

## Atlet Kalbinin Değerlendirilmesi

"Atlet kalbi" düzenli ve uzun süreli yoğun fiziksel aktivite yapan kişilerde ortaya çıkan yapısal, fonksiyonel ve elektriksel değişikliklerden oluşan klinik bir tablodur. Atlet kalbinde yoğun egzersize bağlı ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler, benzer morfolojik özellikleri olan ciddi kardiyak hastalıklarla (kalıtsal veya edinsel kardiyomyopatiler, kanalopatiler) karışabilir veya örtüşebilir. Bu hastalıklarda ani kardiyak ölüm (AKÖ) riski artmış olduğundan erken tanı oldukça önemlidir.

Atlet kalbinin değerlendirilmesi iyi bir anamnez, fizik muayene ve elektrokardiyografi (EKG) ile başlar. Birinci basamak değerlendirmeden sonra kardiyak hastalık şüphesi olan olgularda ilk tercih edilmesi önerilen görüntüleme yöntemi ekokardiyografidir. Standart ekokardiyografik değerlendirme sonrası tanı konulamayan olgularda egzersiz testi, istirahat ve egzersiz ekokardiyografisi, kardiyak manyetik rezonans görüntüleme, bilgisayarlı tomografi, nükleer sintigrafi veya genetik testler tanıda yardımcı olmaktadır.

### Atletlerde Kardiyovasküler Adaptasyon

Sporcularda kalbin adaptasyonu yapısal, fonksiyonel ve elektriksel adaptasyonlardan kaynaklanır ve genellikle normal veya hafif artmış sistolik ve diyastolik fonksiyonlarla birlikte artmış sol ventrikül (LV) duvar kalınlığı, sol ve sağ kalp boşluk boyutlarında dengeli artış, kardiyak kütlede artış ve EKG değişiklikleriyle tanımlanır.<sup>245</sup> Bu tür kardiyak adaptasyonlar genellikle ılımlıdır ve normal sınırlar içinde yer alır. Atletlerde ortaya çıkan yeniden şekillenmenin birçok farklı fizyolojik belirleyeni vardır ve çevresel, genetik faktörlerin yanı sıra, sporcuların değiştirilemez özellikleri, egzersiz türü, fiziksel aktivitenin türü ve süresi, ırkı, vücut yüzey alanı, kullandığı ilaçlar gibi faktörlerden de etkilenmektedir.<sup>246</sup> Klinisyenlerin bir sporcuyla değerlendirirken bireyselleştirilmiş bir yaklaşım belirlemeleri önerilmektedir.

Vücut alanı kardiyak boyutlar üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle, sporcu kalbini değerlendirirken LV boyutları vücut yüzey alanına (BSA) oranlanarak değerlendirilmelidir.<sup>247</sup> Kadın sporcularda da erkeklerde olduğu gibi düzenli fiziksel aktiviteye fizyolojik adaptasyon gelişir fakat erkeklere göre bu adaptasyon daha ılımlıdır. Etnik köken bu adaptasyon süresinde önemlidir. Örneğin, siyahi atletlerde daha fazla EKG değişiklikleri ortaya çıkmakta ve LV hipertrofisi daha fazla görülmektedir.<sup>248</sup> Yaşla ilgili değerlendirmeye bakıldığında; ileri yaş sporcular genç meslektaşlarına kıyasla daha düşük LV hacimleri ve kütlesi gösterir.

Dayanıklılık (endurans) ve güç (strength) antrenmanlarının sporcunun kalbi üzerine etkileri farklıdır. Dayanıklılık sporları; aerobik, izotonik dinamik egzersiz olarak tanımlanır ve yüzme veya bisiklet gibi sporları kapsar.<sup>248</sup> Güç sporları, vücudun %30'un üzerinde maksimum kasılma kapasitesini gerektiren ve sadece oksijenle sürdürülemeyen, yüksek yoğunluklu egzersizlerdir. Dövüş sanatları, kısa mesafe koşuları ve ağırlık kaldırma gibi sporlar buna örnek verilebilir.<sup>249</sup> Birçok spor türünün güç ve dayanıklılık egzersizlerinin bir kombinasyonunu içerdiğini bilmek gerekir.<sup>250</sup>

Dayanıklılık antrenmanı yapan sporcular genellikle eksantrik LV hipertrofisi gösterir. Bu, artmış LV hacmi ve diyastolik duvar stresi ile ilişkilidir ve genellikle sağ ventrikül (RV) dilatasyonu ile birlikte görülür. Kuvvet antrenmanı yapan sporcular ise genellikle konsantrik LV hipertrofisi sergiler.<sup>251</sup> "Morganroth Hipotezi" olarak bilinen bu teori, bazı sınırlamalara sahiptir ve spor disiplininden bağımsız olarak LV kütlesindeki artışın LV hacmindeki artışla orantılı olduğunu (dengeli modelleme) öne süren son çalışmalarla çürütülmüştür.<sup>252</sup>

**Tablo 13. Atletlerde Ani Kardiyak Ölüm Nedenleri**

Yapısal kalp hastalıkları	Yapısal olmayan kalp hastalıkları
<ul style="list-style-type: none"> <li>Konjenital</li> <li>Hipertrofik kardiyomiyopati</li> <li>Dilate kardiyomiyopati</li> <li>Aritmojenik kardiyomiyopati</li> <li>Koroner arter anomalileri ve hastalıkları</li> <li>Kalp kapak hastalıkları</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brugada sendromu</li> <li>Wolf-Parkinson-White sendromu</li> <li>Hipo/Hipertermi</li> <li>İyon kanal patolojileri</li> <li>Konjenital uzun QT sendromu</li> <li>İlaç ilişkili uzun QT sendromu</li> </ul>

**Tablo 14. Sporcularda Kardiyovasküler Görüntüleme Yapmak için Endikasyonlar**

Anamnez
Aile öyküsü (ani kardiyak ölüm/kardiyomiyopati)
<b>Çarpıntı</b>
Göğüs ağrısı
<b>Senkop</b>
Fiziki Muayene
Kardiyak üfürüm
Vücut tipi (Marfanoid yapı)
EKG
T dalgası değişikliği
ST depresyonu
Patolojik Q dalgası
Sol dal bloğu
QRS > 140 intraventriküler gecikme olması
Sağ dal bloğu ve sol anterior hemiblok
Epsilon dalgası
Uzun QTc (> 470 ms erkekler için, > 480 ms kadınlar için)
Tip 1 Brugada
Sinüs bradikardisi < 30 atım/dk
Sinüs duraklaması > 3 sn
1. AV blok > 400 ms
Mobitz tip 2. derece AV blok
3. derece AV blok
Atriyal taşiaritmiler
Ventriküler aritmiler

Bu nedenle, egzersiz eğitiminin temel fizyolojik özelliklerine dayalı olarak sporların beceri, güç, dayanıklılık ve karma sporlar olmak üzere sınıflandırılması önerilmektedir. Karma (futbol, basketbol, voleybol) ve dayanıklılık (kürek, koşu) gerektiren sporlarda izometrik egzersizin yanında izotonik yönü de etkili olduğundan, kardiyak yeniden şekillenme daha fazla görülürken, izometrik egzersizin baskın olduğu güç (boks, ağırlık kaldırma) gerektiren sporlarda kardiyak yeniden şekillenme daha az, beceri isteyen sporlarda (golf, masa tenisi) ise çok az görülür.<sup>248</sup>

### Atletlerde Ani Kardiyak Ölüm ve Nedenleri

Sporla ilişkili AKÖ'lerin çoğu 35 yaş ve üstü orta yaş grubunda meydana gelir, bu ölümlerin %80 nedeni aterosklerotik koroner arter hastalığı (KAH)'dır.<sup>253</sup> Spor sırasında AKÖ yatkınlık gösteren kardiyovasküler sistem hastalıklarının genç sporcularda prevalansı %0,2-0,7 olarak tahmin edilmektedir.<sup>254</sup> Sporcularda AKÖ'nün nedenleri başlangıç yaşıyla ilişkilidir. Koroner arter hastalığı, yetişkin sporcularda (35 yaş ve üstü) AKÖ'nün en sık nedenidir. Genç AKÖ'lerin altında genellikle yapısal kalp hastalığı yatmaktadır. Tablo 13'te atletlerde AKÖ nedenleri özetlenmiştir.<sup>255</sup>

### Atletlerde Kardiyovasküler Görüntüleme Gerektiren Klinik ve EKG Bulguları

Atletlerde sporlara katılım öncesi kardiyovasküler tarama, hastalıkları erken tespit etmeyi ve AKÖ'yü önlemeyi hedefler. Taramanın birinci basamağında iyi bir klinik değerlendirme, fizik muayene ve 12 derivasyonlu EKG yapılır.<sup>256</sup> Bu değerlendirme sonrasında şüphelenilen olgularda ikinci aşama olarak görüntüleme yöntemleri kullanılır. Tablo 14'te sporcularda kardiyak görüntüleme endikasyonları gösterilmektedir.<sup>246</sup> Sporcu kalbi yaygın olarak sinüs bradikardisi, birinci derece atriyoventriküler blok, erken repolarizasyon ve LV hipertrofisi voltaj kriterleri gibi EKG değişiklikleriyle ilişkilidir.

### Atletlerde Ekokardiyografi Bulguları

#### Sol Ventrikül (LV)

Atlet kalbinde LV'de gelişen morfolojik ve anatomik değişiklikler Tablo 15'te özetlenmiştir. Atletlerde LV çapları artmıştır. Bin üçyüz dokuz sporcu kapsayan bir çalışmada, %55 sporcunun LV çapı artmıştır ve %14'ünün LV diyastol sonu çapı > 60 mm olarak görülmüştür. Altmış mm'nin üstünde LV diyastol sonu çapı olan sporcular genellikle dayanıklılık sporları yapanlar olarak saptanmıştır.<sup>257</sup> LV çaplarında eşik değer erkeklerde 70 mm, kadınlarda 66 mm, adölesanlarda 60 mm olarak gösterilmiştir (Tablo 16). LV boşluğu vücut alanı ile yakından ilişkilidir, bu nedenle ölçümlerin BSA'ya göre değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir. Erkek sporcularda üst sınır < 35 mm/m<sup>2</sup>, kadın sporcularda 40 mm/m<sup>2</sup> olarak bildirilmiştir.<sup>246,247</sup>

Atletlerin çoğunda LV duvar kalınlığı 12 mm'nin altındadır, az sayıda sporcuda bu ölçüm 12 ile 16 mm arasında değişir fakat 16 mm'yi geçmez (Şekil 49). Duvar kalınlığındaki artış kadın sporcularda erkeklere göre daha az görülür.<sup>258</sup> Siyahi sporcularda duvar kalınlığı daha fazla artmıştır. Klinik pratikte LV morfolojik yeniden şekillenmesini karakterize etmek için rölatif duvar kalınlığı kullanılır. Rölatif duvar kalınlığı hesaplanırken posterior duvar kalınlığının iki katı alınır ve LV diyastol sonu çapına bölünür. Atletlerde genellikle bu değer 0,42'yi geçmez.

Fiziksel antrenmanla ortaya çıkan adaptasyonların çoğu sporun bırakılması (dekondisyon) ile gerilemektedir. Ancak bazı olgularda 5 yıllık inaktif dönemden sonra bile LV dilatasyonunun devam ettiği görülmüştür.<sup>259</sup>

Atletlerde LV sistolik fonksiyonunun normal veya hafif azalmış [ejeksiyon fraksiyonu (EF) < %52] olduğu ve diyastolik fonksiyonunun korunduğu veya arttığı bildirilmiştir. Abergel tarafından 286 bisikletçi üzerinde yapılan bir çalışmada, 147 bisikletçinin (%51) LV diyastol sonu çapının > 60 mm ve 17'sinin (%11) EF'sinde azalma (≤ %52) olduğu bulunmuştur.<sup>260</sup> EF değeri 50'nin altında

**Tablo 15. Sporcularda Sol Kalpte Morfolojik ve Fonksiyonel Ekokardiyografik Parametreler**

Parametre	Birim	Cinsiyet	Ortalama	Cut-off
LV diyastol sonu çapı	mm	Kadın	55	70
	mm	Erkek	49	66
LV duvar kalınlığı	mm	Kadın	9,5	12
	mm	Erkek	10	16
LV kütlesi	g/m <sup>2</sup>	Kadın	83	117
	g/m <sup>2</sup>	Erkek	103	146
LA anteroposterior çapı	mm	Kadın	32	45
	mm	Erkek	37	50
LA hacim endeksi	ml/m <sup>2</sup>	Kadın	26,5	33
	ml/m <sup>2</sup>	Erkek	28	36
Ejeksiyon fraksiyonu	%		55	64
E/A			1,9	1,3
e septal hız	cm/s		13,8	10,3
s septal hız	cm/s		13	8
LV intraventriküler gecikme			9,5	4,5

**Tablo 16. Atletlerde Sol Kalpteki Morfolojik ve Fonksiyonel Ekokardiyografik Parametreler**

Parametre	Birim	Cinsiyet	Ortalama değer	Cut-off
RV çapı bazal	mm	Kadın	39,5	49
	mm	Erkek	43,5	55
RV uzun çapı	mm	Kadın	82	100
	mm	Erkek	89	109
RV çıkış yolu proksimal	mm	Kadın	30	40
	mm	Erkek	32	43
RV çıkış yolu distal	mm	Kadın	21,5	29
	mm	Erkek	23,5	32
RA alanı	cm <sup>2</sup>	Kadın	14,8	20
	cm <sup>2</sup>	Erkek	18,9	25
TAPSE	mm		24	29

LA, Sol atriyum; LV, Sol ventrikül; RV, Sağ ventrikül; TAPSE, Triküs pit Anüler Düzlem Sistolik Ekspansiyonu

olan sporcularda egzersiz ekokardiyografisi yapıldığında EF'nin yükseldiği görülmüştür.

Diyastolik fonksiyonlara bakıldığında korunmuştur. Atletlerde istirahatte erken diyastolik doluş hızının artması nedeniyle E/A oranı 2'nin üzerindedir. Pulse akım doku Doppler görüntüleme ile ölçülen s ve mitral anüler e' velositeleri normal veya artmış olarak bulunur.<sup>261</sup>

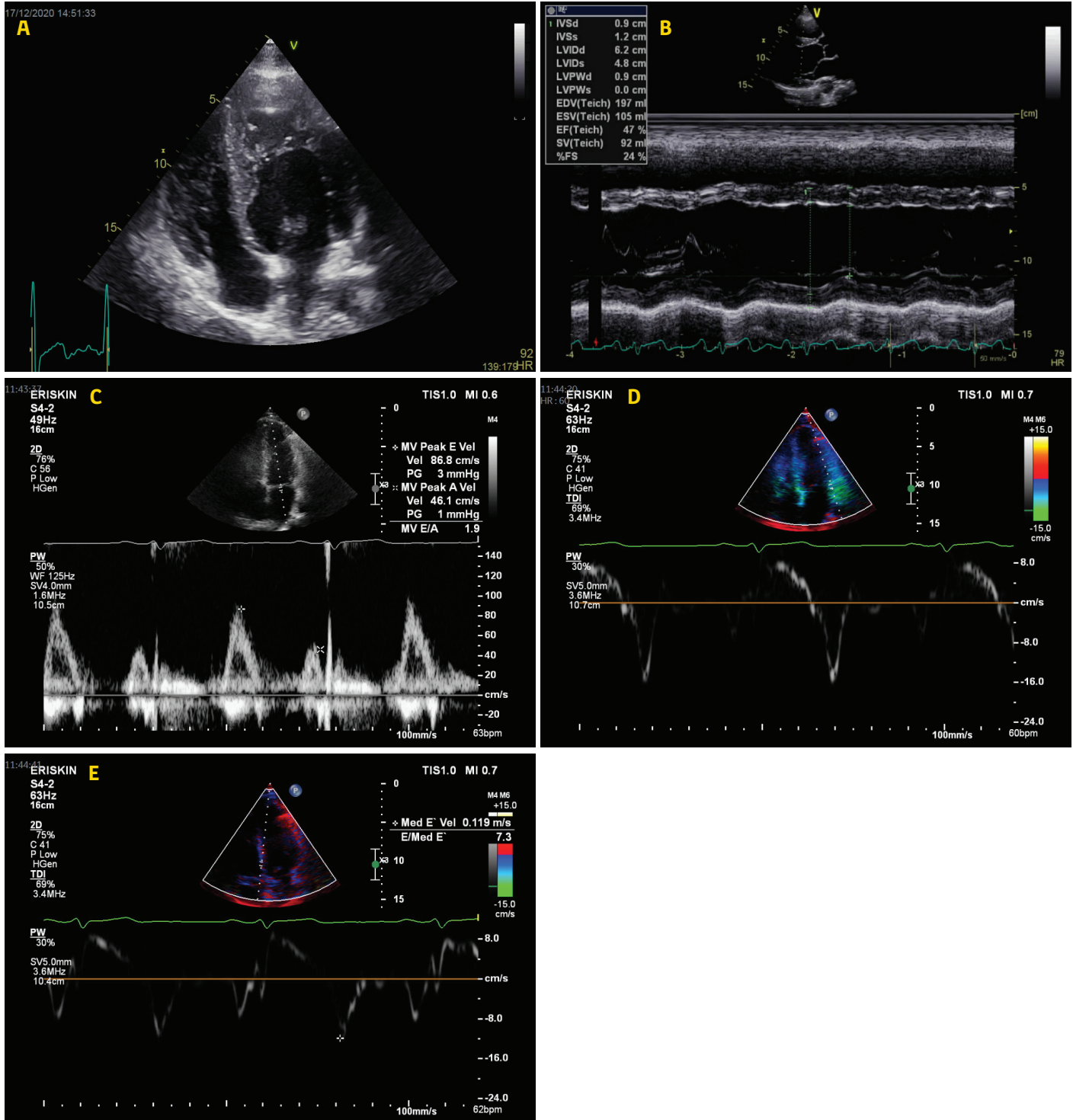
### Sol Atriyum (LA)

LA genişlemesi atletlerde yaygındır, biventriküler genişleme ile orantılıdır ve antrenman türünden etkilenir. Pelliecia ve ark.'nın<sup>262</sup> yaptıkları çalışmada sporcuların %18'inde LA çapında hafif bir artış ( $\geq 40$  mm) ve %2'sinde belirgin bir LA dilatasyonu ( $\geq 45$  mm) bildirilmiştir. LA hacmi, LA yeniden şekillenmesini değerlendirmek için tercih edilen yöntemdir ve sporcuların yaklaşık

dörtte birinde LA volüm indeksi 34 mL/m<sup>2</sup>'nin üstünde bulunmuştur.

### Aort

Sporcularda ölçülen aort kökü çapları genellikle normaldir ve yalnızca < %1'inden azında genişleme izlenebilir. Bu nedenle klinisyenler, belirgin aort kökü dilatasyonunun büyük olasılıkla patolojik bir süreci temsil ettiğini bilmelidir. Aort kökü boyutlarının değerlendirilmesi, özellikle Marfan sendromlu hastalarla benzer fenotiplere sahip olabilecek sporcularda önemlidir. Engel ve ark.,<sup>263</sup> ortalama boyları 200,2 cm ve BSA'ları 2,38 m olan 526 NBA oyuncusunu incelemişlerdir. Aort kökü boyutları 25 ile 42 mm arasında değişmektedir ve sadece 24 (%4,6) sporcunun aort kökü çapı 40 mm'nin üzerinde bulunmuştur. Amerikan Kalp Derneği aort kökü çapları 41 mm'nin üzerinde



Şekil 49. Profesyonel basketbol oynayan 22 yaşında erkek hasta. Sol ventrikül çapları artmış sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu normalin alt sınırında EF %50 (A-B), Sol ventrikül diyastolik fonksiyonu normal (C-E).

olan uzun boylu sporcular için yakın gözetim ve seri görüntüleme önermiştir.<sup>264</sup>

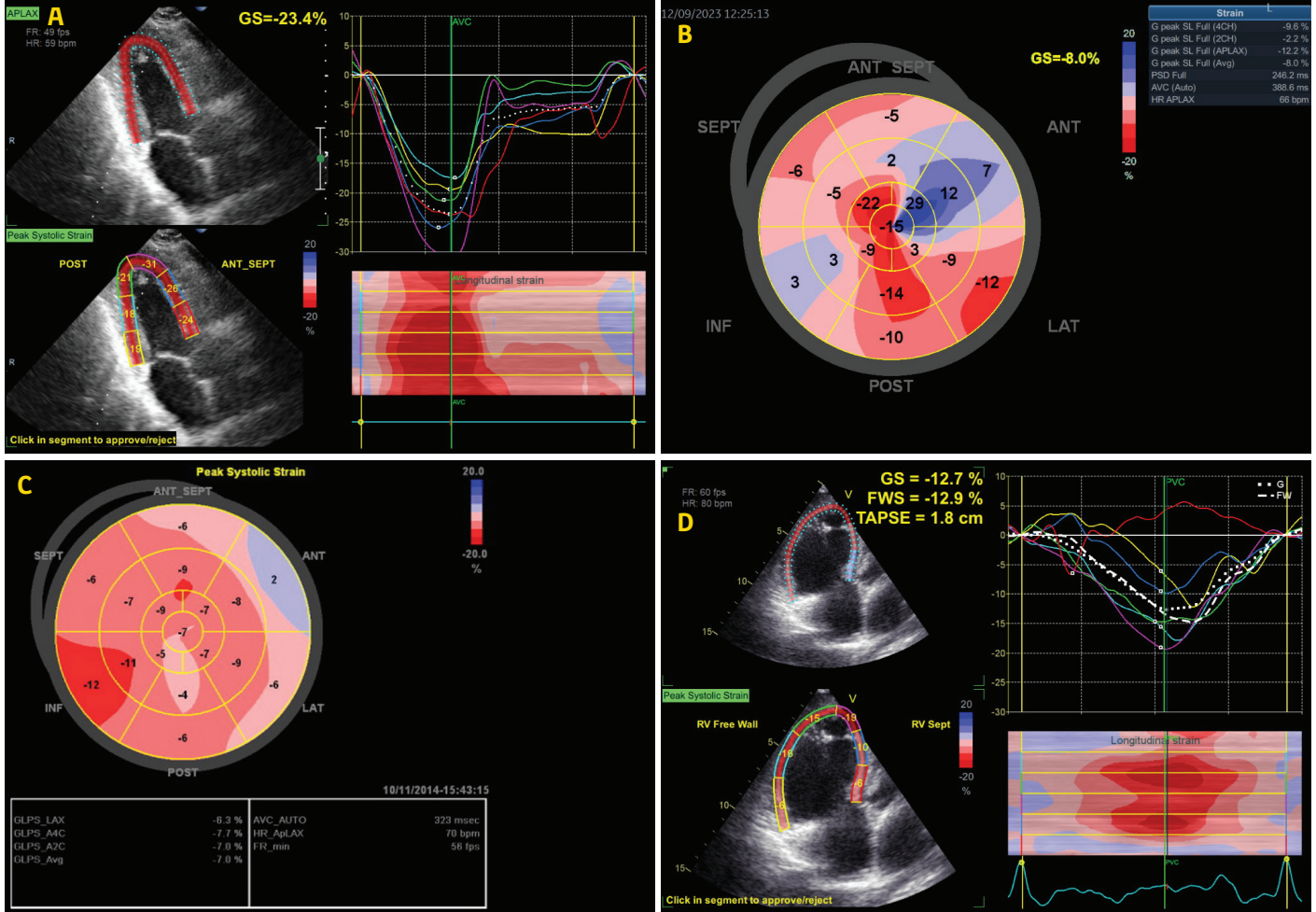
### Sağ Ventrikül (RV) ve Sağ Atriyum (RA)

RA ve RV de sporcularda yapısal ve işlevsel yeniden şekillenmeye uğrar. Atletlerdeki RV genişlemesi LV genişlemesi ile orantılıdır.<sup>265</sup> RV genişlemesine rağmen, atletler genellikle normal RV sistolik

fonksiyonu gösterir (Tablo 16). Atletlerde RV'nin değerlendirilmesi artimojenik sağ ventrikül kardiyomiopatisi ayırıcı tanısının yapılması için önemlidir.

### Strain Analizleri

Strain analizlerindeki gelişmeler, kardiyak fonksiyonlarda belirgin düşüş meydana gelmeden önce bölgesel ve global kardiyak



**Şekil 50. Sporcu kalplerinde (A), hipertrofik kardiyomiyopatili bir hastada (B), dilate kardiyomiyopatide (C) ve aritmojenik sağ ventrikül (ü) kardiyomiyopatisi (D) GLS ölçümleri.**

mekaniği değerlendirme imkanı sağlamaktadır. Bu teknik sporcularda kardiyak yeniden şekillenmeyi kardiyomiyopatilerden ayırt etmede oldukça faydalıdır (Şekil 50).

LV global longitudinal strain (GLS) değerleri -16 ile -22 arasında normal olarak belirtilmiştir ve ortalama değer -20 olarak alınmıştır. Atletlerde de aynı sınır değerler geçerlidir. GLS < -15 olan atletlerde altta yatan bir kardiyak patolojiden şüphelenilmelidir.

Alfonso ve ark.<sup>266</sup> tarafından 129 katılımcı [56 hipertrofik kardiyomiyopati (HKM), 34 hipertansif hipertrofi, 27 sporcu ve 12 sağlıklı kontrol] üzerinde yapılan bir çalışmada, bölgesel ve global LV sistolik fonksiyonunun değerlendirilmesinde ve HKM'nin diğer LV hipertrofi formlarından ayırt edilmesinde yararlı bir tanı aracı olarak strain görüntülemenin faydası araştırılmıştır. HKM'li hastalarda, diğer tüm gruplarla karşılaştırıldığında, GLS önemli ölçüde azalmış ve global gerinim dağılım indeksi (SDI) artmıştır. Sporcuların sağlıklı kontrollerle benzer GLS'ye sahip olduğu ve hem sporcuların hem de sağlıklı kontrollerin HKM ve hipertansif hipertrofi hastalarına kıyasla daha düşük global SDI'ya sahip olduğu görülmüştür.

Benek takibinin geliştirilmesi, LV mekaniğinin anlaşılmasını kolaylaştırmıştır. LV sistolik twist (LVT) ve erken diyastolik untwist (UTR)

değerleri sporcularda değerlendirilmiştir. Weiner ve ark. 90 günlük antrenman sonrasında 15 erkek kürekçi dayanıklılık egzersizinin pik apikal sistolik rotasyon, pik sistolik LVT ve erken diyastolik untwist oranını (UTR) artırma üzerindeki etkisini göstermiştir. Bu sonuç egzersiz kaynaklı hacim genişlemesi ile ilgili olabilir. Sporcularda istirahat halinde ve egzersiz yanıt olarak artan LVT ve UTR değerleri dilate kardiyomiyopati (DKM) gelişmesi durumunda ve miyokart enfarktüsü sonrasında azalmaktadır. Bu nedenle bu parametreler fizyolojik ve patolojik yeniden şekillenmeyi ayırt etmek için hedef parametreleri temsil edebilir.<sup>267,268</sup>

### Üç Boyutlu Ekokardiyografi ve Strain Analizi

LV ve RV dilatasyonu ve sistolik fonksiyonunun değerlendirilmesi atlet kalbinin değerlendirilmesinde en önemli parametrelerdir. Bununla beraber RV'nin geometrik yapısı nedeniyle iki boyutlu değerlendirilmesi ölçümlerin optimal sonuçlar vermesini zorlaştırmaktadır. Üç boyutlu (3D) ekokardiyografi, RV hacimlerinin ve EF'nin daha doğru ölçülmesini sağlar. 3D benek izleme ekokardiyografisi, miyokardiyal dinamiklerin doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlayan yeni bir tekniktir.<sup>269</sup>

3D ve benek izleme, Esposito ve ark.<sup>270</sup> tarafından yapılan bir çalışmada, sporcularda RV fonksiyonunu değerlendirmek için

kullanılmıştır. Bu çalışma, RV GLS'de önemli bir artış olduğunu ve bunun esas olarak lateral longitudinal straindeki artıştan kaynaklandığını ortaya koymuştur.

### **Egzersiz Stres Ekokardiyografisi**

Egzersiz stres ekokardiyografisi; kardiyak fonksiyon, kasılma rezervi, egzersiz kapasitesi ve aritmiler hakkında bilgi sağlamak için güvenilir ve invaziv olmayan bir yöntemdir. Egzersiz ekokardiyografisi, göğüs ağrısı olan veya anormal EKG'ye sahip sporcularda KAH'ı dışlamak için global ve bölgesel kardiyak fonksiyonların değerlendirilmesi için yapılır. Bazı dayanıklılık atletlerinde hem LV hem de RV dilatasyonu hafif bir sistolik fonksiyon bozukluğu ile ilişkilidir ve bu olgularda, egzersiz ekokardiyografisi dilate ventriküllerin kasılma rezervinin değerlendirilmesini sağlar ve fiziksel efor sırasında kasılmada belirgin bir iyileşme ile fizyolojik bir yanıtı işaret eder.<sup>271</sup>

### **Atlet Kalbi ile Kardiyomiyopatilerin Ayırıcı Tanısı**

#### **Hipertrofik Kardiyomiyopati (HKM)**

HKM bazı özellikleri ile atlet kalbinde ayrılır. HKM'de genellikle duvar kalınlığı > 15 mm'nin üzerindedir. 13-15 mm gri zonda bulunan olgularda aile öyküsü tanı için önemlidir. HKM'de LV kavite çapları genellikle azalmış (< 54 mm) veya normaldir. Spora ara verilmesi ile LV duvar kalınlığı atlet kalbinin aksine HKM olgularında değişmez. Hastalarda diyastolik disfonksiyon (E/A < 1, e' velositesinde azalma, E/e' > 12-15) mevcuttur. Ayrıca, HKM hastalarında mitral kapak yapraklarının sistolik anteriyor hareketi sık görülür ve LV dış çıkış yolu obstrüksiyonuna yol açabilir. LA, SAM ile ilişkili mitral yetmezlik ve yüksek LV dolum basınçları

neniyle genellikle büyümüştür. HKM'li hastalarda tipik olarak EF normal veya artmıştır, ancak miyokardiyal uzunlamasına hızlar ve deformasyon parametreleri sıklıkla azalmıştır (Şekil 50).<sup>272</sup>

#### **Dilate Kardiyomiyopati (DKM)**

DKM, KAH, hipertansiyon veya kapak hastalığı olmaksızın sistolik disfonksiyonun eşlik ettiği LV dilatasyonu olarak tanımlanır. Atlet kalbi ve DKM, her ikisi de önemli ölçüde genişlemiş bir LV boşluğu gösterebildiğinden önemli ölçüde örtüşmektedir. Diyastolik disfonksiyon, DKM'yi sporcu kalbinden ayırt etmede değerlidir. DKM'li hastalar anormal miyokardiyal gevşeme veya artmış dolum basıncının ekokardiyografik belirtilerine sahiptir. Ayrıca, çoğu sporcu da strain değerleri normalken DKM'de azalmıştır.<sup>273</sup>

#### **Aritmojenik Kardiyomiyopati (AKM)**

AKM, patolojik olarak ventriküler miyokardın fibröz-yağ ile yer değiştirmesi ve klinik olarak ventriküler elektriksel dengesizlik ile karakterize edilir. Bu kardiyomiyopatinin tanınması önemlidir çünkü AKM sporcuları sedanter bireylere göre daha yüksek AKÖ riskine sahiptir. Dayanıklılık sporcuları, AKM'nin boyutsal kriterlerini karşılayan genişlemiş bir RV'ye sahip olduğundan, sporcu kalbi ile AKM arasındaki ayırım zor olabilir. AKM kriterleri; RV genişlemesi, bölgesel akinezi, diskinezi veya RV anevrizmalarıdır. Sporcularda, RV dilatasyonuna hiçbir zaman global veya bölgesel fonksiyonel anormallikler eşlik etmez. Ayrıca, normal büyüklükteki giriş yolu ile çıkış yolunun asimetric dilatasyonu yerine RV'nin harmonik dilatasyonu sporcu kalbini gösterirken, AKM'de RV çıkış yolunda orantısız bir dilatasyon gözlenebilir.<sup>274</sup> AKM'de sistolik disfonksiyon (fractional area change (FAC) < %33, azalmış S velositesi) görülür.