardı kapsayacak şekilde düzeltildi. Yazılım tarafından miyokardiyal izlemenin kabul edilebilmesinin şartı olarak tüm segment kutucuklarının yeşil olması sağlandı. Ayrıca yazılım görüntüleri otomatik olarak Amerikan Kalp Cemiyeti Klinik Kardiyoloji Konseyi Kardiyak Görüntüleme Komitesi'nin belirlediği (75) ve adlandırdığı 6 segmente böldü (Şekil 20).

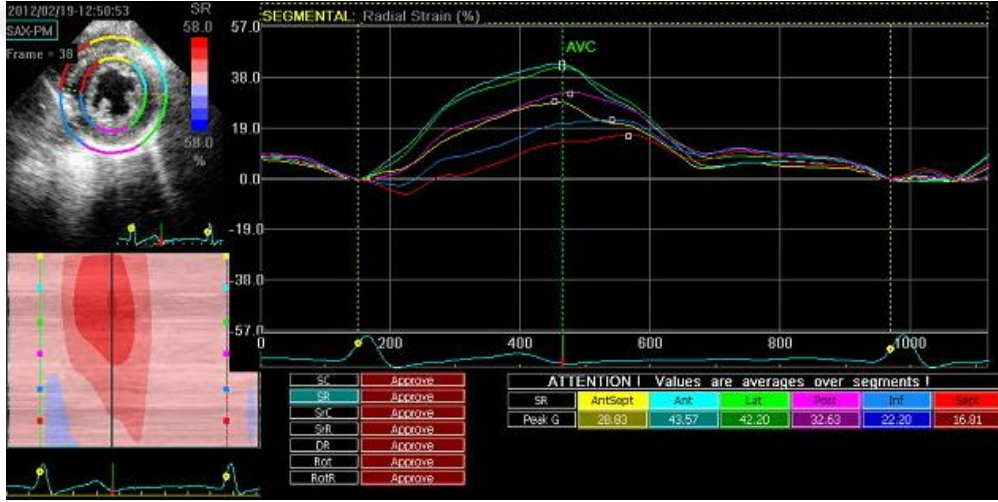
Bu segmentler kullanılarak longitüdinale, radyal ve sirkumferensiyel strain değerleri elde edildi. Global straini elde etmek için kısa eksen ve 4 boşluktaki (otomatik) 6 segmentin ortalaması alındı (Şekil 20,21).



Şekil 20. Kardiyak segmentler (75)



Şekil 21. İki boşluk strain rate görüntüsü



Şekil 22. Radyal strain görüntüsü (Kısa eksen papiller kas seviyesi)

3.5. İstatistiksel Analiz

Tüm sonuçlar ortalama±SD şeklinde ifade edildi. Gruplar arasında farklar post-hoc Bonferroni testi kullanılarak varyans analiz (ANOVA) yöntemi ile yapıldı. Değişkenler arasındaki korelasyon Pearson korelasyon testi ile yapıldı. Egzersiz çeşidine göre sol ventrikül geometrisinin şekli çapraz tablolarla verildi ve Ki-kare testi kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel analiz için SPSS yazılımı (SPSS version 13,0 SPSS Inc.,Chicago, Illinois,USA) kullanıldı. P<0,05 değeri anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Klinik özellikler

Çalışmaya dört ayrı spor dalından 124 yarışmacı sporcu alındı. Bunların 25'i basketbolcu, 31'i futbolcu, 45'i yüzücü ve 23'ü güreşçi idi. Sadece yüzme grubunda kız sporcular mevcuttu (19 erkek, 26 kız). Kontrol grubunu benzer yaş grubu aralığında olan sağlıklı ve sedanter 25 çocuk ve ergenden oluşturuldu. Çalışma grubunun demografik ve antropometrik ölçümleri Tablo 6'da belirtilmiştir. Yüzücülerin yaş ortalaması diğer gruplara göre daha küçüktü ($12,09 \pm 1,56$) ($p < 0,001$). Basketbolcuların boy ortalaması diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksekti. Diyastolik kan basıncı gruplar arasında anlamlı olmamasına rağmen, sistolik kan basıncı sadece basketbolcularda yüzücülere göre anlamlı derecede yüksekti ($p < 0,001$) fakat diğer gruplar ile arasında anlamlı fark yoktu. Vücut yüzey alanı basketbolcularda diğer sporculara ve kontrol grubuna göre yüksek olarak saptandı ($p < 0,05$). Kalp hızı sporcu çocuklar ve kontrol grubunda farklı değildi ($p = 0,579$). Haftalık antrenman süresi yüzücü grubunda daha fazla iken basketçilerde en az olarak saptandı.

Tablo 6. Çalışma grubunun demografik ve antropometrik ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n=25)	<i>Futbol</i> (n=31)	<i>Yüzme</i> (n=45)	<i>Güreş</i> (n=23)	<i>Kontrol</i> (n=25)	<i>P</i>
Cinsiyet(E/K)	25/-	31/-	19/26	23/-	18/7	<0,001
Yaş(yıl)	16,2±10,9	15,1±1,1	12,1±1,5	15,4±1,4	14,7±1,5	<0,001*
Boy(cm)	179,2±8,6	168,8±6,1	154,5±10,5	163,2±9,3	161,8±15,3	<0,001 ^a
Kilo(kg)	72,01±11,4	59,8±7,1	46,99±10,6	59,11±13,4	56±12,1	<0,001 ^b
VYA(m ²)	1,8±0,2	1,6±0,1	1,41±0,2	1,6±0,2	1,5±0,2	<0,001 [∞]
BMI(kg/m ²)	22,5±2,6	20,9±1,42	19,4±2,53	21,9±3,28	21,8±6,1	<0,001 [!]
Kalp hızı (/dk)	72,6±13,5	74,5±15,4	77,6±15,3	72,7±13,3	74,6±10,4	0,579
SKB (mmHg)	119,4±10,4	112,5±8,5	109,5±10,8	115,6±8,2	113±9,2	<0,001 ^π
DKB (mmHg)	63,6±7,3	63,2±9,1	60,4±5,14	61,2±7,6	64,1±9,4	0,20
Antrenman süresi (saat/hafta)	4,7±0,8	9,3±2,1	15±6,1	12,1±4,3	-	<0,001 ^Ω

* basketbol ve futbol arasında $p=0,020$, basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$ ve basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,002$, futbol ile yüzme arasında $p<0,001$, yüzme ile güreş arasında $p<0,001$
 α basketbol ile futbol arasında $p=0,003$, basketbol ile yüzme, güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$
 futbol ile yüzme arasında $p<0,001$, yüzücü ile güreş arasında $p=0,014$
 β basketbol ile futbol ve güreş arasında $p=0,001$, basketbol ile yüzücüler arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p<0,001$, yüzme ile güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$
 ∞ basketbol ile futbol arasında $p=0,001$, basketbol ile yüzme, güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p<0,001$, yüzme ile güreş arasında $p<0,001$, yüzme ile kontrol grubu arasında $p=0,005$
 ! basketbol ile yüzme arasında $p=0,008$, yüzme ile güreş arasında $0,049$, yüzme ile kontrol arasında $0,043$
 π basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$
 Ω basketbol ile futbol, yüzme, güreş arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p<0,001$, yüzme ile güreş arasında $p=0,041$

4.2. Elektrokardiyografi bulguları

Sporcu çocuk ve ergenlerden sadece ikisinde sinüs dışı ritim (atriyal ritim) saptandı. Bunların ikisi de futbolcu olup yapısal kardiyak patolojileri yoktu. Gruplar arasında PR mesafesi ve QTc açısından anlamlılık olmamasına rağmen QRS süresi güreşçilerde kontrol grubuna göre anlamlı derecede uzamış bulundu ($p=0,031$) (Tablo 7).

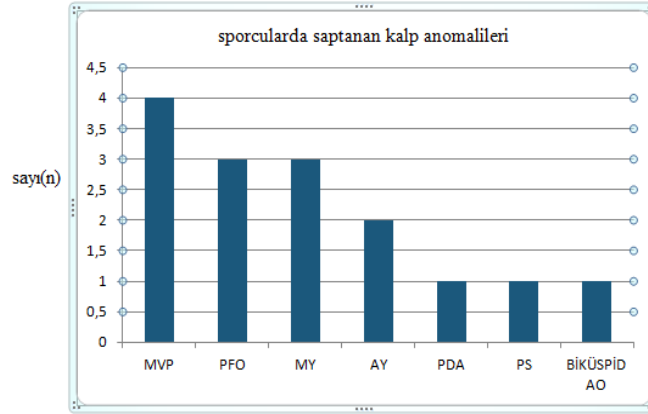
Tablo 7. Temel Elektrokardiyografik Özellikler

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
Hız (/dak)	72,6±13,5	74,5±15,4	77,6±15,3	72,7±13,3	74,6±10,4	0,579
PR (msn)	132,4±21,8	137,4±22,3	132,8±20,5	133±20,54	131,2±17,4	0,818
QTc(msn)	389,2±26,2	392,4±25,1	392,6±27	397,7±28,9	374,7±26,1	0,33
QRS (msn)	65,6±15,83	72,9±9,7	64±14,5	73±12,9	61,6±11,4	0,002*

(* futbol ile yüzme arasında $p=0,04$, futbol ile kontrol grubu arasında $p=0,017$, güreş ile kontrol grubu arasında $p=0,031$)

4.3. Konvansiyonel ekokardiyografi bulguları

Çalışma grubundaki sporcuların 4'ünde mitral kapak prolapsusu, 3'ünde patent foramen ovale, 3'ünde hafif mitral yetersizlik, 2'sinde aort yetersizliği, 1'inde patent duktus arteriyozus (ince), 1'inde biküspid aort kapağı ve 1'inde hafif pulmoner stenoz saptandı (Şekil 23).



(MVP: mitral kapak prolapsusu, PFO: patent foramen ovale, MY: mitral yetersizlik, AY: aort yetersizliği, PDA: patent duktus arteriyozus, PS: pulmoner stenoz, BİKÜSPİD AO: biküspid aort kapağı)

Şekil 23. Çalışma grubundaki sporcularda saptanan kalp anomalileri

Kısalma fraksiyonu (KF) ve ejeksiyon fraksiyonu (EF) değerleri tüm spor dallarında normal sınırlarda saptandı. Vücut yüzey alanına indekslenmiş LVDd, yüzücü grubunda en yüksekti ve basketbol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunurken $p < 0,001$), kontrol grubu ve diğer gruplarla arasında fark saptanmadı. LVDs yine yüzücülerde en yüksek değerde olup sadece basketbolcuların LVDs'sine göre istatistiksel olarak anlamlı bir yüksekliğe sahipti ($p = 0,001$). Ayrıca güreşçilerin LVDs'i de yine basketbolculara anlamlı yüksekti ($p = 0,019$). İnterventriküler septum kalınlığı ile haftalık antrenman saati arasında pozitif yönde kuvvetli ilişki saptandı ($p < 0,001$). İnterventriküler septum kalınlığı en yüksek yüzücülerde ve futbolcularda saptandı ($p < 0,05$). Yüzücülerin septum kalınlığı (indekslenmiş) hem kontrol grubuna kıyasla hemde diğer sporculara kıyasla anlamlı yüksek iken, futbolcuların septum kalınlığı sadece kontrol grubuna göre yüksek bulundu. Ayrıca basketbolcuların ve güreşçilerin septum kalınlıkları kontrol grubuna göre farklı değildi. Sol ventrikül arka duvar kalınlığı yine yüzücülerde tüm branşlara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunurken futbolcularda ise sadece kontrol grubuna göre anlamlı yüksek saptandı.

Sol ventrikül kitle indeksi (g/m^2) basketbol hariç tüm sporcularda kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede yüksek bulundu. Yüzey alanına indekslenmemiş septum kalınlığı tüm gruplarda kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Sol

ventrikül diyastol sonu çapı (indekslenmemiş) yüzücülerde diğer gruplara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü ($p=0,001$). Ayrıntılı özellikler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Sol ventrikül M mode ekokardiyografi değişkenleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
LVDd(mm/m ²)	25,8±2,7	29,2±2,8	31,61±6,7	30,5±4,02	29,9±2,6	<0,001*
LVDs(mm/m ²)	16,7±2	18,87±2,1	19,6±3,5	19,3±2,9	18,7±2,9	0,002 ^a
IVSd(mm/m ²)	5±7,7	5,8±0,97	6,6±1,2	5,6±0,7	4,8±0,8	<0,001 ^β
LPWD(mm/m ²)	5,2±0,6	5,7±1,12	6,6±1,2	5,5±0,8	4,9±0,7	<0,001 [∞]
EF(%)	64,6±5,1	64,1±4,3	67,4±6,1	65,2±5,6	65,9±5,1	0,067
KF(%)	35,1±4,2	35±3,5	37±5,1	35,9±4,8	36,3±4	0,319
LVMI(g/m ²)	86,9±15,1	94,9±15,1	91,6±16,6	94,4±14	76,8±15,7	<0,001 [!]
LVMI(g/m ^{2.7})	34,1±7,2	38,6±6,8	39,8±7,1	40,9±7,4	34,2±11,9	0,004
IVSd(mm)	9,4±1,4	9,6±1,5	9,2±1,4	9±1,3	7,5±0,9	<0,001 ^π
LVDd(mm)	48,6±4,5	48,7±3,8	44,2±7,5	49,1±3,5	47,1±4,6	0,001 ^Ω

* basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$, basketbol ile güreş arasında $p=0,005$, basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,020$

^a basketbol ile yüzme arasında $p=0,001$, basketbol ile güreş arasında $p=0,019$

^β basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p=0,002$, futbol ile kontrol grubu arasında $p=0,005$, yüzme ile güreş arasında $p=0,001$, yüzme kontrol grubu arasında $p<0,001$

[∞] basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p=0,003$, futbol ile kontrol grubu arasında $p=0,034$, yüzme ile güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$

[!] futbol ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, yüzme ile kontrol grubu arasında $p=0,002$, güreş ile kontrol grubu arasında $p=0,001$

^π basketbol ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, futbol ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, yüzme ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, güreş ile kontrol grubu arasında $p=0,002$

^Ω basketbol ile yüzme arasında $p=0,013$, futbol ile yüzme arasında $p=0,005$, yüzme ile güreş arasında $p=0,005$

4.4. Sol ventrikül geometrisi ve yeniden şekillenmesi (remodelling)

Boyun 2.7 üssüne indekslenmiş sol ventrikül kitlesinin yaş ve cinsiyete göre 95.persentil ve RWT’nin 0,42’ye olan değerine göre değerlendirilen sporcuların sol ventrikül geometrisi 48’inde (%38.7) normal, 20’sinde (%16.1) konsantrik remodelling, 20’sinde (%16.1) konsantrik hipertrofi, 36’sında (%29) egzantrik

hipertrofi şeklindeydi. Grupların sıklığı istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,001$) (Tablo 9).

Tablo 9. Sporcularla kontrol grubunun sol ventrikül geometrilerinin karşılaştırılması

	<i>Sol ventrikül geometrisi</i>				<i>p</i>
	<i>Normal</i> (n)(%)	<i>Remodelling</i> (n)(%)	<i>Konsantrik hipertrofi</i> (n)(%)	<i>Egzantrik hipertrofi</i> (n)(%)	
Sporcu	48 (38,7)	20 (16,1)	20 (16,1)	36 (29)	0,001
Kontrol	20 (80)	-	-	5 (20)	

Ayrıca yapılan sporlar statik, dinamik, hem statik hem dinamik (kombine) olarak sınıflandırıldı. LVDd gruplar arasında anlamlı fark göstermiyordu. IVSd ve LPWd kombine grupta ve dinamik grupta kontrol gruba göre anlamlı yüksekti. RWT kombine grupta statik ve kontrol grubuna göre anlamlı yüksekti. Kombine grup ile dinamik grup arasında RWT açısından anlamlı fark yoktu (Tablo 10). Vücut yüzey alanı persentillerine göre LVDd (mm), 108 sporcuda normal sınırlarda, 12 sporcuda +2SD'nin üzerinde ve 4 sporcuda -2SD'nin altında bulundu. +2SD'nin üzerinde LVDd'ye sahip sporcuların 6'sı güreşçi, 3'ü futbolcu ve 3'ü de yüzücü idi.

Tablo 10. Egzersiz çeşidine göre sol ventrikül ölçümlerinin karşılaştırılması

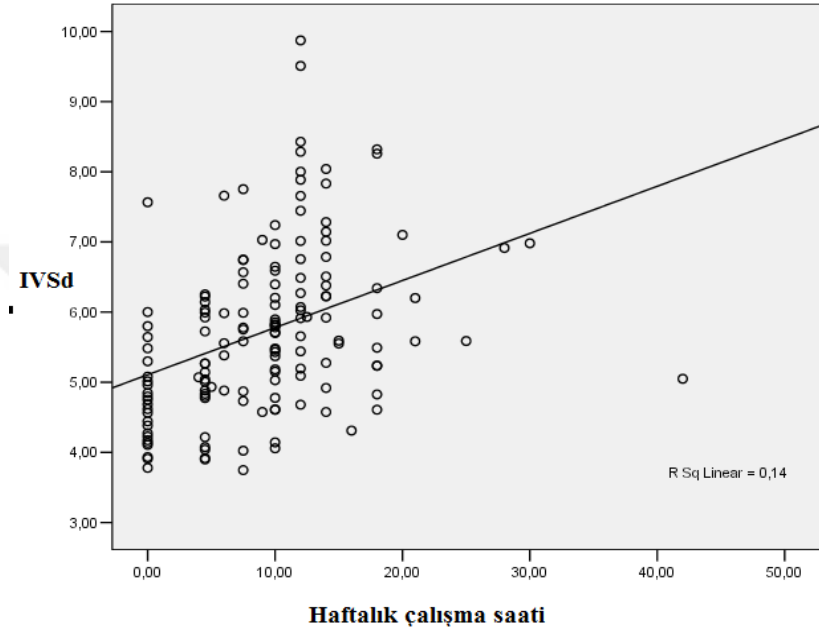
	<i>Dinamik</i> (futbol)	<i>Statik</i> (güreş)	<i>Kombine</i> (yüzme+ basketbol)	<i>Kontrol</i>	<i>p</i>
LVDs (mm/m ²)	18,87±2,07	19,33±2,98	18,62±3,38	18,71±2,91	0,8
LVDd (mm/m ²)	29,22±2,82	30,56±4,02	29,56±6,25	29,90±2,68	0,776
IVSd (mm/m ²)	5,76±0,97	5,58±0,72	6,06±1,34	4,81±0,83	<0,001*
LPWD (mm/m ²)	5,74±1,12	5,50±0,78	6,09±1,21	4,97±0,73	<0,001 ^α
RWT	0,39±0,08	0,36±0,05	0,42±0,08	0,33±0,04	<0,001 ^β

* dinamik ile kontrol grubu arasında $p=0,012$, kombine ile kontrol grubu arasında $p<0,001$

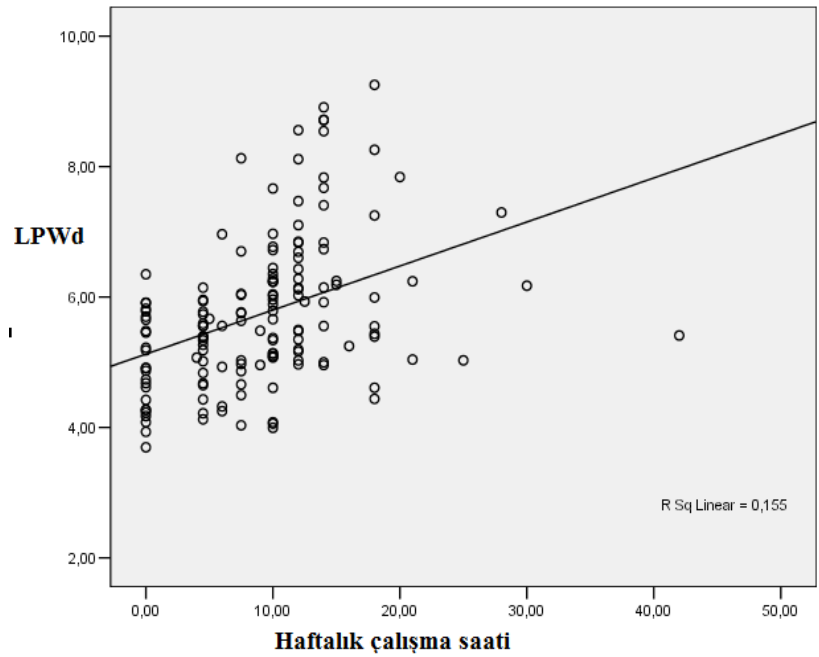
^α dinamik ile kontrol grubu arasında $p=0,048$, kombine ile kontrol grubu arasında $p<0,001$

^β dinamik ile kontrol grubu arasında $p=0,013$, kombine ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, statik ile kombine arasında $p=0,016$

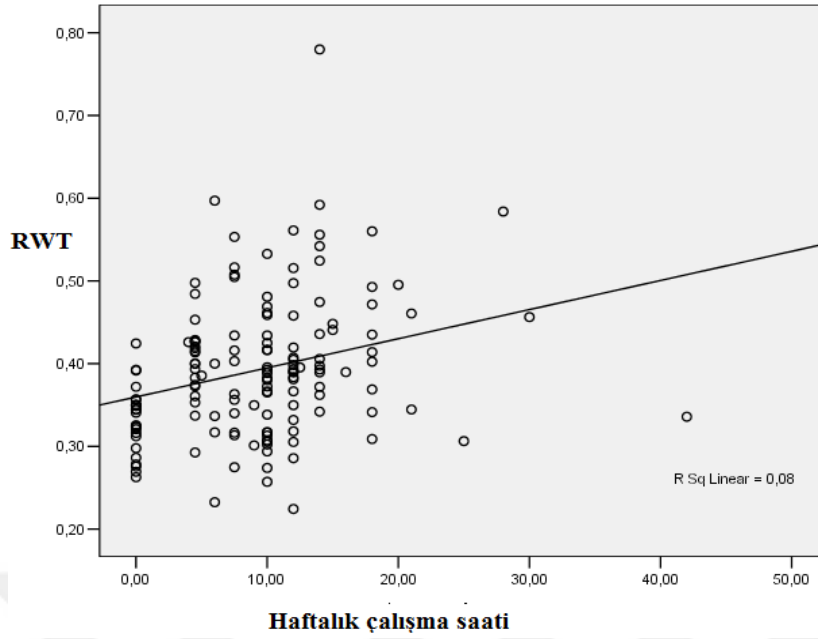
Ortalama haftalık çalışma süresi en fazla yüzücülerde idi. İnterventriküler septum ve arka duvar kalınlığı en yüksek olan grup yine yüzücülerdi. Haftalık çalışma süresi ile IVSd, LPWd ve RWT arasında istatistiksel olarak anlamlılık içerecek düzeyde pozitif korelasyon mevcuttu (sırasıyla $r = 0,374$ $p < 0,001$, $r = 0,394$ $p < 0,001$, $r = 0,282$ $p < 0,001$)(Şekil 24,25,26).



Şekil 24. Haftalık çalışma saati ile interventriküler septum kalınlığı arasındaki ilişki



Şekil 25. Haftalık çalışma saati ile sol ventrikül arka duvar kalınlığı arasındaki ilişki



Şekil 26. Haftalık çalışma saati ile göreceli arka duvar kalınlığı arasındaki ilişki

4.5. Pulsed dalga Doppler ekokardiyografi bulguları

Sol ventrikül erken diyastolik doluş dalgası (E) yüzücülerde en yüksek değerde idi ve sadece basketbolculara göre anlamlı ($p=0,018$) iken diğer branşlara göre ve kontrol grubuna göre anlamlı değildi. Atriyal kasılmaya ait geç diyastolik A dalgası güreşçilerde, sadece kontrol grubuna göre anlamlı düşüktü ($p=0,019$). E/A oranı ve DT gruplar arasında anlamlılık göstermiyordu (Tablo 11).

Tablo 11. Sol ventrikül pulsed dalga Doppler ekokardiyografi değişkenleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
E (m/sn)	0,89±0,11	0,92±0,16	1±0,13	0,89±0,15	0,95±0,16	0,018*
A (m/sn)	0,53±0,1	0,52±0,1	0,52±0,1	0,47±0,1	0,6±0,1	0,040 ^a
E/A	1,7±0,4	1,8±0,4	1,9±0,4	1,9±0,4	1,7±0,4	0,055
DT (msn)	100,2±11,1	102,9±24,7	111,7±14,5	102,2±14,6	101,8±18,6	0,36

* basketbol ile yüzme arasında $p=0,039$

^a güreş ile kontrol arasında $p=0,019$

4.6. Doku Doppler görüntüleme (TDI) bulguları

Pulsed dalga doku Doppler ile elde edilen erken diyastolik dalga (E2), geç diyastolik dalga (A2) ve E2/A2 ortalama değerlerinin gruplar arasında farklılık göstermediği saptandı. Sistolik dalga (S) ortalama değerleri basketbol grubunda kontrol ve diğer gruplara göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Miyokard performans indeksi (Tei) futbolcu, yüzücü ve güreşçilerde yüksek bulunmasına rağmen kontrol grubuyla kıyaslandığında istatistiksel anlamlılık göstermiyordu. Basketbolcularda ise Tei indeksi futbolculara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0,006$) (Tablo 12).

Tablo 12. Doku Doppler görüntüleme değişkenleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>P</i>
E2(m/sn)	0,19±0,03	0,19±0,03	0,18±0,02	0,2±0,03	0,19±0,03	0,464
A2(m/sn)	0,07±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,06±0,01	0,156
S(m/sn)	0,13±0,03	0,11±0,03	0,10±0,02	0,11±0,02	0,11±0,02	<0,001 ^α
E2/A2	2,67±0,56	3,22±0,99	2,77±0,61	3,14±0,92	2,95±0,93	0,05
TEİ indeksi	0,37±0,08	0,44±0,07	0,41±0,06	0,43±0,07	0,45±0,10	0,006*

* basketbol ile futbol arasında $p=0,028$, basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,007$

^α basketbol ile futbol arasında $p=0,018$, basketbol ile yüzme arasında $p<0,001$, basketbol ile güreş arasında $p=0,009$, basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,018$

4.7. İki boyutlu (2D) strain (S) ve strain rate (SR) bulguları:

4.7.1. Apikal 4 boşluk pik sistolik strain (PSS) ve strain rate (PSSR) bulguları

Midseptal PSS basketbolcularda diğer branşlara göre istatistiksel olarak daha düşük olsa da kontrol grubuyla kıyaslandığında anlamlı bir düşüklüğü yoktu. Basketbolcularda apikalseptal strain değerleri tüm branşlara ve kontrol grubuna göre, apikallateral strain değerleri ise sadece güreşçilere göre anlamlı derecede düşük bulundu. Bazal lateral strain değerleri, basketbolcularda yüzücülere ve kontrol grubuna göre anlamlı düşüktü. Güreşçilerde ise sadece kontrol grubuna göre düşük bulundu. Dört boşluk görüntüden elde edilen global PSS benzer olarak

basketbolcularda diğer gruplara ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük saptandı ($p<0,001$).

Apikal 4 boşluktan elde edilen bütün segmentlere ait ortalama strain rate değerlerinin gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık göstermediği saptandı (Tablo 13).

Tablo 13. Apikal 4 boşluk pik sistolik strain-strain rate ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
BazalsepS/ SR	-18,1±3,7 -1,15±0,22	-19,2±2,6 -1,21±0,26	-19,7±2,5 -1,17±0,16	-19,9±2,3 -1,19±0,23	-18,9±2,7 -1,20±0,20	0,125 0,878
Midsep S/ SR	-18,3±3,2 -1,12±0,16	-20,6±2,2 -1,17±0,21	-20,8±2,2 -1,20±0,18	-21,3±2,0 -1,20±0,18	-19,6±4,4 -1,22±0,13	0,002* 0,297
Apiksep S/ SR	-12,3±7 -0,98±0,23	-19,8±4,3 -1,27±0,37	-19,2±3,8 -1,19±0,36	-21±4,2 -1,28±0,21	-18,9±4,9 -1,27±0,32	<0,001 ^α 0,05
Apiklat S/ SR	-12,1±4,7 -1,26±0,53	-16,4±5,9 -1,23±0,47	-15,9±4,5 -1,17±0,45	-17,5±5,2 -1,24±0,24	-16±6,2 -1,31±0,53	0,009 ^β 0,812
Midlat S/ SR	-13,1±4,8 -1,47±1,38	-15,9±4,2 -1,23±0,37	-16,5±3,8 -1,16±0,30	-15,6±4,6 -1,16±0,33	-16,3±8,1 -1,35±0,38	0,086 0,297
Bazallat S/ SR	-11,1±8,4 -1,22±0,70	-14,5±5,3 -1,42±0,41	-17,3±4,3 -1,57±0,87	-13,4±6,4 -1,43±0,37	-18,6±4 -1,59±0,46	<0,001 [!] 0,214
Global S	-14,3±3,7	-17,5±3	-18,3±2,1	-17,9±3,3	-18,4±2,4	<0,001 ^π

* basketbol ile futbol arasında $p=0,044$, basketbol ile yüzme arasında $p=0,008$, basketbol ile güreş arasında $p=0,004$

^α basketbol ile futbol, yüzme, güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$

^β basketbol ile güreş arasında $p=0,006$

[!] basketbol ile yüzme ve basketbol ile kontrol grubu arasında $p<0,001$, güreş ile kontrol grubu arasında $p=0,02$

^π basketbol ile futbol,yüzme,güreş ve kontrol grubu arasında $p<0,001$

4.7.2. Apikal 2 boşluk pik sistolik strain-strain rate bulguları

Bazal ve midinferior segmentlerin ortalama strain değerleri, gruplar arasında farklı değildi. Apikal inferior PSS değerleri basketbolcularda diğer sporcu gruplarına göre anlamlı olarak düşüktü. Ancak bu segmente ait ortalama strain değerleri kontrol grubu değerlerinden farklı değildi. Apikal anterior segmente ait ortalama strain değerleri de futbolculara göre anlamlı derecede düşüktü ($p<0,001$). Futbolcuların

apikal anterior ortalama strain değerleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Apikal 2 boşluk global PSS değeri futbolcular ve yüzücülere göre basketbolcularda istatistiksel anlamlılık gösterecek derecede düşüktü ($p<0,001$).

Strain rate değerleri incelendiğinde apikal anterior strain rate ortalama değerlerinin basketbolcularda sadece futbolculara göre düşük olduğu saptandı ($p=0,011$). Midanterior segmentte ise yüzücülerde kontrol grubuna göre daha düşüktü. Bazal anterior segmentte ise güreş hariç tüm gruplarda kontrol grubuna göre daha düşüktü (Tablo 14).

Tablo 14. Apikal 2 boşluk pik sistolik strain-strain rate ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>P</i>
Bazinf S/	-21,1±3,3	-21,6±2,6	-22,9±2,6	-21,9±2,6	-22,2±2,9	0,075
SR	-1,35±0,24	-1,37±0,32	-1,45±0,28	-1,37±0,19	-1,48±0,21	0,253
Midinf S/	-20,6±3,7	-21,9±2,7	-21,5±2,4	-22,3±2,3	-21,9±2,9	0,101
SR	-1,26±0,26	-1,29±0,28	-1,32±0,21	-1,27±0,23	-1,35±0,24	0,662
Apikin S/	-15,1±5,7	-20,2±5,4	-18,7±4,3	-21,2±3,2	-18,4±3,9	<0,001*
SR	-1,11±0,41	-1,32±0,43	-1,21±0,32	-1,31±0,22	-1,29±0,31	0,181
Apikant S/	-10,6±6,2	-17,8±5	-14,6±6,4	-15±4,8	-11,6±6,6	<0,001 ^α
SR	-0,85±0,57	-1,24±0,32	-1,02±0,46	-1,09±0,25	-0,99±0,45	0,020 [!]
Midant S/	-16,9±4,9	-19,2±2,7	-18,9±4	-16±4,6	-17,5±5,3	0,05
SR	-1,29±0,31	-1,34±0,24	-1,17±0,27	-1,15±0,32	-1,39±0,33	0,007 ^π
Bazant S/	-18,2±6,9	-19,6±3,7	-21,4±4,6	-17,8±6,8	-21,9±6,4	0,05
SR	-1,35±0,57	-1,41±0,30	-1,23±0,59	-1,48±0,45	-1,84±0,61	<0,001 ^Ω
Global S	-17,1±2,3	-20±2,3	-20±2,5	-19,1±2,5	-18,8±2,8	<0,001 ^β

* basketbol ile futbol arasında $p=0,001$, basketbol ile yüzme arasında $p=0,021$, basketbol ile güreş arasında $p<0,001$

^α basketbol ile futbol arasında $p<0,001$, futbol ile kontrol grubu arasında $p=0,001$

^β basketbol ile futbol ve yüzme arasında $p<0,001$

[!] basketbol ile futbol arasında $p=0,011$

^π yüzme ile konreol grubu arasında $p=0,036$

^Ω basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,011$, futbol ile kontrol grubu arasında $0,023$, yüzme ile kontrol grubu arasında $p<0,001$

4.7.3. Apikal 3 boşluk pik sistolik strain-strain rate bulguları:

Bazal posterior segmentin PSS ortalama değeri basketbolcu, futbolcu ve güreşçilerde kontrol grubuna göre daha düşük bulundu (sırasıyla $p<0,001$ $p<0,000$ ve $p=0,013$).

Apikal posterior segmentte ise basketbolcularda tüm gruplara kıyasla anlamlı derecede düşüktü. Yüzücüler ve güreşçiler arasında da bu segmentin ortalama strain değerlerinde anlamlı fark saptandı ($p=0,005$). Apikal anterioseptal segmentte ortalama strain değeri basketbolcularda daha düşüktü ($p<0,000$). Diğer segmentlere ait sonuçlar Tablo 15’de verilmiştir. Global 3 boşluk pik sistolik strain basketbolcularda tüm gruplara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşüktü.

Apikal posterior segmente ait PSSR ortalama değerleri sadece yüzücülerde futbolcularla kıyaslandığında anlamlı derecede düşük bulundu ($p=0,010$). Apikal anterioseptal PSSR değeri basketbolcularda futbolcu, güreşçi ve kontrol grubuna göre anlamlı düşüktü. Bazal anterioseptal strain rate değeri ise basketbolcularda kontrol grubu dışında diğer gruplarla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu (Tablo 15).

Tablo 15. Apikal 3 boşluk pik sistolik strain-strain rate ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>P</i>
Bazpost S/ SR	-8,8±8,8 -1,34±0,44	-7,5±8,3 -1,27±0,42	-14,4±4,9 -1,36±0,42	-10,6±8,5 -1,41±0,40	-17,4±5,4 -1,56±0,37	<0,001* 0,134
Midpost S/ SR	-13,2±4,8 -1,20±0,46	-14,4±4,5 -1,15±0,39	-15,1±6,4 -1,14±0,27	-15,3±4,1 -1,12±0,28	-16,6±6,9 -1,30±0,27	0,268 0,3
Apikpost S/ SR	-11,2±6,4 -1,30±0,56	-18,3±4,1 -1,58±0,44	-15,5±4,9 -1,22±0,37	-20,1±3,3 -1,45±0,30	-16,4±5,8 -1,45±0,60	<0,001 ^α 0,012 ^Ω
Apikantsep S/ SR	-9,9±6,1 -0,87±0,40	-18,4±4,6 -1,30±0,41	-16,2±4,3 -1,11±0,42	-20,9±4,4 -1,36±0,25	-17,4±6,6 -1,31±0,56	<0,001 ^β <0,001 [∞]
Midantsep S/ SR	-17,4±3,3 -1,11±0,18	-19,1±2,6 -1,14±0,26	-18,6±2,7 -1,14±0,25	-20,1±3,7 -1,18±0,22	-19,8±3,5 -1,23±0,28	0,023 [!] 0,397
Bazantsep S/ SR	-19,9±4,7 -1,33±0,43	-18,2±3 -1,08±0,22	-18,3±3,8 -1,11±0,26	-18,4±3,9 -1,08±0,23	-18,9±2,6 -1,21±0,30	0,386 0,009 [¥]
Global S	-13,4±3,3	-16,1±2,6	-16,4±2,5	-17,5±3	-17,9±2,7	<0,001 ^π

* basketbol ile yüzme arasında $p=0,020$, basketbol ile kontrol arasında $p<0,001$, futbol ile yüzme arasında $p=0,001$, futbol ile kontrol arasında $p<0,001$, güreş ile kontrol arasında $p=0,013$

^α basketbol ile futbol arasında $p<0,001$, basketbol ile yüzme arasında $p=0,008$, basketbol ile güreş arasında $p<0,001$, basketbol ile kontrol arasında $p=0,004$, yüzme ile güreş arasında $p=0,005$

^β basketbol ile futbol, yüzme, güreş arasında $p<0,001$, yüzme ile güreş arasında $p=0,005$

[!] basketbol ile güreş arasında $p=0,033$

^π basketbol ile futbol arasında $p=0,005$, basketbol ile yüzme, güreş ve kontrol arasında $p<0,001$

Ω futbol ile yüzme arasında $p=0,010$

∞ basketbol ile futbol arasında $p=0,003$, basketbol ile güreş arasında $p=0,001$, basketbol ile kontrol arasında $p=0,004$.

¥ basketbol ile futbol arası $p=0,022$, basketbol ile yüzme arası $p=0,028$, basketbol ile güreş arası $p=0,042$

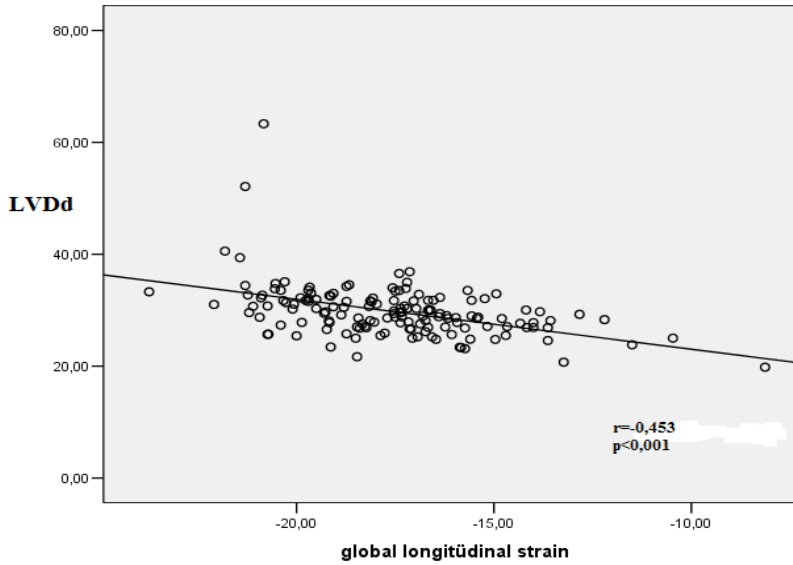
Apikal 4 boşluk, 3 boşluk ve 2 boşluk global strain değerlerinin ortamasından eldilen global sol ventrikül longitudinal strain (GLS) değeri basketbolcularda tüm gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düşük saptandı ($p<0,001$) (Tablo 16).

Tablo 16. Çalışma grubunun ortalama global longitudinal strain değerleri

	<i>Basketbol</i> (n: 25)	<i>Futbol</i> (n: 31)	<i>Yüzme</i> (n: 45)	<i>Güreş</i> (n: 24)	<i>Kontrol</i> (n: 25)	<i>P</i>
GLS	-14,90±2,58	-17,83±1,91	-18,18±1,78	-18,15±2,38	-18,39±2,22	<0,001

(GLS: Global longitudinal strain)

Sporcularda sol ventrikül diyastol sonu çapı ile global longitudinal strain rate değeri arasında istatistiksel olarak anlamlılık içerecek düzeyde negatif korelasyon mevcuttu ($r= -0,453$, $P<0,001$). Ayrıca interventriküler septum ve arka duvar kalınlığı kalınlığı ile GLS değeri arasında da negatif korelasyon saptandı (sırasıyla $r= -0,312$, $p<0,001$, $r= -0,213$, $p= 0,018$). Göreceli arka duvar kalınlığı ve sol ventrikül kitle indeksi ile GLS arasında korelasyon saptanmadı.



Şekil 27. LVDD ile GLS arasındaki ilişki

4.7.4 Radyal pik sistolik strain ve strain rate bulguları

Parasternal kısa eksen papiller kas seviyesinden alınan görüntülerden elde edilen anterioseptal segment strain değerleri basketbolcularda, futbolculara ve güreşçilere göre anlamlı derecede düşüktü. Yüzücüler ile futbolcular arasında da bu segmentte anlamlı fark vardı ($p=0,019$). Anterior segment strain değerleri basketbolcularda futbolculara kıyasla anlamlı düşüktü ($p=0,023$). Diğer segmentlere ait sonuçlar Tablo 17'da verilmiştir. Global radyal strain değerleri tüm gruplarda benzerdi.

Strain rate değerleri ise gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiyordu (Tablo 17).

Tablo 17. Radyal pik sistolik strain-strain rate ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
Antsep S/	23,4±11,4	40,1±15,5	30±12,9	35,2±13,7	33±14,4	<0,001*
SR	1,40±0,45	1,63±0,47	1,42±0,34	1,48±0,35	1,58±0,42	0,133
Ant S/	29,2±15,3	43,7±18,6	34,6±16,5	37,5±17,1	39,8±19,2	0,029 ^a
SR	1,50±0,51	1,74±0,44	1,50±0,40	1,55±0,32	1,90±0,70	0,06
Lat S/	35,5±16,9	45,4±18,5	40,1±17,2	42±22,4	46,18±20,1	0,233
SR	1,63±0,65	1,75±0,47	1,54±0,35	1,67±0,44	1,88±0,52	0,07
Post S/	38,7±18,7	44,7±18,3	43,1±17,1	45,6±23,2	49,5±19,1	0,372
SR	1,65±0,64	1,69±0,48	1,57±0,3	1,73±0,49	1,77±0,32	0,432
İnf S/	35,1±19,1	42±17,4	40,8±15,1	44,1±20,8	45,3±16,3	0,273
SR	1,58±0,55	1,60±0,51	1,55±0,30	1,72±0,45	1,61±0,34	0,638
Sep S/	28,7±18,2	38,7±16	34,1±12,6	39,7±17,5	37,6±15	0,079
SR	1,54±0,55	1,58±0,56	1,49±0,32	1,60±0,42	1,37±0,87	0,588
Global S	31,8±14,9	42,4±16,2	37,9±14	40,7±18,17	41,9±14,1	0,070

* basketbol ile futbol arasında $p<0,001$, basketbol ile güreş arasında $p=0,033$, futbol ile yüzme arasında $p=0,019$

^a basketbol ile futbol arasında $p=0,023$

4.7.5. Sirkumferensiyel pik sistolik strain-strain rate bulguları:

Basketbolcularda anterioseptal strain değerleri kontrol grubu hariç diğer tüm gruplara göre anlamlı derecede düşük bulundu. Septal segment strain değeri yine basketbolcularda düşük saptandı ama bu sadece futbolcularla kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,033$). Global sirkumferensiyel strain değeri gruplar arasında anlamlılık göstermiyordu.

Sirkumferensiyel strain rate sonuçları değerlendirildiğinde futbol ve yüzücülerde güreşçilere kıyasla lateral segmentin anlamlı derecede daha düşük değerlere sahip olduğu saptandı. Septal segmentin ise basketbolcularda, futbolcu ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük değerlere sahip olduğu bulundu ($p=0,008$ ve $p=0,019$) (Tablo 18).

Tablo 18. Sirkumferensiyel pik sistolik strain-strain rate ölçümleri

	<i>Basketbol</i> (n:25)	<i>Futbol</i> (n:31)	<i>Yüzme</i> (n:45)	<i>Güreş</i> (n:23)	<i>Kontrol</i> (n:25)	<i>p</i>
Antsep S/ SR	-14,3±5,3 -1,16±0,31	-19±4,6 -1,30±0,34	-18,9±3,9 -1,17±0,44	-18,6±5,6 -1,30±0,27	-17,1±4 -1,25±0,32	0,001* 0,384
Ant S/ SR	-12,8±6,1 -1,10±0,37	-15,5±6,3 -1,21±0,31	-16,5±6,9 -1,19±0,44	-14,1±10,1 -1,27±0,35	-13,1±8,2 -1,24±0,44	0,227 0,6
Lat S/ SR	-10,6±5,5 -1,17±0,32	-9,7±5,1 -0,98±0,30	-10,5±5,9 -0,98±0,30	-10,4±5,3 -1,28±0,48	-10,3±5,5 -1,21±0,46	0,975 0,04 ^β
Post S/ SR	-5,5±4,6 -0,77±0,37	-6,3±4,2 -0,83±0,28	-5,3±6,6 -0,85±0,33	-7,2±5,8 -1,01±0,66	-4,8±6,2 -0,95±0,29	0,598 0,194
İnf S/ SR	-11±4,6 -1,10±0,37	-14,7±3,8 -1,26±0,35	-11,8±5,2 -1,10±0,38	-11,4±7,3 -1,17±0,31	-12,5±5,5 -1,20±0,24	0,071 0,215
Sep S/ SR	-16,5±3,4 -1,01±0,66	-19,7±4,4 -1,38±0,40	-18,4±3,6 -1,18±0,27	-18,9±5,2 -1,32±0,32	-19,7±3,4 -1,37±0,26	0,025 ^α 0,07 [!]
Global S	-11,8±3,3	-14,2±3,2	-13,8±3	-13,4±3,2	-12,9±3,1	0,052

* basketbol il futbol arasında $p=0,002$, basketbol ile yüzme arasında $p=0,001$, basketbol ile futbol arasında $p=0,015$

^α basketbol ile futbol arasında $p=0,033$

^β futbol ile güreş arasında $p=0,045$, yüzme ile güreş arasında $p=0,020$

[!] basketbol ile futbol arasında $p=0,008$, basketbol ile kontrol grubu arasında $p=0,019$

Sadece sporcuların ortalama global strain değerlerinin sol ventrikülün değişik geometrilerine göre değerlendirilmesi sonucunda global 2 boşluk strain değerinin

gruplar arasında anlamlı olduğu görülse de post-Hoc analizde anlamlı fark göstermediği saptandı (Tablo 19).

Tablo 19. Global strain değerlerinin farklı sol ventrikül geometrisindeki değerleri

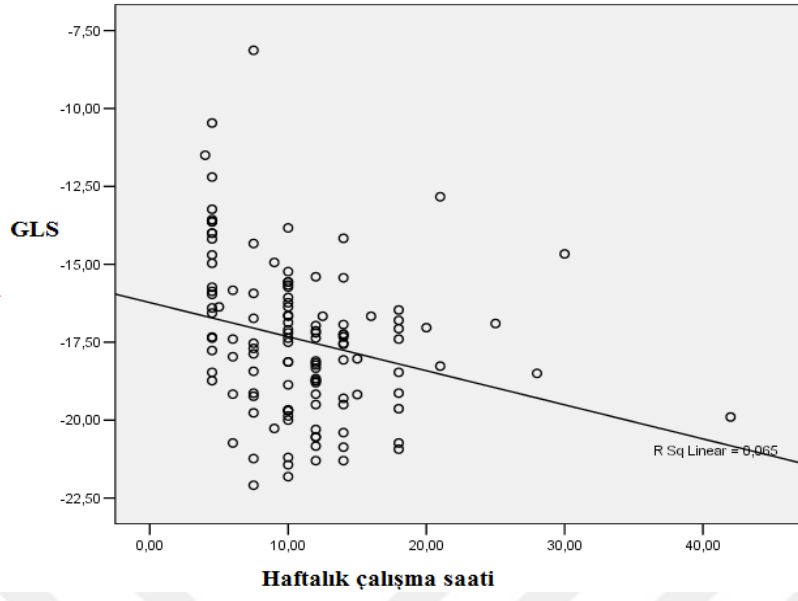
	<i>Sol ventrikül geometrisi</i>				p
	Normal	remodelling	Konsantrik hipertrofi	Egzantrik hipertrofi	
Global 4 boşluk S	-17,21±2,93	-15,66±4,15	-17,47±2,17	-17,92±3,29	0,970
Gobal 2 boşluk S	-18,66±2,35	-18,29±3,11	-19,57±1,57	-20,09±2,82	0,026*
Global 3 boşluk S	-15,87±3,15	-15,91±3,54	-15,54±2,14	-16,17±3,25	0,908
Global Radyal S	37,28±16,09	41,46±15,61	42,79±14,81	34,45±15,79	0,197
Global Sirküferensiyal S	-13,35±2,99	-13,70±3,93	-14,41±2,96	-12,85±3,22	0,366
Global longitudinal S	-17,24±2,27	-16,62±3,21	-17,53±1,35	-18,06±2,53	0,179

* post-Hoc analizde anlamlı fark saptanmadı

Haftalık çalışma süresi ile global 4 boşluk, 2 boşluk, 3 boşluk ve sol ventrikül global longitudinal strain değerleri arasında negatif yönde istatistiksel düzeyde anlamlı derecede korelasyon saptandı (Şekil 28). Global radyal ve sirküferensiyal strain değerleri ile haftalık çalışma süresi arasında korelasyon mevcut değildi (Tablo 20).

Tablo 20. Haftalık çalışma süresi ile global strain değerleri arasındaki ilişki

	<i>r</i>	<i>p</i>
Global 4 boşluk S	-0,200	0,026
Global 2 boşluk S	-0,181	0,044
Global 3 boşluk S	-0,242	0,007
Global radyal S	0,038	0,677
Global sirküferensiyal S	-0,034	0,711
Global longitudinal S	-0,255	0,004



Şekil 28. Haftalık çalışma süresi ile sol ventrikül global longitudinal strain değeri arasındaki ilişki.

5. TARTIŞMA

Çağımızda yarışmalı sporlara katılmak veya amatör anlamda yoğun bir şekilde spor yapmak tüm dünyada popüler hale gelmiştir. Düzenli fiziksel egzersizin faydalı olduğuna dair bilgilerin daha net ortaya konması, toplum temelli spor programlarına katılımın daha kolay olması bu popüleriteyi artırmıştır. Ayrıca sıklığı gittikçe artan obezite karşısında kalp damar sağlığı ile ilgilenen hekimlerin spora yönelik olan bu toplumsal yönelimi desteklemeleri de bu duruma katkıda bulunmuştur.

Sporun kalp üzerinde meydana getirdiği değişiklikler yüzyılı aşkın bir zamandır bilim adamlarının ilgisini çekmektedir. 1800'lü yılların sonu ile 1900'lü yılların başında normalden fazla egzersiz yapanların kalp boşluklarının daha geniş olduğu ve kalbin daha yavaş hızda çalıştığı gösterildi. 1900'lü yılların başında Paul Dudley White, Boston maratonuna katılanların radyal nabızlarını değerlendirmiş ve ilk olarak uzun mesafe koşucularının belirgin sinüs bradikardisine sahip olduğunu rapor etmiştir (76). EKG ile yapılan ilk çalışmalarda (77) elit sporcularda sol ventrikül boyutlarının arttığına göstergesi olan voltaj artışı ortaya konmuştur ve bu durum yıllar sonra ekokardiyografinin bulunması ve kullanıma girmesi ile teyit edilmiştir. Özellikle 2 boyutlu ekokardiyografi ve MRG, sporcuların kalp boşluklarındaki değişikliklerin ve miyokard hipertrofinin daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlamıştır (78).

Uzun süreli egzersizin kardiyak fonksiyonlarda ve morfolojide yaptığı değişiklikler ilk olarak "sporcu kalbi" adıyla Morganroth tarafından tanımlandı (2). Bu terim temel olarak artmış atım hacmine rağmen düşük kalp hızını ifade ediyordu. 1975'den sonra çok sayıda spor dalından az sayıda sporcu grupları içeren çok sayıda kesitsel çalışma yayınlanmıştır (16). Özellikle İtalyan araştırmacıların uzun süredir uyguladıkları spora tarama programı sayesinde sporcuların kalpleri hakkında detaylı bilgiler elde edilmiştir. Pelliccia ve ark. 25 farklı spor dalından 947 elit İtalyan sporcu üzerinde önemli bir çalışma yapmış ve kürek, kano ve bisikletçilerin bir kısmında (%1,7) interventriküler septum kalınlığının 13 mm'nin üzerinde olduğunu, aynı zamanda bu bireylerin sol ventrikül boşluklarının genişlediğini saptamış ve bunu olağandışı bir sonuç olarak yorumlamıştır (3).

Sol ventrikül geometrisi

Yapılan spor çeşidine göre kalpte meydana gelen değişiklikler de farklı olmaktadır. Çalışma grubumuzda güreş gibi yüksek statik, futbol gibi yüksek dinamik ve basketbol ve yüzme gibi yüksek seviyede dinamik orta seviyede statik komponentleri beraber bulunduran spor yapanlar mevcuttu. Dinamik sporların (ör:koşu) egzantrik, statik sporların (ör: halter, vücut geliştirme) konsantrik hipertrofi yaptığı bilinmektedir (3,11). Bununla beraber yüksek dinamiklik gerektiren spor yapanlarda sol ventrikül geometrisi bazı çalışmalarda normal bulunmuştur (79). Dinamik ve statik komponentleri birlikte fazlaca içeren (kombine) sporlarda (ör: yüzme ve bisiklet) ise kardiyak morfolojide daha belirgin değişiklikler gözlenir (3). Kombine sporlar sol ventrikül duvar kalınlığını ve iç çapını daha çok artırarak sıklıkla egzantrik hipertrofiye neden olurlar. Benzer olarak çalışmamızda da yüzücülerin %35,5'inde egzantrik, %28.8'inde konsantrik hipertrofi mevcuttu. Güreşçi sporcularda ise konsantrik hipertrofi yerine %39.1 ile egzantrik hipertrofi daha fazlaydı. Osborn ve ark.'nın (80) yüksek dinamik düşük statik komponent içeren tenis sporu ile uğraşan sporcularda yaptığı araştırmada, beklenenden daha fazla sayıda sporcuda (%73) sol ventrikül hipertrofisi saptanmıştır. Sporcu kalbi sadece yarışma esnasındaki egzersiz çeşidine göre şekillenmemekte, buna ek olarak yarışma öncesinde yapılan diğer egzersizlerin de bu süreçte önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle Osborn ve ark. spor sınıflamasının sadece yarışma esnasındaki egzersiz çeşidine göre yapılmaması, aynı zamanda yarışma öncesi yapılan egzersiz türüne göre de sınıflanması gerektiğini belirtmiştir. Çalışmamıza dahil edilen sporcuların %45'inde sol ventrikül hipertrofisi mevcuttu Kontrol grubuyla kıyaslandığında bu bulgu istatistiksel olarak anlamlı idi ($p=0,001$). Sporculardaki hipertrofinin %29'u egzantrik, %16'sı konsantrik hipertrofi şeklindeydi. Bu oranlar Osborn ve ark.'nın grubuna göre düşüktü. Fakat çalışmamızda kombine grubu temsil eden basketbol ve yüzme grubunda sol ventrikül hipertrofisi en fazla idi . Bu da literatür ile uyumlu idi.

Egzersizin kalp üzerinde değişiklik yapabilmesi için belli bir sürede ve yoğunlukta olması gerekmektedir. Çalışmalar haftada 3 saat düzenli egzersizin kalp kası kütlesini artırmaya yettiğini ortaya koymuştur (1). Çalışmamızdaki sporcular haftada ortalama 9 saat ve en az 2 yıldır düzenli olarak spor yapmaktaydı.

Sol kalp boyutları ve interventriküler septum

Yapılan düzenli egzersiz sol ventrikül duvar kalınlığı, sol ventrikül boyutları ve kitlesinde fizyolojik bir artışa yol açar (2,81,82). M mode ekokardiyografi ile ölçülen sol ventrikül kitlesinin sporcularda normal bireylere göre %45-50 oranında arttığı gösterilmiştir. Vücut yüzey alanına, boya veya kiloya indekslenmiş sol ventrikül kitlesi de normal bireylere göre artmıştır (83). Çalışmamızda basketbolcular hariç tüm sporcuların sol ventrikül kitle indekslerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü. Benzer olarak De Luca ve ark. da basketçilerde futbolcu ve bisikletçilere göre daha düşük bulmuşlardır (84).

Sporcularda interventriküler septum ve sol ventrikül arka duvar kalınlığı normal bireylere göre % 15-20 artmıştır (85-86). Tüm sporcuların ancak % 1.1'inde septum kalınlığı 12 mm'nin üzerindedir. Kadın sporcularda septum kalınlığı genelde 11 mm'den küçük olup çok nadir olarak 12 mm üzerinde olan olgular bildirilmiştir (83). Pellicia ve ark.'nin (3) 947 amatör genç yarışmacıda yaptığı çalışmada maksimum septum kalınlığı 16 mm olarak saptanmış, sadece 16 sporcuda septum kalınlığı 12 mm'nin üstünde bulunmuştur. Sharma ve ark.'nin (6) yaşları 14 ile 18 arasında değişen 720 sporcu ile yaptığı çalışmada ise septum ortalaması 9.4 mm saptanmış, septum kalınlığı 38 sporcuda 11 mm ile 14 mm arasında bulunmuş, sadece 3 erkek sporcunun septum kalınlığı ise 12 mm'nin üstünde saptanmış. Fagart ve ark.'nin (11) 45 erkek bisikletçi üzerindeki çalışmasında 14 sporcuda septum kalınlığını ≥ 13 mm bulmuşlardır. Aynı çalışmada hiçbir sporcuda 16 mm ve daha yüksek septum kalınlığı saptanmamış. Çalışma grubumuzda haftalık antrenman saati ile interventriküler septum kalınlığı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki saptanmış olup, en fazla antrenman yapan yüzücülerde interventriküler septum en kalın bulunmuştur. Yüzücülerin septum kalınlığı hem kontrol grubuna kıyasla hemde diğer sporculara kıyasla anlamlı iken, futbolcuların septum kalınlığı sadece kontrol grubuna göre yüksek bulundu. Ayrıca septum kalınlığı (yüzey alanına indekslenmemiş) 4 sporcuda (3 erkek yüzücü ve 1 erkek futbolcu) 12 mm ve üzerinde bulunmuş olup fakat hiç bir sporcuda 13 mm'nin üzerinde değildi.

Sporun diğer etkilerinden biri de sol ventrikül boşluklarında genişlemedir. Laplace yasasına göre fizyolojik hipertrofiye bağlı artan duvar gerilimini azaltmak için sol

ventrikül dilatasyonu gelişmektedir. İlk zamanlarda yapılan çalışmalar LVDD'nin dinamik spor dallarında biraz daha geniş, septum kalınlığının statik spor dallarında biraz daha kalın olduğunu gösterse de son zamanlarda yapılan çalışmalar durumun hiç de öyle olmadığını göstermiştir (87). Pluim ve ark.'nın çalışmasında sadece statik spor yapan güreşçi, vücut geliştirici ve haltercilerde septum kalınlığındaki artışa paralel LVDD'nin de anlamlı olarak arttığını gösterilmiştir (16). Spirito ve ark. ise çalışmalarında sol ventrikülü dilate olan sporcularda septum kalınlığının artmadığını göstermişlerdir (88). Pelliccia ve ark.'nın (89) 1309 elit sporcu üzerinde yaptığı araştırmada sol ventrikül diyastol sonu çapı (LVDD) kadınlarda 38-66 mm (ort 48 mm), erkeklerde 43-70 mm (ort 55) saptanmış, sporcuların %14'ünde LVDD \geq 60mm bulunmuş. Bir diğer çalışmada ise (11) 45 bisiklet sporcusunun LVDD ortalaması 54 mm saptanmış. Çalışmamızda ise LVDD indeksi yüzücülerde sadece basketbolculara kıyasla anlamlı olarak yüksek olmasına rağmen diğer gruplara ve kontrol grubuna göre istatistiksel anlamlılık taşııyordu. LVDD 5 sporcuda 55 mm'nin üzerinde bulundu. Vücut yüzey alan persentillerine göre değerlendirilen LVDD (mm), 12 sporcuda (6 güreşçi, 3 futbolcu, 3 yüzücü) +2SD'nin üzerinde bulundu.

Elektrokardiyografik değişiklikler

Sporcu kalbinde görülen diğer değişikliklerden biri de bazı elektrokardiyografik değişikliklerdir (ör: ritim problemleri, iletim problemleri, QRS değişiklikleri ve repolarizasyon bozuklukları). Elit sporcuların %40'ında EKG'de normalden farklı bulgular görülmektedir. Bu farklılıkların sıklığı özellikle dinamik spor yapan erkek sporcularda kadın sporculara göre 2 kat fazla bulunmuştur. Yoğun antrenman programına sahip Amerikan futbolu oynayan siyah sporcularda beyaz sporculara göre daha fazla EKG anomalisi saptanmıştır. Siyah sporcuların Kafkas kökenlilere göre sol ventrikül duvar kalınlıklarının daha fazla olduğuna dair deliller ve bunun EKG göstergelerine ait çalışmalar da mevcuttur. Sporcularda egzersize bağlı artmış vagal tonus nedeniyle masum aritmiler ve ileti bozuklukları görülebilir (ör: sinüs bradikardisi, kavşak ritmi, 1. Derece AV blok vb). Viitasalo ve ark. (26) 35 elit sporcu ile 35 kontrol grubunu karşılaştırmış ve sporcularda gece ve gündüz kalp hızı ortalamasının kontrol grubuna göre düşük olduğunu saptamıştır. Bu çalışmada sporcularda gece en düşük kalp hızı 24-48/dk iken kontrol grubunda 33-66/dk olarak

bulunmuştur. Holter EKG ile sporcularda altta yatan kardiyak yapısal bozukluğun eşlik etmediği sık erken atımlar ve kompleks ventriküler taşiaritmiler olabileceği bildirilmiştir. Fakat bu taşiaritmilerin spora ara verildikten sonra genellikle kaybolduğu gösterilmiştir (3, 24, 25). Çalışma grubumuzu oluşturan sporculardan sadece ikisinde ektopik atriyal ritim saptandı. Hiçbirinde erken atım yoktu. Mitral kapak prolapsusu saptanan 4 sporcunun Holter EKG'si normal bulundu. Çalışma grubumuzun kalp hızı ortalaması kontrol grubuna göre anlamlı bir fark göstermiyordu. Kalp hızının anlık bakılmış olması ve olası heyecanın tetiklediği minimal taşikardinin bu duruma neden olduğu düşünüldü.

Sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları

Farklı spor dalları ile uğraşan sporcularla yapılan çalışmalarda sistolik fonksiyonların kontrol gruplarına göre normal olduğu gösterilmiştir. Bazı çalışmalarda ise egzersiz sonrası istirahat döneminde EF veya KF'nin düşük veya yüksek (85,90,91) bulunduğu gösterilse de bu değişiklik normal sınırları aşmamıştır. Bu bulgularla uyumlu olarak çalışma grubumuzu oluşturan sporcularda da kısalma fraksiyonu kontrol grubuna göre normal olarak bulunmuştur.

Doku Doppler çalışmaları da sistolik fonksiyonun sporcularda değişmediğini doğrulamıştır (91,92). Fakat Abergel ve ark.'nın Fransa bisiklet turuna katılan 147 profesyonel bisikletçide yaptığı çalışmada 17 (%11) bisikletçinin ejeksiyon fraksiyonunu %52'nin altında bulmuştur (93). Ama bu durumun aslında spora bağlı değil de kullanımı yasak ilaçlardan olabileceği belirtilmiştir.

Sporun sol ventrikül diyastolik fonksiyonuna etkisi genellikle 2D ekokardiyografi (transmitral) ve doku Doppler ekokardiyografi ile değerlendirilmektedir. Bazı çalışmalar dinamik sporların erken diyastolik sol ventrikül doluşunu artırdığı böylelikle yüksek E dalgası oluşturduğunu göstermiştir. Artmış diyastolik dolum, yüksek hızlarda çalışan kalbin egzersiz esnasında atım hacmini koruyabilmesini sağlamaktadır. Statik sporcularda yapılan çalışmalar ise diyastolik dolumun değişmediğini veya çok hafif bir düzeyde azaldığını saptamıştır (85, 91, 92, 94-96). Fakat unutulmamalıdır ki mitral E/A oranı gibi bazı parametreler kalp hızı, önyük ve ardyük gibi sporcularda çok farklı olan parametrelerden etkilenmektedir. Çalışma grubumuzdaki sporcularda transmitral pulsed dalga

Doppler ile elde edilen E dalga velositesi en yüksek yüzücülerde saptanmakla birlikte kontrol grubuna göre anlamlı fark yoktu. Doku Doppler ile elde lateral mitral anulusdan elde edilen E2 dalga velositesi gruplar arasında anlamlı fark göstermiyordu. Ayrıca diyastolik disfonksiyonun diğer göstergeleri olan E/A oranı ve DT'da anormallik yoktu.

2D strain-strain rate ekokardiyografi

Miyokardiyal deformasyonun iki boyutlu strain veya benekli izleme (speckle tracking) ekokardiyografi ile ölçülmesi, bölgesel ve global miyokard fonksiyonunun daha iyi değerlendirilmesi imkanını getirmiştir (97). Deformasyon parametrelerinin doku Doppler görüntüleme yöntemiyle değerlendirilmesiyle ilgili fazlaca deneyim elde edilmiştir. Sonradan geliştirilen strain-strain rate ekokardiyografi de doku Doppler bulguları ile korelasyon gösterse de strain-strain rate ekokardiyografinin bazı üstünlükleri vardır. Bunlar tekrar edilebilirlik, radyal, sirküferensiyal gerilimin daha iyi değerlendirilebilmesi, bükülme, torsiyon ve rotasyon hareketlerinin daha kantitatif ölçülmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca strain-strain rate ekokardiyografinin doku Doppler görüntülemeye kıyasla açığa daha az bağımlı olması ve komşu deforme miyokard segmentlerin sağlam segmentleri çekme kuvvetinden minimal düzeyde etkilenmesi de diğer avantajlarıdır. Strain-strain rate ekokardiyografinin MRG'ye de üstünlükleri vardır. Yatak başında kolay uygulanıyor olması, maliyetinin düşük olması sonuçların kısa sürede ve hızda elde edilmesi MRG'ye olan üstünlükleridir (72). Yang H ve ark. kardiyak manyetik rezonans görüntülemeye dahi henüz miyokardiyal fibrozun olmadığı hipertrofik kardiyomiyopati olgularda strain ve strain rate değerlerinin bozulduğunu göstermişlerdir (98). Sol ventrikül hipertrofinin görüldüğü sporcu kalbi, hipertansif kalp hastalığı ve hipertrofik kardiyomiyopatide hipertrofinin patolojik sınırlarının ayırımı ciddi ve zor bir süreç olup karışıklıklarla doludur. Konvansiyonel yöntemlerle diyastolik disfonksiyonun, uygunsuz sol ventrikül hipertrofinin (RWT) ve sol ventrikül kitlesinin eşik sınır değerinin net olarak değerlendirilmesi teknik olarak çok mümkün olamamaktadır. M mode ve doku Doppler yöntemi ile elde edilen mitral anuler velositelerin kullanılması ile değerlendirilen longitudinal fonksiyonlar hipertansif ve hipertrofik kardiyomiyopati hastalarda düşük

bulunmuştur. Doku Doppler yönteminde longitüdinal fonksiyondaki azalma sadece hipertrofik segmente ait olarak ölçülse de strain-strain rate ekokardiyografi hipertrofiye olmayan segmentlerde de fonksiyon kaybını gösterebilmektedir (72).

Literatürde sporcularda yapılan strain-strain rate ekokardiyografi çalışmaları, genellikle sporcuların normal bireyler ve hipertrofik kardiyomyopati hastalarla kıyaslandığı çalışmalardır. Böylelikle patolojik hipertrofi ile sporculardaki fizyolojik hipertrofinin sınırlarının daha net değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Butz ve ark.'nın 15 HKMP'li, 20 yarışmacı sporcu ve 18 normal bireyde yaptığı çalışmada HKMP'li olguların longitüdinal ve transvers segmentlere ait ortalama strain değerleri sporculara ve kontrol grubuna göre oldukça düşük saptanmıştır. Bu çalışmada HKMP'li grupta RWT değeri ile Global longitüdinal strain değeri arasında negatif korelasyon saptanmıştır (97). Kansal ve ark.'nin benzer gruplar arasındaki çalışmasında da longitüdinal strain değerleri HKMP'li grupta daha düşük bulunmuş, fakat sirküferensiyel strain değerleri ise hem sporcu grupta hem de HKMP'li grupta kontrol grubuna göre anlamlı düşük saptanmış (99). Vivianne ve ark.'nın (100) hipertrofik kardiyomyopati (HKMP) hastalar, futbolcular ve normal bireyleri kıyasladığı çalışmasında futbolcuların longitüdinal, radyal ve sirküferensiyel strain değerlerinin HKMP'li lere göre daha yüksek olduğu, fakat normal bireylere göre ise longitüdinal strain değerinin daha düşük olduğu, radyal ve sirküferensiyel strain değerlerinin ise normal bireylere göre arttığı gösterilmiştir. Stefani ve ark.'ı sporcular ile normal bireyleri istirahatte ve efor sonrasında değerlendirilmiş ve her iki durumda da sporcuların longitüdinal strain değerlerini istatistiksel olarak anlamlı olmasa da normal bireylere göre düşük bulmuş (101). Aynı araştırıcının bir diğer çalışmasında biküspid aort kapaklı sporcularla sağlıklı sporcular ve normal bireyler karşılaştırılmış biküspid aort kapaklı sporcuların global longitüdinal strain değeri normal olsa da bazal segmentlere ait ortalama strain değerleri düşük bulunmuştur (102).

Çalışma grubumuzdaki basketbolcularda 4 boşluk ve 3 boşluk global strain değerleri diğer gruplara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede düşük saptandı. Basketbolcularda özellikle midseptal, apikalseptal ve apikal lateral segmentler düşük ortalama strain değerlerine sahipti. İki boşluk global straini de basketbolcularda daha düşüktü ama normal bireylere kıyasla anlamlı değildi. Radyal ve sirküferensiyel global strain değerleri tüm gruplarda anlamlı farklılık göstermese de anterioseptal ve

anterior segment strain değerleri basketbolcularda belirgin düşük saptandı. Tümüklü ve ark.'nın (103) futbolcular üzerinde yaptığı çalışmada midseptal ve midlateral strain rate değerleri kontrol grubuna göre anlamlı yüksek bulunmasına rağmen çalışmamız bu bulguyu desteklemiyordu. Çalışmamızda radyal ve sirküferensiyal strain değerleri normal bireylere göre anlamlı farklılık göstermiyordu. Longitudinal (4, 3 ve 2 boşluk) strain değerleri ise sadece basketbolcularda yukarıda bahsedilen çalışmada olduğu gibi normal bireylere kıyasla anlamlı olarak düşük bulundu. Şimşek ve ark.'nın 26 sporcu (voleybol, hentbol ve basketbol) ile yaptığı çalışmada midlateral ve midseptal strain ve strain rate değerleri, kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (104). Çalışmamızda ise sadece basketbolcuların midseptal strain değeri diğer gruplara ve kontrol grubuna göre anlamlı düşüktü. Midlateral segmentte de basketbolcuların strain değeri diğer gruplara düşük olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi. Aynı segmentlerin strain rate değerleri ise gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiyordu. Bisiklet sporcuları üzerinde yapılan diğer çalışmada ise apikal radyal strain değerleri kontrol grubuna göre düşük bulunmuş (85). Çalışmamızda ise basketbolcularda radyal anterioseptal değerleri kontrol grubuna göre anlamlı düşük bulundu. De Luca ve ark.'nın (84) bisikletçi, futbolcu ve basketbolcular üzerine yaptığı çalışmada ise longitudinal, bazalseptal, apikal septal ve midseptal strain değerleri kontrol grubuna göre anlamlı düşük iken basketbolcu ve futbolcularda ise septal segmentlerin tümünde (bazal-mid-apikal) anlamlı düşüklük saptanmıştır. Çalışmamıza ise bisikletçiler dahil edilmemekle beraber sadece basketbolcuların midseptal, apikal septal, ve apikal lateral segment strain değerleri düşüktü. Futbolcularda ise bir farklılık yoktu.

Sol ventrikül M mode ölçüleri ile GLS arasındaki korelasyon incelendiğinde LVDD, IVSD ve LPWD ile GLS arasında negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı derecede korelasyon saptandı. Haftalık çalışma saati ile Global 4, 3, 2 boşluk ve sol ventrikül global longitudinal strain strain değerleri arasında anlamlı derecede negatif yönde korelasyon vardı. Çalışma grubumuzda basketbolcuların GLS'i diğer gruplara göre anlamlı düşük bulunmasına rağmen interventriküler septum kalınlığı ve diyastol sonu çapı basketbolcularda diğer gruplara göre anlamlı düşüktü. Buna karşın yüzücülerin interventriküler septum kalınlığı ve diyastol sonu çapları en yüksek olmasına rağmen GLS değerleri kontrol grubuyla ve diğer gruplarla kıyaslandığında

anlamli fark gostermiyordu. Bu sonuç Cappelli ve ark'nin da belirttiği gibi hipertrofik kalplerde artmiş subendokardiyel fibrozis nedeniyle sol ventrikul longitudinal strainin azaldığı gorusune uymamaktadır (105).

Sonuç olarak; duzenli ve belli yogunlukta yapilan spor faaliyetleri kalp boşluklarında ve sol ventrikul duvar kalinliklarında artışa sebep olmaktadır. Yapilan sporun içerdiği egzersiz çeşidine göre bu değişiklikler farklı boyutta ve şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bazı sporcularda özellikle interventrikuler septum kalınlığındaki artış hipertrofik kardiyomiyopati sınırlarına gelebilmektedir. Bu aşamada spora bağlı gelişen sol ventrikul hipertrofisinin fizyolik uř sınırlarının yani hipertrofik kardiyomiyopatiyle karışıklığa yol açan gri bölgenin net olarak ortaya konması önemli hale gelmektedir. Bu amaçla yıllardır kullanılan konvansiyonel yöntemlerin bu sınırı ayırt etmeye yönelik faydaları olsa da yeni geliştirilen yöntemler klasik yöntemlerin eksik kaldığı yönleri açığa ıkatmıştır. Sol ventrikul hipertrofisine sahip hastalarda M mode ve doku Doppler yöntemi ile sol ventrikul global sistolik ve diyastolik fonksiyonlarının normal olduğu saptanmasına rağmen bölgesel miyokard deformasyonu ancak strain- strain rate ekokardiyografi ile hipertrofi öncesi dönemde bile gösterilebilmektedir. Çalışmamızda değişik spor dallarıyla uğraşan ocuk ve ergenlerin kardiyak morfoloji ve fonksiyonları klasik yöntemlerle ve strain-strain rate ekokardiyografi ile ayrı ayrı değerlendirilmiş ve duzenli yapilan egzersizin etkileri araştırılmıştır. ocuk ve ergen sporcular uzerinde yapilan en kapsamlı çalışmalardan biri olan bu çalışmada, sporcularda M mode ve doku Doppler ile llen sol ventrikul sistolik ve diyastolik fonksiyonları normal bulunmasına rağmen sol ventrikul 2D strain parametrelerinin kontrol grubunu oluşturan bireylere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ekokardiyografinin heyecan verici yeni bir metodu olarak kabul edilen 2D strain ile sporcularda yapılacak daha uzun süreli ve daha kapsamlı çalışmalar ile spor fizyolojisinin kalp uzerindeki etkisi daha iyi anlaşılacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Çalışmaya 4 farklı spor dalından (basketbol, futbol, yüzme ve güreş) yaşları 10-18 arasında değişen toplam 124 sporcu alındı. Kontrol grubu ise aynı yaş aralığında olan fakat düzenli spor yapmayan sedanter 24 ortaöğretim öğrencisinden oluşturuldu. Yüzücülerin yaş ortalaması diğer gruplara göre daha düşüktü. Aynı zamanda basketbolcular boy ortalaması en yüksek olan gruptu.
2. Sistolik kan basıncı basketbolcularda yüzücülere kıyasla anlamlı yüksek olmasına rağmen diyastolik kan basıncı gruplar arasında anlamlılık göstermiyordu.
3. Kalp hızı, sporcular ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık göstermiyordu. Vücut yüzey alanı basketbolcularda diğer gruplara ve kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti.
4. Atriyal ritmi olan 2 sporcu dışında sporcuların hiçbirinde normalden farklı EKG bulgusu mevcut değildi. QRS süresi sadece güreşçilerde kontrol grubuna göre anlamlı uzamıştı ama patolojik boyutta değildi. PR ve QTc gruplar arasında istatistiksel olarak farklı değildi.
5. Sol ventrikül geometrisi sporcuların %38,7'sinde normal bulundu. Konsantrik hipertrofi %16.1'inde, egzantrik hipertrofi ise %29'unda mevcuttu. Hipertrofi en fazla yüzücü grubunda saptanmış olup bu hipertrofinin %28.9'u konsantrik, %35.6'si egzantrik hipertrofi şeklindeydi.
6. EF ve KF spor dalları ve kontrol grubu arasında farklılık göstermiyordu ve tüm gruplarda normal sınırlarda bulundu.
7. LVDD indeksi yüzücülerde daha yüksek bulunmasına rağmen kontrol grubuna kıyasla anlamlı değildi. Yüzücüler ve futbolcular daha kalın interventriküler septum değerlerine sahipti. Ayrıca septum kalınlığı bütün spor dalları gruplarında kontrol grubuna göre anlamlı olarak daha yüksekti. Sol ventrikül kitle indeksi basketbolcular hariç tüm sporcularda kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu.

8. Pulse dalga Doppler ile ölçülen diyastolik fonksiyon parametereleri değerlendirildiğinde hiçbir sporcuda diyastolik disfonksiyon saptanmadı.
9. Tei indeksi basketbol dışındaki diğer gruplarda daha yüksek olmasına rağmen bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildi.
10. Dört boşluk, 3 boşluk ve 2 boşluk görüntülerden elde edilen global longitudinal ortalama pik sistolik strain değerleri spor grupları arasında istatistiksel olarak anlamlılık içerecek düzeyde farklı bulundu. Bu farklılık basketbolcuların daha düşük düzeyde strain değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı saptandı. Bu değerler aynı zamanda basketbolcularda kontrol grubuna göre de anlamlı derecede düşük bulundu. Radyal ve sirkumferensiyal global strain değerleri tüm gruplarda anlamlı farklılık göstermese de anterioseptal segment strain değerleri basketbolcularda belirgin düşük saptandı.
11. LVDD indeksi ile sol ventrikül global longitudinal strain değeri arasında negatif korelasyon mevcuttu. Haftalık antrenman saati ile IVSd, LPWD ve RWT arasında pozitif yönde korelasyon mevcuttu. Ayrıca haftalık antrenman saati ile Global 4,3,2 ve sol ventrikül GLS'i arasında negatif yönde korelasyon saptandı.
12. Çocuk ve ergen sporcular üzerinde yapılan en kapsamlı çalışmalardan biri olan bu çalışmada, sporcularda M mode ve doku Doppler ile ölçülen sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları normal bulunmasına rağmen sol ventrikül 2D strain parametrelerinin kontrol grubunu oluşturan bireylere göre farklılık gösterdiği saptanmıştır
13. Değişik spor dallarının kalp üzerindeki etkisini göstermede strain-strain rate ekokardiyografi faydalı bir yöntem olup özellikle konvasiyonel yöntemlerle saptanamayan bölgesel ve global miyokard fonksiyonları daha ayrıntılı ortaya koyabilmektedir.

7. ÖZET

GİRİŞ VE AMAÇ

Düzenli olarak yapılan egzersiz kalpte bazı yapısal değişikliklere yol açmaktadır. Bu durum klinikte ‘‘sporcu kalbi’’ olarak bilinmektedir. Bölgesel ve global miyokardiyal fonksiyonların değerlendirilmesi amacıyla deformasyon parametreleri (strain, strain rate), iki boyutlu ekokardiyografi parametrelerine göre daha erken dönemlerde bilgi verebilmektedir. Bu çalışma ile değişik spor dalları ile uğraşan sporcu çocuk ve ergenlerin kalplerinde spora bağlı gelişen ve klasik yöntemlerle saptanamayan değişikliklerin strain-strain rate ekokardiyografi ile saptanması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Kocaeli ve çevre ilçelerdeki bölgesel ve ulusal liglerde 4 branşta (basketbol, yüzme, futbol ve güreş) mücadele eden spor kulüplerinde en az 2 yıldır ve haftada en az 3 saat düzenli antrenman yapan 10-18 yaş arası 98 (%79) erkek, 26 (%21) kadın yarışmacı sporcu çalışmaya alındı. Kontrol grubu, aynı yaş aralığındaki sedanter ortaöğretim öğrencilerinden oluşturuldu (n: 25). Her sporcunun yaş, cinsiyet, boy, kilo gibi demografik özellikleri ile kaç yıldır ve haftada kaç saat spor yaptığı gibi bilgiler kaydedildi. İki boyutlu M mod, pulsed ve doku Doppler incelemeye ilave olarak apikal 4, 3 ve 2 boşluk, kısa eksen papiller kas seviyesinden gri skala kayıtlar alınıp çevrimdışı olarak bölgesel ve global strain-strain rate analizi yapıldı.

BULGULAR

Sol ventrikül geometrisi sporcuların %38,7'sinde normal bulundu. Konsantrik hipertrofi %16.1'inde, egzantrik hipertrofi ise %29'unda mevcuttu. Hipertrofi en fazla yüzücü grubunda saptanmış olup bu hipertrofinin %28.9'u konsantrik, %35.6'si egzantrik hipertrofi şeklindeydi. EF ve KF spor dalları ve kontrol grubu arasında farklılık göstermiyordu ve tüm gruplarda normal sınırlarda bulundu. LVDd indeksi yüzücülerde daha yüksek bulunmasına rağmen bu farklılık kontrol grubuna kıyasla anlamlı değildi. Yüzücüler ve futbolcular daha kalın interventriküler septum değerlerine sahipti. Septum kalınlığı bütün spor dalları gruplarında kontrol grubuna

göre anlamlı olarak daha yüksekti. Sol ventrikül kitle indeksi basketbolcular hariç tüm sporcularda kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulundu. Dört boşluk, 3 boşluk ve 2 boşluk görüntülerden elde edilen global longitudinal ortalama pik sistolik strain değerleri spor grupları arasında istatistiksel olarak anlamlılık içerecek düzeyde farklı bulundu. Bu farklılığın basketbolcuların daha düşük düzeyde strain değerlerine sahip olmasından kaynaklandığı saptandı. Bu değerler aynı zamanda basketbolcularda kontrol grubuna göre de anlamlı derecede düşük bulundu. Radyal ve sirkumferensiyel global strain değerleri tüm gruplarda anlamlı farklılık göstermese de anterioseptal segment strain değerleri basketbolcularda belirgin düşük saptandı. LVDD indeksi ile sol ventrikül global longitudinal strain değeri arasında negatif korelasyon mevcuttu. Haftalık antrenman saati ile IVSd, LPWD ve RWT arasında pozitif yönde korelasyon mevcuttu. Ayrıca haftalık antrenman saati ile Global 4,3,2 ve sol ventrikül GLS'i arasında negatif yönde korelasyon saptandı

SONUÇ

Değişik spor dallarının kalp üzerindeki etkisini göstermede strain-strain rate ekokardiyografi faydalı bir yöntem olup özellikle konvansiyonel yöntemlerle saptanamayan bölgesel ve global miyokard fonksiyonları daha ayrıntılı ortaya koyabilmektedir.

Anahtar kelimeler: sporcu, ekokardiyografi, strain, strain rate

8. ABSTRACT

AIM

Regular and prolonged training, induce some physical and structural changes in the heart, so called ‘‘ athlete’s heart’’. In addition to the 2D standard echocardiography parameters, assessment of myocardial function is currently possible by deformation parameters (strain, strain rate). Aim of this study is to determine the role of strain and strain rate parameters for better characterize the heart performance in trained elite children and adolescent athletes from different kind of sports.

METHODS

124 young athletes (25 basket players, 45 swimmers, 31 futbol players, 23 wrestlers) and 25 healthy sedanter children aged between 10- 18 were evaluated either by 2D echocardiography or by a speckle tracking (STE) echocardiography multi-layer approach to calculate left ventricule global and regional strain and strain rate. Data were compared by Chi squire, Pearson corelation and ANOVA test.

RESULTS

Left ventricular geometry was normal in 38.7% of the athletes. 16.1%of athletes had concentric hypertrophy and 29% had eccentric hypertrophy. The swimmers group had more hypertrophy than others. EF and KF were similar between sports and the control group were normal in all groups. Although LVDd index was higher in swimmers but was not significant compared with the control group. In all sport groups septum thicknesses were significantly higher than the control group. The global average of longitudinal peak systolic strain values obtained from 4, 3, 2 chamber wiews included the level of statistical significance between different sports. These values were significantly lower than the control group at the same time in basketball players. Global radial and circumferential strain values in all groups didn’t show significant differences but anterioseptal segment strain values were significantly lower in basketball players. LVDd index and left ventricular global longitudinal strain values were negatively correlated. Weekly practice hours had a significant positive correlation between IVSd, LPWD and RWT but had a negative

correlation between global 4,3,2 chamber and global longitudinal left ventricular strain values.

CONCLUSION

2D strain echocardiography is a useful tool to detect the effects of different sports branches on the heart, especially in which that conventional methods cannot present a more detailed analysis on regional and global myocardial function.

Keywords: athletes, echocardiography, strain, strain rate



9. KAYNAKLAR

1. Fagard R. Athlete's heart. *Heart*. 2003 Dec;89(12):1455-61.
2. Morganroth J, Maron BJ, Henry WL, Epstein SE. Comparative left ventricular dimensions in trained athletes. *Ann Intern Med*. 1975 Apr;82(4):521-4.
3. Pelliccia A, Maron BJ, Spataro A, Proschan MA, Spirito P. The upper limit of physiologic cardiac hypertrophy in highly trained elite athletes. *N Engl J Med*. 1991 Jan 31;324(5):295-301.
4. Maron BJ, Pelliccia A, Spirito P. Cardiac disease in young trained athletes: insights into methods for distinguishing athlete's heart from structural heart disease, with particular emphasis on hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*. 1995 Mar 1;91(5):1596-601.
5. D'Andrea A, Caso P, Sarubbi B, et al. Right ventricular myocardial adaptation to different training protocols in top-level athletes. *Echocardiography* 2003;20:329–6.
6. Sharma S, Maron BJ, Whyte G, Firoozi S, Elliott PM, McKenna WJ. Physiologic limits of left ventricular hypertrophy in elite junior athletes: relevance to differential diagnosis of athlete's heart and hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Coll Cardiol*. 2002 Oct 16; 40(8): 1431-6.
7. Heimdal A, Støylen A, Torp H, Skjaerpe T. Real-time strain rate imaging of the left ventricle by ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 1998 Nov;11(11):1013-9.
8. Pellerin D, Sharma R, Elliott P, Veyrat C. Tissue Doppler, strain, and strain rate echocardiography for the assessment of left and right systolic ventricular function. *Heart*. 2003 Nov;89 Suppl 3:iii9-17.
9. Corrado D, Basso C, Rizzoli G, Schiavon M, Thiene G. Does sports activity enhance the risk of sudden death in adolescents and young adults? *J Am Coll Cardiol*. 2003 Dec 3;42(11):1959-63.
10. Fagard RH. Athlete's heart: a meta-analysis of the echocardiographic experience. *Int J Sports Med*. 1996 Nov;17 Suppl 3:S140-4.

11. Fagard RH. Impact of different sports and training on cardiac structure and function. *Cardiol Clin.* 1997 Aug;15(3):397-412.
12. Weiner RB, Baggish AL. Exercise-induced cardiac remodeling. *Prog Cardiovasc Dis.* 2012 Mar;54(5):380-6.
13. Maron BJ. Distinguishing hypertrophic cardiomyopathy from athlete's heart physiological remodelling: clinical significance, diagnostic strategies and implications for preparticipation screening. *Br J Sports Med.* 2009 Sep;43(9):649-56.
14. Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA et al. Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr.* 2005 Dec;18(12):1440-63.
15. Sharma S. Athlete's heart--effect of age, sex, ethnicity and sporting discipline. *Exp Physiol.* 2003 Sep;88(5):665-9.
16. Pluim BM, Zwinderman AH, van der Laarse A, van der Wall EE. The athlete's heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. *Circulation.* 2000 Jan 25;101(3):336-44.
17. Fagard R, Van den Broeke C, Bielen E, Vanhees L, Amery A. Assessment of stiffness of the hypertrophied left ventricle of bicyclists using left ventricular inflow Doppler velocimetry. *J Am Coll Cardiol.* 1987 Jun;9(6):1250-4.
18. Fagard R, Van den Broeke C, Amery A. Left ventricular dynamics during exercise in elite marathon runners. *J Am Coll Cardiol.* 1989 Jul;14(1):112-8.
19. Maron BJ. Structural features of the athlete heart as defined by echocardiography. *J Am Coll Cardiol.* 1986 Jan;7(1):190-203.
20. Pelliccia A, Maron BJ, Culasso F, Spataro A, Caselli G. Athlete's heart in women. Echocardiographic characterization of highly trained elite female athletes. *JAMA.* 1996 Jul 17;276(3):211-5.

21. Dunn FG, Oigman W, Sungaard-Riise K, Messerli FH, Ventura H, Reisin E, Frohlich ED. Racial differences in cardiac adaptation to essential hypertension determined by echocardiographic indexes. *J Am Coll Cardiol.* 1983 May;1(5):1348-51.
22. Lewis JF, Maron BJ, Diggs JA, Spencer JE, Mehrotra PP, Curry CL. Preparticipation echocardiographic screening for cardiovascular disease in a large, predominantly black population of collegiate athletes. *Am J Cardiol.* 1989 Nov 1;64(16):1029-33.
23. Ekelund LG, Suchindran CM, Karon JM, McMahon RP, Tyroler HA. Black-white differences in exercise blood pressure. The Lipid Research Clinics Program Prevalence Study. *Circulation.* 1990 May; 81(5): 1568-74.
24. Huston TP, Puffer JC, Rodney WM . The athletic heart syndrome. *N Engl J Med.* 1985 Jul 4;313(1):24-32.
25. Estes NAM, Link MS, Homound M, et al. Electrocardiographic variants and cardiac rhythm and conduction disturbances in the athlete. In: Thompson PD, ed. *Exercise and sports cardiology.* New York: McGraw-Hill, 2001:211–32.
26. Viitasalo MT, Kala R, Eisalo A. Ambulatory electrocardiographic recording in endurance athletes. *Br Heart J.* 1982 Mar;47(3):213-20.
27. Weeks KL, McMullen JR. The athlete's heart vs. the failing heart: can signaling explain the two distinct outcomes? *Physiology (Bethesda).* 2011 Apr;26(2):97-105.
28. Opie LH, Commerford PJ, Gersh BJ, Pfeffer MA. Controversies in ventricular remodelling. *Lancet.* 2006 Jan 28;367(9507):356-67
29. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation.* 1999 Feb 23;99(7):963-72.
30. Kemi OJ, Loennechen JP, Wisløff U, Ellingsen Ø. Intensity-controlled treadmill running in mice: cardiac and skeletal muscle hypertrophy. *J Appl Physiol.* 2002 Oct;93(4):1301-9.
31. Shave R, Baggish A, George K, Wood M, Scharhag J, Whyte G, Gaze D, Thompson PD. Exercise-induced cardiac troponin elevation: evidence, mechanisms, and implications. *J Am Coll Cardiol.* 2010 Jul 13;56(3):169-76.

32. Benito B, Gay-Jordi G, Serrano-Mollar A, Guasch E, Shi Y, Tardif JC, Brugada J, Nattel S, Mont L. Cardiac arrhythmogenic remodeling in a rat model of long-term intensive exercise training. *Circulation*. 2011 Jan 4;123(1):13-22. Epub 2010 Dec 20.
33. Jin H, Yang R, Li W, Lu H, Ryan AM, Ogasawara AK, Van Peborgh J, Paoni NF. Effects of exercise training on cardiac function, gene expression, and apoptosis in rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2000 Dec;279(6):H2994-3002.
34. Suzuki K, Sawa Y, Kagisaki K, Taketani S, Ichikawa H, Kaneda Y, Matsuda H. Reduction in myocardial apoptosis associated with overexpression of heat shock protein 70. *Basic Res Cardiol*. 2000 Oct;95(5):397-403.
35. Zheng J, Ding W, Xiao Y, Jin M, Zhang G, Cheng P, Han L. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery in children: 15 years experience. *Pediatr Cardiol*. 2011 Jan;32(1):24-31. Epub 2010 Oct 26.
36. Izumo S, Lompré AM, Matsuoka R, Koren G, Schwartz K, Nadal-Ginard B, Mahdavi V. Myosin heavy chain messenger RNA and protein isoform transitions during cardiac hypertrophy. Interaction between hemodynamic and thyroid hormone-induced signals. *J Clin Invest*. 1987 Mar;79(3):970-7.
37. Izumo S, Nadal-Ginard B, Mahdavi V. Protooncogene induction and reprogramming of cardiac gene expression produced by pressure overload. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 1988 Jan;85(2):339-43.
38. MacLellan WR, Schneider MD. Genetic dissection of cardiac growth control pathways. *Annu Rev Physiol*. 2000;62:289-319.
39. McMullen JR, Shioi T, Zhang L, Tarnavski O, Sherwood MC, Kang PM, Izumo S. Phosphoinositide 3-kinase (p110alpha) plays a critical role for the induction of physiological, but not pathological, cardiac hypertrophy. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003 Oct 14;100(21):12355-60. Epub 2003 Sep 24.
40. Neri Serneri GG, Boddi M, Modesti PA, Cecioni I, Coppo M, Padeletti L, Michelucci A, Colella A, Galanti G. Increased cardiac sympathetic activity and insulin-like growth factor-I formation are associated with physiological hypertrophy in athletes. *Circ Res*. 2001 Nov 23;89(11):977-82.

41. Ellison GM, Waring CD, Vicinanza C, Torella D. Physiological cardiac remodelling in response to endurance exercise training: cellular and molecular mechanisms. *Heart*. 2012 Jan;98(1):5-10. Epub 2011 Aug 31.
42. Maron BJ, Shirani J, Poliac LC, Mathenge R, Roberts WC, Mueller FO. Sudden death in young competitive athletes. Clinical, demographic, and pathological profiles. *JAMA*. 1996 Jul 17;276(3):199-204.
43. Corrado D, Basso C, Thiene G. Essay: Sudden death in young athletes. *Lancet*. 2005 Dec;366 Suppl 1:S47-8.
44. Graham TP Jr, Driscoll DJ, Gersony WM, Newburger JW, Rocchini A, Towbin JA. Task Force 2: congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol*. 2005 Apr 19;45(8):1326-33.
45. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G. Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol*. 2000 May;35(6):1493-501.
46. Maron BJ, Thompson PD, Puffer JC, McGrew CA, Strong WB, Douglas PS, Clark LT, Mitten MJ, Crawford MH, Atkins DL, Driscoll DJ, Epstein AE. Cardiovascular preparticipation screening of competitive athletes. A statement for health professionals from the Sudden Death Committee (clinical cardiology) and Congenital Cardiac Defects Committee (cardiovascular disease in the young), American Heart Association. *Circulation*. 1996 Aug 15;94(4):850-6.
47. Maron BJ, Shen WK, Link MS, Epstein AE, Almquist AK, Daubert JP, Bardy GH, Favale S, Rea RF, Boriani G, Estes NA 3rd, Spirito P. Efficacy of implantable cardioverter-defibrillators for the prevention of sudden death in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *N Engl J Med*. 2000 Feb 10;342(6):365-73.
48. Corrado D, Leoni L, Link MS, Della Bella P, Gaita F, Curnis A, Salerno JU, Igidbashian D, Raviele A, Disertori M, Zanolto G, Verlato R, Vergara G, Delise P, Turrini P, Basso C, Naccarella F, Maddalena F, Estes NA 3rd, Buja G, Thiene G. Implantable cardioverter-defibrillator therapy for prevention of sudden death in patients with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy/dysplasia. *Circulation*. 2003 Dec 23;108(25):3084-91.

49. Pelliccia A, Maron BJ. Preparticipation cardiovascular evaluation of the competitive athlete: perspectives from the 30-year Italian experience. *Am J Cardiol.* 1995 Apr 15;75(12):827-9.
50. Corrado D, Basso C, Schiavon M, Thiene G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in young athletes. *N Engl J Med.* 1998 Aug 6;339(6):364-9.
51. Maron BJ, McKenna WJ, Danielson GK, Kappenberger LJ, Kuhn HJ, Seidman CE, ve ark. American College of Cardiology/European Society of Cardiology clinical expert consensus document on hypertrophic cardiomyopathy. A report of the American College of Cardiology Foundation Task Force on Clinical Expert Consensus Documents and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol.* 2003 Nov 5;42(9):1687-713.
52. Akalın F. Sporcularda ani ölüm. *Türk Pediatri Arşivi* 2006; 41: 131- 8.
53. Corrado D, Pelliccia A, Bjørnstad HH, Thiene G. Cardiovascular pre-participation screening of young competitive athletes: proposal for a common European protocol. *Eur Heart J* 2005; 26: 1804-5.
54. Klues HG, Schiffers A, Maron BJ. Phenotypic spectrum and patterns of left ventricular hypertrophy in hypertrophic cardiomyopathy: morphologic observations and significance as assessed by two-dimensional echocardiography in 600 patients. *J Am Coll Cardiol.* 1995 Dec;26(7):1699-708.
55. Kalp Hastalarının değerlendirilmesinde özel araçlar. In: Park Myung K. 5. Baskı ed. *Pediyatrik Kardiyoloji Nobel Kitabevi* 2009.
56. Oh JK, Seward JB, Tajik AJ. Doppler echocardiography and color flow imaging: comprehensive noninvasive hemodynamic assessment. In: Oh JK, Seward JB, Tajik AJ, eds. *The echo manuel: Lippincott Williams Wilkins*, 2006:59-98.
57. Özerkan F. Doppler Ekokardiyografi ve Renkli Görüntüleme. Eds: Erol Ç, Özkan M. *Klinik ekokardiyografi ve diğer görüntüleme yöntemleri. MN Medikal*, 2007:19-29.
58. Sutherland GR, Bijmens B, McDicken WN. Tissue Doppler echocardiography: Historical perspective and technological considerations. *Echocardiography* 1999;16:45.

59. Isaza K, Thompson A, Ethevenot G, Cloez JL, Brembilla B, Pernot C: Doppler echocardiographic measurement of low velocity motion of the left ventricular posterior Wall. *Am J Cardiol* 1989;64:66-75.
60. McDicken WN, Sutherland GR, Moran CM, et al. Colour doppler velocity imaging of the myocardium. *Ultrasound Med Biol* 1992;18:651-654.
61. Oğuzhan A. Doku Doppler Görüntüleme. Eds: Erol Ç, Özkan M. Klinik ekokardiyografi ve diğer görüntüleme yöntemleri. *MN Medikal*, 2007:53-69.
62. Assessment of diastolic function. In: Oh JK, Seward JB, Tajik AJ (Eds). *The Echo Manual*. (2th Ed). Minnesota: Mayo Foundation; 1999. p.45-57.
63. Powell BD, Espinosa RE, Yu CM, Oh JK. Tissue Doppler imaging, strain imaging, and dyssynchrony assessment. In: Oh JK, Seward JB, Tajik AJ, eds. *The echo manuel: Lippincott Williams Wilkins*, 2006:81-99.
64. Tei C, Ling LH, Hodge DO, Bailey KR, Oh JK, Rodeheffer RJ, Tajik AJ, Seward JB. New index of combined systolic and diastolic myocardial performance: a simple and reproducible measure of cardiac function--a study in normals and dilated cardiomyopathy. *J Cardiol*. 1995 Dec;26(6):357-66.
65. Blessberger H, Binder T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: basic principles. *Heart*. 2010 May;96(9):716-22.
66. Behar V, Adam D, Lysyansky P, Friedman Z. The combined effect of nonlinear filtration and window size on the accuracy of tissue displacement estimation using detected echo signals. *Ultrasonics*. 2004 Mar;41(9):743-53.
67. Vendelin M, Bovendeerd PH, Engelbrecht J, Arts T. Optimizing ventricular fibers: uniform strain or stress, but not ATP consumption, leads to high efficiency. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2002 Sep;283(3):H1072-81.
68. Sengupta PP, Krishnamoorthy VK, Korinek J, Narula J, Vannan MA, Lester SJ, Tajik JA, Seward JB, Khandheria BK, Belohlavek M. Left ventricular form and function revisited: applied translational science to cardiovascular ultrasound imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2007 May;20(5):539-51.
69. Marwick TH, Leano RL, Brown J, et al. Myocardial strain measurement with 2-dimensional speckle-tracking echocardiography: definition of normal range. *JACC Cardiovasc Imaging* 2009;2:80e4.

70. Pavlopoulos H, Nihoyannopoulos P. Strain and strain rate deformation parameters: from tissue Doppler to 2D speckle tracking. *Int J Cardiovasc Imaging* 2008;24:479e91.
71. Edvardsen T, Helle-Valle T, Smiseth OA. Systolic dysfunction in heart failure with normal ejection fraction: speckle-tracking echocardiography. *Prog Cardiovasc Dis* 2006;49:207e14.
72. Blessberger H, Binder T. Two dimensional speckle tracking echocardiography: clinical applications. *Heart*. 2010 Dec;96(24):2032-40.
73. Devereux RB, Reichek N. Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation*. 1977 Apr;55(4):613-8.
74. Khoury PR, Mitsnefes M, Daniels SR, Kimball TR. Age-specific reference intervals for indexed left ventricular mass in children. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009 Jun;22(6):709-14. Epub 2009 May 7.
75. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, Pennell DJ et al. American Heart Association Writing Group on Myocardial Segmentation and Registration for Cardiac Imaging. Standardized myocardial segmentation and nomenclature for tomographic imaging of the heart. A statement for healthcare professionals from the Cardiac Imaging Committee of the Council on Clinical Cardiology of the American Heart Association. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2002 Feb;18(1):539-42.
76. White PD. Bradycardia in athletes, especially long distance runners. *JAMA*. 1942;120:642
77. Venerando A, Rulli V. Frequency morphology and meaning of the electrocardiographic anomalies found in Olympic marathon runners and walkers. *J Sports Med Phys Fitness*. 1964;50:135-141.
78. Baggish AL, Wood MJ. Athlete's heart and cardiovascular care of the athlete: scientific and clinical update. *Circulation*. 2011 Jun 14;123(23):2723-35.
79. Haykowsky MJ, Dressendorfer R, Taylor D, et al. Resistance training and cardiac hypertrophy; unravelling the training effect. *Sports Med*. 2002;32:837-49
80. Osborn RQ, Taylor WC, Oken K, Luzano M, Heckman M, Fletcher G. Echocardiographic characterisation of left ventricular geometry of professional

- male tennis players. *Br J Sports Med*. 2007 Nov;41(11):789-92; discussion 792. Epub 2007 Aug 21.
- 81.** Fagard R, Aubert A, Lysens R, Staessen J, Vanhees L, Amery A. Noninvasive assessment of seasonal variations in cardiac structure and function in cyclists. *Circulation* 1983;67:896–901
 - 82.** Fagard R, Aubert A, Staessen J, Eynde EV, Vanhees L, Amery A. Cardiac structure and function in cyclists and runners: comparative echocardiographic study. *Br Heart J* 1984;52:124–9
 - 83.** Pelliccia A, Culasso F, Di Paolo F, et al. Physiologic left ventricular cavity dilatation in elite athletes. *Ann Intern Med* 1999;130:23–31.
 - 84.** De Luca A, Stefani L, Pedrizzetti G, Pedri S, Galanti G. The effect of exercise training on left ventricular function in young elite athletes. *Cardiovasc Ultrasound*. 2011 Oct 12;9:27.
 - 85.** Nottin S, Nguyen LD, Obert P. Left ventricular function in endurance-trained children by tissue Doppler imaging. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:1507–13.
 - 86.** Osborne G, Wolfe LA, Burggraf GW, et al. Relationship between cardiac dimensions, anthropometric characteristics and maximal aerobic power (VO₂max) in young men. *J Sports Med* 1992;13:219–24.
 - 87.** Thomas LR, Douglas PS. Echocardiographic findings in athletes. In: Thompson PD, ed. *Exercise and sports cardiology*. New York: McGraw-Hill, 2001:43–70.
 - 88.** Spirito P, Pelliccia A, Proschan MA, et al. Morphology of the athlete's heart assessed by echocardiography in 947 elite athletes representing 27 sports. *Am J Cardiol* 1994;74:802–6.
 - 89.** Pelliccia A, Maron BJ. Outer limits of the athlete's heart, the effect of gender, and relevance to the differential diagnosis with primary cardiac disease. *Cardiology Clinics* 1997;15:381–96.
 - 90.** Barbier J, Lebillier E, Ville N, et al. Relationships between sports specific characteristics of athlete's heart and maximal oxygen uptake. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2006;13: 115–21
 - 91.** Vinereanu D, Florescu N, Sculthorpe N, et al. Differentiation between pathologic and physiologic left ventricular hypertrophy by tissue Doppler assessment of

- long-axis function in patients with hypertrophic cardiomyopathy or systemic hypertension and in athletes. *Am J Cardiol* 2001;88:53–8.
- 92.** Erol MK, Karakelleoglu S. Assessment of right heart function in the athlete's heart. *Heart Vessels* 2002;16:175–80.
- 93.** Abergel E, Chatellier G, Hagege A, et al. Serial left ventricular adaptations in world-class professional cyclists: implications for disease screening and follow-up. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:144–9.
- 94.** Saito K, Matushita M. The contribution of left ventricular mass to maximal oxygen uptake in female college rowers. *Int J Sports Med* 2004;25:27–31
- 95.** Schannwell C, Schneppenheim M, Plehn G, et al. Left ventricular diastolic function in physiologic and pathologic hypertrophy. *Am J Hypertens* 2002;15:513–7
- 96.** Colan SD, Sanders SP, MacPherson D, et al. Left ventricular diastolic function in elite athletes with physiologic cardiac hypertrophy. *J Am Coll Cardiol* 1985;6:545–9.
- 97.** Butz T, van Buuren F, Mellwig KP, Langer C, Plehn G, Meissner A, Trappe HJ, Horstkotte D, Faber L. Two-dimensional strain analysis of the global and regional myocardial function for the differentiation of pathologic and physiologic left ventricular hypertrophy: a study in athletes and in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2011 Jan;27(1):91-100. Epub 2010 Jul 10.
- 98.** Yang H, Sun JP, Lever HM, Popovic ZB, Drinko JK, Greenberg NL, Shiota T, Thomas JD, Garcia MJ (2003) Use of strain imaging in detecting segmental dysfunction in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *J Am Soc Echocardiogr* 16(3):233–239
- 99.** Kansal MM, Lester SJ, Surapaneni P, Sengupta PP, Appleton CP, Ommen SR, Ressler SW, Hurst RT. Usefulness of two-dimensional and speckle tracking echocardiography in "Gray Zone" left ventricular hypertrophy to differentiate professional football player's heart from hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol*. 2011 Nov 1;108(9):1322-6. Epub 2011 Aug 18.
- 100.** Richand V, Lafitte S, Reant P, Serri K, Lafitte M, Brette S, Kerouani A, Chalabi H, Dos Santos P, Douard H, Roudaut R. An ultrasound speckle tracking (two-

dimensional strain) analysis of myocardial deformation in professional soccer players compared with healthy subjects and hypertrophic cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2007 Jul 1;100(1):128-32. Epub 2007 May 21.

- 101.** Stefani L, Pedrizzetti G, De Luca A, Mercuri R, Innocenti G, Galanti G. Real-time evaluation of longitudinal peak systolic strain (speckle tracking measurement) in left and right ventricles of athletes. *Cardiovasc Ultrasound.* 2009 Apr 8;7:17.
- 102.** Stefani L, De Luca A, Maffulli N, Mercuri R, Innocenti G, Suliman I, Toncelli L, Vono MC, Cappelli B, Pedri S, Pedrizzetti G, Galanti G. Speckle tracking for left ventricle performance in young athletes with bicuspid aortic valve and mild aortic regurgitation. *Eur J Echocardiogr.* 2009 Jun;10(4):527-31. Epub 2009 Jan 27.
- 103.** Tümüklü MM, Etikan I, Cinar CS. Left ventricular function in professional football players evaluated by tissue Doppler imaging and strain imaging. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2008 Jan;24(1):25-35. Epub 2007 Apr 5.
- 104.** Simsek Z, Gundogdu F, Alpaydin S, Gerek Z, Ercis S, Sen I, Akgün M, Karakelleoglu S. Analysis of athletes' heart by tissue Doppler and strain/strain rate imaging. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2011 Jan;27(1):105-11. Epub 2010 Jul 23.
- 105.** Cappelli F, Toncelli L, Cappelli B, De Luca A, Stefani L, Maffulli N, Galanti G. Adaptive or maladaptive hypertrophy, different spatial distribution of myocardial contraction. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2010 Jan;30(1):6-12. Epub 2009 Sep 10.

EKLER

EK-1 ÇOCUKLAR İÇİN ONAM FORMU

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ÇOCUK SAĞLIĞI VE HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ÇOCUK KARDİYOLOJİSİ BİLİM DALI

Merhaba genç sporcu arkadaşım,

Benim adım Köksal Binnetoğlu. Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk kardiyojji bölümünde doktorum.

İlk önce düzenli olarak spor yaptığın için ve bunu bir yaşam biçimi haline getirdiğin için seni tebrik ederim.

Spor yaparak daha sağlıklı bir yaşam istediğini ortaya koyuyorsun.

Ben de sana spor yaparken bazı konularda yardımcı olmak istiyorum.

Özellikle sporcularda kalp sağlığının ne derece önemli olduğunu zannedersen iyi biliyorsundur. Hatta yaptığı spor dalına başlamadan önce bazı kalp incelemeleri veya muayeneleri olduğunu biliyorum. Bütün bunların senin daha sağlıklı spor yapman için olduğunu çok iyi biliyorsun.

Kalbin ekokardiyografi ile incelenmesi yıllardır kullanılan çok güvenilir bir yöntemdir. Değişik dalga boylarındaki ses dalgalarını kullanarak kalbimiz yapısı ve çalışması hakkında çok yararlı bilgiler verir.

Ne kadar güvenli diye bir soru sorarsan şöyle açıklayayım;

Anne karnındaki doğmamış bebeklere çekilen ultrasonun hemen hemen aynısı. Hiçbir zararı yok. Hatta biz doktorlar ekokardiyografiyi hamile kadınların karınlarındaki bebeklerin kalbine bakmak için bile kullanıyoruz. Yani bu inceleme o kadar güvenli.

Ekokardiyografinin yeni bazı yöntemleri geliştirildi. Böylelikle kalplerimiz bu yöntemlerle daha ayrıntılı incelenmektedir.

Özellikle sporcuların kalbi çok önemli. Çünkü biliniyor ki spor yapan insanların kalplerinde bazı değişiklikler görülür. Bu değişikliklerin yeni kullanılan bu yöntemle daha ayrıntılı araştırılması ilerde ihtimal dahilindeki bazı kalp sorunlarının önceden teşhisini ve tedavisini kolaylaştıracaktır.

Bu araştırmada sana ne yapılacak?

Bir masaya uzanacaksın ve ben göğsünün üzerine jel sürülmüş bir aletle kalbini sana ekrandan izleteceğim. İnan, atan bir kalbi canlı canlı seyretmek çok heyecanlı. Bu işlem yaklaşık 20-30 dakika sürecek ve bittiğinde hemen evine gideceksin. Kan alma, iğne yapma vb. acı çekmene yol açacak hiçbir işlem olmayacak.

Çalışma ile ilgili aklına takılan bir soru veya karşılaştığın bir sorun olursa aşağıdaki telefon numarasından araştırmacıya ulaşabilirsin.

Dr. Köksal Binnetoğlu

Kocaeli üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Kardiyolojisi Bilim Dalı 0 262 303 8732

Bu çalışma sadece gönüllü olarak çalışmamıza katılmayı isteyenlerle gerçekleştirecektir. Eğer çalışmamıza katılmayı kabul ediyorsan lütfen veline aşağıdaki bölümü imzalat.

Sporcu Adı Soyadı:

Spor klübünün/okulun adı:

Yaptığı Spor dalı:

Sporcu Velisinin Adı Soyadı ve imzası:

Telefon Numarası:

NOT: ÇOCUKLARIN HASTANEYE ULAŞIMI TARAFIMIZCA SAĞLANACAKTIR. İSTEYEN AİLE ÇOCUĞUYLA BİRLİKTE HASTANEYE GELEBİLİR.

EK-2 SPORCU ÇOCUK DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih:

Adı Soyadı:

Doğum Tarihi:

Adres ve telefon:

Boy:

Kilo:

Vücut Kitle İndeksi:

Kalp hızı:

Tansiyon ölçümü:

Yaptığı spor dalı:

Kaç yıldır spor yapıyor:

Spor klübünün/okulun adı:

Günde kaç saat haftada kaç gün spor yapıyor

Şikayeti var mı: (Göğüs ağrısı, çarpıntı, baş dönmesi, göz kararması, vb):

Sigara içme evde/ kendisi:

EKG değerlendirmesi:

Ritim:

Hız:

Aks:

PR mesafesi:

QTc:

Ventrikül hipertrofisi:

ST-T değişikliği:

Delta dalgası:

V1S: V5R: V6 R:

Dal bloğu:

QRS genişliği(msn)

PR sũresi:

QT mesafesi(msn)

RR(msn):

Ritim problemi:





T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI



KOCAELİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Konu: Uzm.Dr.F.Köksal Binnetoğlu'nun Yan Dal Uzmanlık tezi
Karar no: 4/2

Tarih: 09.02.2010

Sayın Araştırmacı Uzm.Dr.F.Köksal Binnetoğlu

KKAEK 2010/25 Proje Numaralı "Sporcu çocuk ve ergenlerde kardiyak fonksiyonlarının strain/strain rate ekokardiyografi ile değerlendirilmesi" isimli tez çalışmanızın evrensel ve ulusal etik ilkelere uygun tasarlanmış olması nedeniyle **onaylanmasına** karar verilmiştir.

Araştırmanız için verilen bu onay ile Helsinki Bildirgesi (2008), Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik (2008), İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu (2009) ve Hasta Hakları Yönetmeliği (1998)'nde bildirildiği gibi bir araştırmacı olarak araştırmanızın etiğe uygun yürütülmesinden; katılımcıların yararlarının korunmasından; başvuru formunun, protokolün ve sunulan diğer belgelerin doğruluğundan; araştırma protokolünde ve aydınlatılmış onam formunda yapılacak değişikliklerin bildirilmesinden; ortaya çıkabilecek ciddi ya da beklenmeyen advers etki/etkilerle ortaya çıkabilecek zararların derhal bildirilmesi ve karşılanmasından; amaç dışı gelişmelerde çalışmanın durdurulmasından ve çalışma sonuçlarının değiştirilmemesinden sorumlu olduğunuzu hatırlatırız.

Bireyin yararının bilimin yararından üstün tutulması dileğiyle.

Başkan
Prof.Dr.Nermin Ersoy
Nermin Ersoy

İletişim Bilgileri: KKAEK Sekreteri Nurşen Alkaya (Araştırma Hemşiresi)
Kocaeli Üniversitesi Klinik Araştırmalar Birimi, Umuttepe Yerleşkesi, 41380 Umuttepe / İZMİT
Tel: 0 262 303 71 64, Faks: 0 262 303 74 63, e-posta: etikkurul@kocaelism.gov.tr