

Kardiyomiyopati Odaklı Ekokardiyografik Değerlendirme

Kardiyomiyopati, kalp kasının yapısal ve fonksiyonel olarak anormal olduğu fakat bu anormalliğin koroner arter hastalığı, hipertansiyon, kapak hastalığı ve konjenital kalp hastalığı gibi hastalıklara bağlı olmadan geliştiği miyokardiyal hastalık olarak tanımlanır.¹

Son Avrupa Kardiyoloji Derneği Kardiyomiyopati Kılavuzuna göre, beş farklı kardiyomiyopati fenotipi vardır: Hipertrofik kardiyomiyopati, dilate kardiyomiyopati, non-dilate sol ventrikül kardiyomiyopatisi, aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi ve restriktif kardiyomiyopati.¹

Kardiyomiyopati fenotiplerini tanımlamak için yapısal ve/veya fonksiyonel miyokardiyal anormalliklerin tanımlanması, morfolojik ve fonksiyonel değerlendirmeler çok önemlidir. Morfolojik değerlendirmeler ventriküler hipertrofi (sol ve/veya sağ), ventriküler dilatasyon (sol ve/veya sağ) ve ayrıca atriyal dilatasyonu (sol ve/veya sağ) içerir. Fonksiyonel değerlendirme için, strain görüntüleme önemlidir. Non-invaziv doğası ve geniş yaygınlığı nedeniyle ekokardiyografi, tanıdan başlayarak hastalık takibine kadar en önemli görüntüleme aracıdır.

Bu makalede, kardiyomiyopatiyi teşhis etmek için bazal ekokardiyografik ölçümler olan ventriküler ve atriyal dilatasyonun, ventriküler hipertrofinin tespiti, strain görüntülemenin rolü ve normal değerleri anlatılacaktır. Kardiyomiyopatilerin teşhisi bu makalenin kapsamının dışındadır ve diğer makalelerde tartışılacaktır.

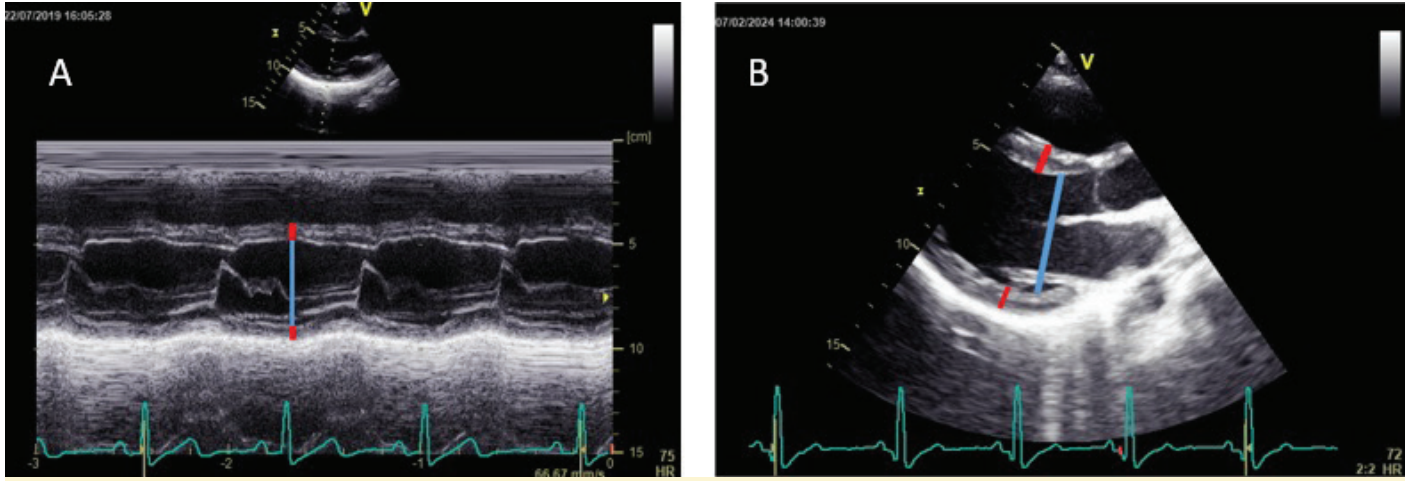
Sol Ventrikül Boyutları ve Hacimlerinin Ölçümü

Sol ventrikül boşluk boyutlarının değerlendirilmesi için lineer iç boyutlar ve hacimler kullanılır. İnter-ventriküler septum ve sol ventrikül arka duvarı, sol ventrikül diyastol sonu boyutları ile aynı zamanda ve seviyede ölçülmelidir. İç boyutlar, iki boyutlu (2B) ekokardiyografi M-mod yaklaşımıyla elde edilebilir (Şekil 1A). Parasternal uzun eksen görünümü, sol ventrikül ve duvarlarının lineer iç ölçümleri için kullanılır. Değerler, sol ventrikül uzun eksenine dik ve mitral kapakçıkların uçlarının seviyesinde veya hemen altında dikkatlice alınmalıdır. 2B ekokardiyografik görüntülerden elde edilen lineer ölçümler, ventrikülün oblik kesitlerini önlemek için tercih edilir (Şekil 1B).^{2,3}

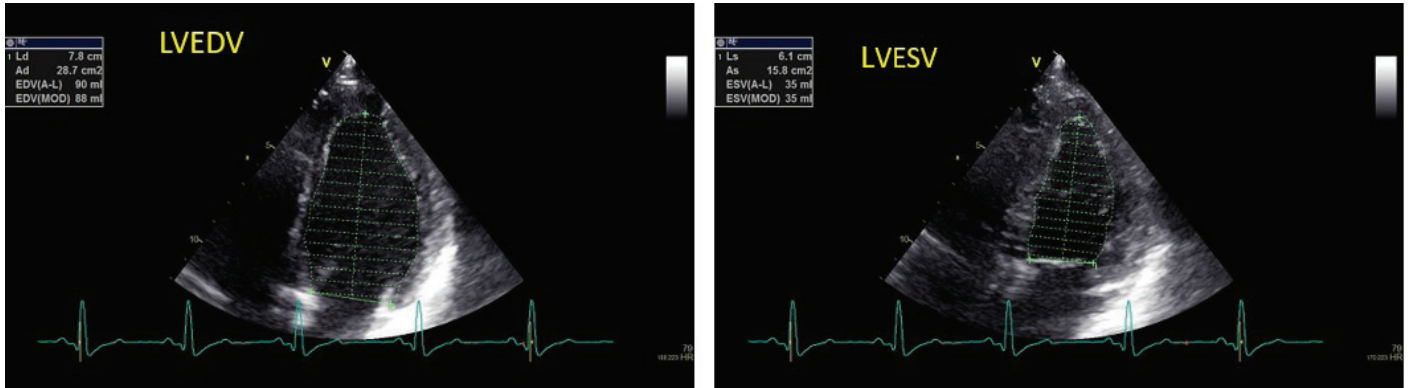
Sol ventrikül hacimleri, 2B veya üç boyutlu (3B) ekokardiyografi kullanılarak ölçülür.^{3,4} Lineer ölçümlerden sol ventrikül hacimleri ve ejeksiyon fraksiyonu hesaplanması önerilmez. 2B ekokardiyografik hacim hesaplamaları için biplan disk summation metodu önerilen ölçüm tekniğidir.³ Apikal uzun eksen görüntüleri, yalnızca sol ventrikülü gösteren küçültülmüş bir sektör boyutuyla kullanılmalıdır. Bu ölçümler, end-diyastol ve end-sistolda apikal dört ve iki boşluk görüntülerde yapılır. Hacimsel ölçümler genellikle kompakt miyokart ve sol ventrikül lümeni arasındaki sınırın tespiti ile yapılır. Hacim ölçümü yapılırken papiller kaslar ve trabeküller ventrikül lümeni tarafında bırakılmalıdır. Mitral kapak seviyesinde, hacim çizgisi, mitral halkanın iki karşı kısmını düz bir çizgi ile birleştirerek kapatılır. Bu çizginin ortasından, diskin yüksekliğini hesaplamak için apeks en uç noktaya dikey bir çizgi uzatılır (Şekil 2).

Apikal iki ve dört boşluklu görüntüler arasındaki daha uzun sol ventrikül uzunluğunun kullanılması önerilir. Dört ve iki odacıklı görüntüler arasındaki sol ventrikül uzunluk farkı %10'dan az olmalıdır.²

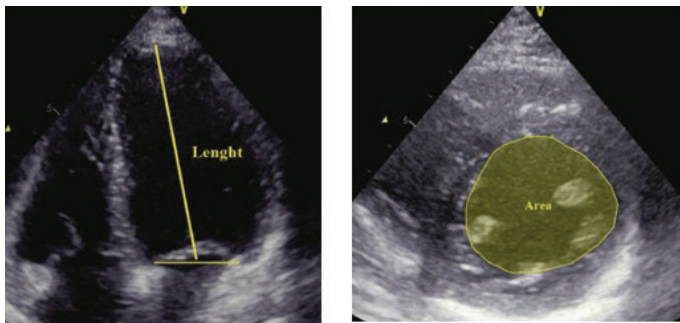
Alan uzunluk yöntemi, sol ventrikülü mermi şeklinde varsayarak hesaplama yapan hacimsel bir yöntemdir ve sol ventrikülün apikal bölgesi iyi görünmüyorsa kullanışlıdır. Ortalama sol ventrikül alanı



Şekil 1. Sol ventrikülün M-mode (A) ve 2 boyut yöntemle (B) lineer ekokardiyografik ölçümü.



Şekil 2. Modifiye Simpson's yöntemi ile sol ventrikülün hacim ölçümleri. LVEDV, Sol ventrikül end-diyastolik hacim; LVESV, Sol ventrikül end-sistolik hacim.



Şekil 3. Sol ventrikül alan-uzunluk yöntemi ile hacim ölçümü.

kısa eksen görünümünde izlenir ve uzunluk apikal dört boşluk görüntüde ölçülür (Şekil 3).

Sol ventrikül sistolik fonksiyonu, 2B veya 3B ekokardiyografi kullanılarak rutin olarak değerlendirilmelidir. Sol ventrikülün ejeksiyon fraksiyonu, end-diyastolik ve end-sistolik hacimlerden hesaplanarak değerlendirilir. Sol ventrikül sistolik fonksiyonları için bazal ejeksiyon fraksiyonu değerleri erkekler için %52, kadınlar için %54'tür (Tablo 1).²

3B ekokardiyografik algoritmaların kullanılabilir durumda olduğunda, sol ventrikül hacmi ve fonksiyon değerlendirmesi için disk summation yöntemine göre tercih edilir (Şekil 4). Çünkü 3B ekokardiyografik hacim ölçümleri, geometrik varsayımlara dayanmadığı için, iyi görüntü kalitesine sahip hastalarda daha doğru ve tekrarlanabilir.⁵⁻⁷ 3B ekokardiyografi deneyimine sahip laboratuvarlarda, görüntü kalitesine bağlı olarak mümkün olduğunda 3B ölçüm ve raporlama önerilir.

3B ekokardiyografik sol ventrikül hacimleri, 2B ekokardiyografik değerlerden daha büyüktür ve buna karşılık gelen normal aralık üst sınırları, diyastol sonu hacmi erkekler için 79 mL/m² ve kadınlar için 71 mL/m² ve sistol sonu hacmi erkekler için 32 mL/m² ve kadınlar için 28 mL/m²'dir.² 3 boyut ekokardiyografik ölçümlerin sağlıklı kişilerdeki standart değerleri çalışmadan çalışmaya değişiklik gösterebilmektedir (Tablo 2).^{6,7}

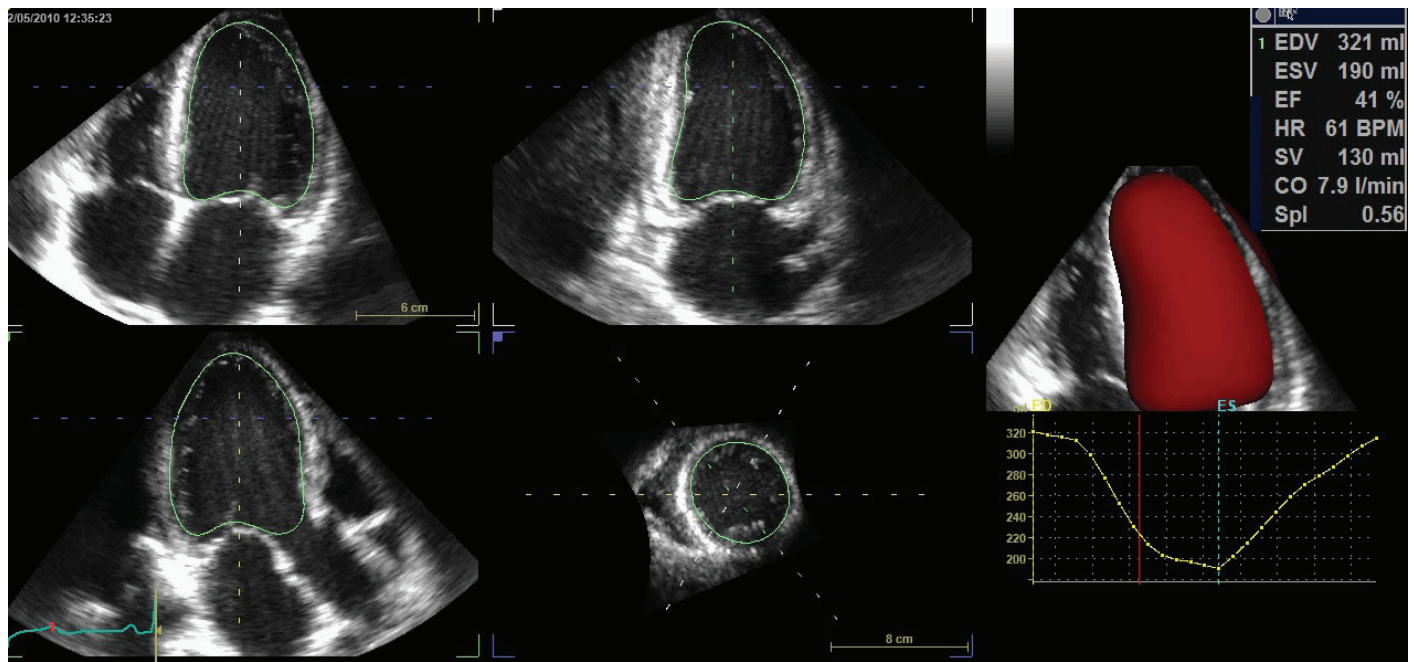
Sol ventrikül dilate kardiyomyopatisi, yalnızca anormal yüklenme koşulları veya koroner arter hastalığı tarafından tam olarak açıklanmayan sol ventrikül dilatasyonu ve sistolik disfonksiyonun varlığı ile tanımlanır. Sol ventrikül dilatasyonu, sol ventrikül end-diyastolik boyutları veya hacimleri, vücut boyutuna, cinsiyete ve/veya yaşa göre düzeltilmiş popülasyon ortalaması değerlerinin > 2 z-skorumları olarak tanımlanır. Erişkinler için bu, erkeklerde > 58

Tablo 1. Sol ventrikül boyut ve fonksiyonlarının 2B ekokardiyografik normal değerleri

Parametre	Erkek		Kadın	
	Ort±SD	2-SD aralık	Ort±SD	2-SD aralık
SV boşluk boyutları				
Diyastolik çap (mm)	50.2±4.1	42.0±58.4	45.0±3.6	37.8±52.2
Sistolik çap (mm)	32.4±3.7	25.0±39.8	28.2±3.3	21.6±34.8
SV hacim (biplan)				
SV EDV (ml)	106±22	62±150	76±15	46±106
SV ESV (ml)	41±10	21±61	28±7	14±42
SV hacim/VYA				
SV EDV (ml/m ²)	54±10	43±74	45±8	29±61
SV ESV (ml/m ²)	21±5	11±31	16±4	8±24
SV EF (biplan)	62±5	52±72	64±5	54±74

Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-270. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4):412. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(9):969.

SV, Sol ventrikül; VYA, Vücut yüzey alanı; EDH, End-diyastolik hacim; ESH, End-sistolik EF, Ejeksiyon fraksiyonu.



Şekil 4. Sol ventrikülün end-diyastolik hacim, end-sistolik hacim ve global sistolik fonksiyonunun 3-B ekokardiyografik değerlendirmesi.

mm ve kadınlarda > 52 mm sol ventrikül end-diyastolik çapı ve ekokardiyografi ile erkeklerde ≥ 75 mL/m² ve kadınlarda ≥ 62 mL/m² olan bir sol ventrikül end-diyastolik hacim indeksi anlamına gelir. Sol ventrikül global sistolik disfonksiyon, sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun < %50'den az olması ile tanımlanır.^{1,8}

Dilate olmayan sol ventrikül kardiyomiyopati fenotipi, dilate olmayan sol ventrikül varlığında gelişen sol ventrikülde non-iskemik skar veya yağlı doku değişimi olarak tanımlanır, global veya bölgesel duvar hareketi anormallikleri olabilir veya izole global sol ventrikül hipokinezi (manyetik rezonans görüntülemelemedeki geç godalinyum artışı varlığıyla değerlendirilir) olabilir ve bu patolo-

jiler yalnızca anormal yüklenme koşulları (hipertansiyon, kapak hastalığı) veya koroner arter hastalığı ile açıklanamaz. Global sol ventrikül sistolik disfonksiyon, anormal sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (yani < %50) ile tanımlanır.^{1,8}

Sol Ventrikül Hipertrofinin Tespiti

Transtorasik ekokardiyografi, sol ventrikül hipertrofisini tespit etmek için ana görüntüleme yöntemidir. Özellikle apikal hipertrofi olgularında, apikal görüntülerde sol ventrikül apikal bölgenin gözden kaçırılmaması önemlidir. Görüntü kalitesi optimal değilse ultrason kontrast ajanları kullanılmalıdır. Ultrason kontrast ajan-

Tablo 2. Sol ventrikül parametrelerinin 3B ekokardiyografik normal değerleri

	Chahal ve ark. ⁶	Muraru ve ark. ⁷
EDVI (ml/m ²)		
Erkek, ortalama (LLN, ULN)	49 (31,67)	63 (41,85)
Kadın, ortalama (LLN, ULN)	42 (26,58)	56 (40,78)
ESVI (ml/m ²)		
Erkek, ortalama (LLN, ULN)	19 (9,29)	24 (14,34)
Kadın, ortalama (LLN, ULN)	16 (8,24)	20 (12,28)
EF (%)		
Erkek, ortalama (LLN, ULN)	61 (49,73)	62 (54,70)
Kadın, ortalama (LLN, ULN)	62 (52,72)	65 (57,73)

Bhave NM, Lang RM. Evaluation of left ventricular structure and function by three-dimensional echocardiography. *Curr Opin Crit Care*. 2013;19(5):387-396. EDVI, End-diastolik hacim indeksi; ESVI, End-sistolik hacim indeksi; LLN, Normalin alt limiti; ULN, Normalin üst limiti.

ları ile apikal anevrizmalar, ventriküler trombüsler ve miyokardiyal non-kompaksiyon daha iyi tespit edilebilir.²

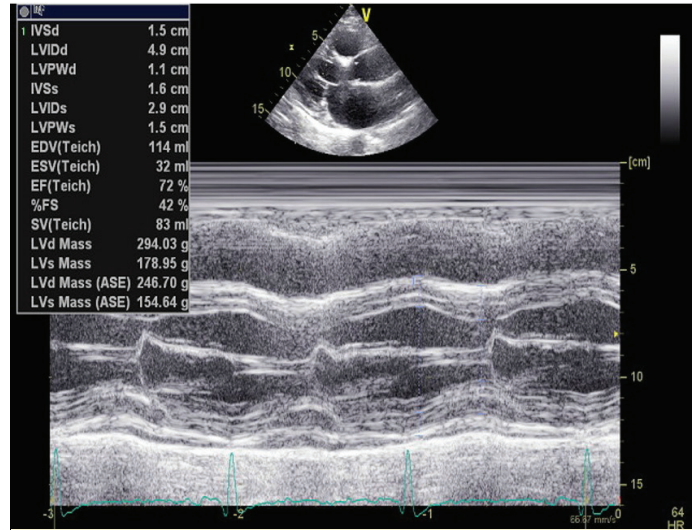
Ekokardiyografik apikal uzun aks görüntüleri, oblik kesitler ve duvar kalınlığının hatalı fazla tahmini nedeniyle önerilmez. Ölçüme yalnızca septumun kompakt doku kısmı dahil edilmelidir; sağ ventrikül trabekülleri, moderatör bandın bağlantısı ve triküspit kapak kordası gibi yapıların septal kalınlığının bir parçası olarak dahil edilmemesine dikkat edilmelidir. İnterventriküler septumu ölçmek için, kaliperin, sağ ventrikül boşluğunun kompakt inter-ventriküler septumla buluştuğu yere yerleştirilmesi ve inter-ventriküler septumun sol ventrikül boşluğuyla buluştuğu yere kadar getirilmesi gerekmektedir. Sol ventrikül arka duvarını ölçmek için, kaliperin kompakt arka duvar ve sol ventrikül boşluğu birleşimine yerleştirilmesi ve sol ventrikül arka duvar-perikart birleşimine kadar getirilmesi gerekir. Ölçüme mitral kapak yapılarının da dahil edilmemesine dikkat edilmelidir. Sine görüntüsünün ileri geri hareket ettirilmesi, arka duvarı yaprakçıklardan ve kapak kordalarından ayırt etmede yardımcı olur. Ölçümlerde trabekülasyonlar veya papiller kaslar gibi diğer yapıların alınmamasına dikkat edilmelidir. Ölçümleri en uygun şekilde almak için kısa ve uzun eksenli görüntüleri beraber değerlendirmek ve entegre etmek önemlidir.³

Sol ventrikül kitlesini etkili bir şekilde hesaplamak için M-mod ekokardiyografi, 2B ve 3B ekokardiyografi gibi birkaç yöntem bulunmaktadır.^{9,10} Tüm ölçümler, diyastolün sonunda (mitral kapak kapanmadan önce veya ventrikül boyutunun veya hacminin en büyük olduğu kardiyak siklusta) yapılmalıdır.²

Sol ventrikülün lineer iç ölçüleri, parasternal akstan alınmalı ve sol ventrikülün uzun eksenine dik olarak dikkatlice elde edilmeli ve mitral kapak yapıları uçlarının seviyesinde ölçülmelidir. M-mod ölçümleri, hedeflenen parasternal uzun veya kısa eksen görüntülerden elde edilmelidir (Şekil 5).²

Cube formülü: Sol ventrikül kitlesi = $0,8 \times 1,04 \times [(IVS + LVID + PWT) \times 3 - LVID \times 3] + 0,6 \text{ g}$

(IVS: İnterventriküler septum; LVID: Sol ventrikül diyastol sonu çapı, PWT: Sol ventrikül arka duvar kalınlığı)

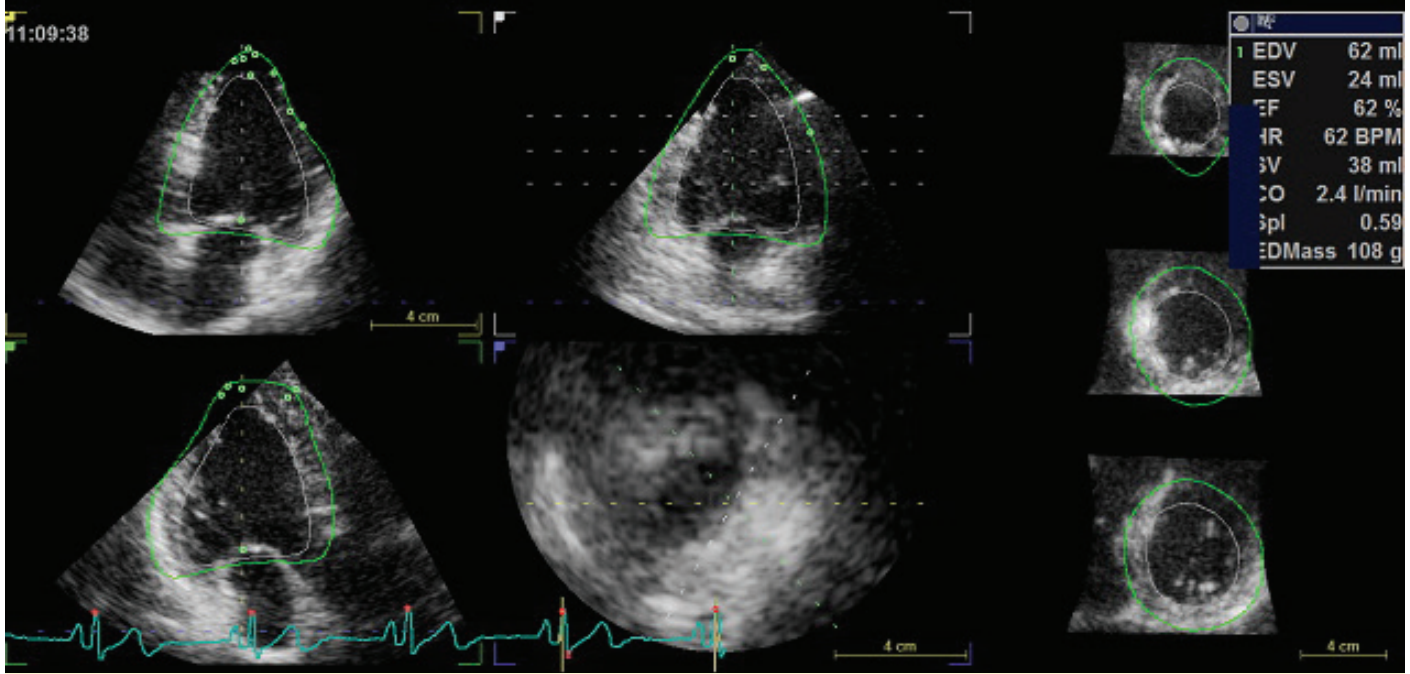
**Şekil 5. M-mode ekokardiyografi lineer metot ile sol ventrikül kitle ölçümü.****Tablo 3. Sol ventrikül duvar kalınlıkları ve kitlesinin 2B ekokardiyografik normal aralıkları**

	Kadın	Erkek
Lineer metod		
SV kitle (gr)	67-162	88-224
SV kitle/VYA (g/m ²)	43-95	49-115
Relative duvar kalınlığı (cm)	0.22-0.42	0.24-0.42
Septal kalınlık (cm)	0.6-0.9	0.6-1.0
Arka duvar kalınlığı (cm)	0.6-0.9	0.6-1.0
2B metod		
SV kitle (gr)	66-150	96-200
SV kitle/VYA (g/m ²)	44-88	50-102

Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-270. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4):412. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(9):969.
SV, Sol ventrikül; VYA, Vücut yüzey alanı.

Büyük popülasyonları taramak veya incelemek için, M-mod yönteminin avantajları vardır, çünkü basit, hızlı ve ölçüm değişkenliğine daha az tabidir. 2B ekokardiyografi yöntemleri, lineer boyut tekniği ile karşılaştırıldığında avantajlara sahiptir. Tüm ventrikül, 2B ekokardiyografik görüntülerden ölçüldüğünde ya alan-uzunluk ya da truncated-elipsoid tekniği kullanılır.¹⁰ Lineer ölçümlerle referans üst sınırları kadınlarda 95 g/m², erkeklerde 115 g/m²'dir. 2B ölçümlerle referans üst sınırları kadınlarda 88 g/m², erkeklerde 102 g/m²'dir (Tablo 3).²

3B ekokardiyografi, miyokart hacmini doğrudan ölçer ve sol ventrikül şekli ve duvar kalınlaşmasının dağılımı hakkında geometrik varsayımlar gerektirmeyen tek ekokardiyografi tekniğidir; bu teknik, şekli anormal olan ventriküllerde veya asimmetrik veya lokalize hipertrofisi olan hastalarda kullanılabilir (Şekil 6).^{11,12} Yüksek kaliteli 3B ekokardiyografi, sol ventrikül kitlesinin değerlendirilmesinde 2B'den üstündür ve manyetik rezonans görün-



Şekil 6. 3-B ekokardiyografik sol ventrikül kitle ölçümü.

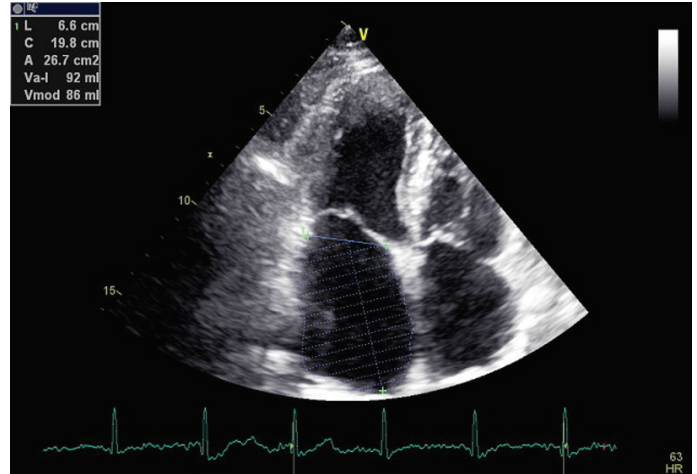
tüleme değerlendirmesi ile daha koreledir. Ancak, 3B ekokardiyografik sol ventrikül kitlesi verilerinin üst normal değerleri ile ilgili bilgimiz sınırlıdır ve referans değerleri henüz çok net değildir.¹¹

Son olarak, göreceli duvar kalınlığının (RWT) hesaplanması ($2 \times$ arka duvar kalınlığı)/(sol ventrikül end-diastolik çap) formülü ile sol ventrikül kütlesindeki artışın konsantrik ($RWT > 0,42$) veya eksantrik ($RWT \leq 0,42$) hipertrofi olarak kategorize edilmesine izin verir. Bu sol ventrikül ölçümleri, lineer ölçümlere dayanmaktadır.²

Hipertrofik kardiyomiyopati, anormal yüklenme koşullarının olmadığı durumlarda, herhangi bir sol ventrikül segmentinde end-diastolik duvar kalınlığı 15 mm ve üzerinde olduğunda tanımlanır; ancak 13 mm duvar kalınlığı, hipertrofik kardiyomiyopati aile öyküsü veya genetik taşıyıcılarının olduğu durumlarda tanısal olarak kabul edilir.¹³ Ventriküler duvar kalınlığının artışı, sağ ventrikül de dahil olmak üzere herhangi bir yerde bulunabilir. Tüm sol ventrikül segmentleri, bazaldan apekse kadar taranmalıdır, tercihen 2B kısa eksenli görünümde, duvar kalınlığının mitral, orta-sol ventrikül ve apikal seviyelerde kaydedildiğinden emin olunmalıdır.¹

Sol Atriyal Hacim Ölçümü

En yaygın olarak kullanılan lineer boyut ölçümü, M-mod ekokardiyografi veya tercihen 2B ekokardiyografi kullanılarak parasernal uzun eksen görüntüsünde sol atriyal anteroposterior çap ölçümüdür. Bununla birlikte, sol atriyum yeniden şekillenirken, sol atriyum tüm boyutlarda aynı şekilde genişlemez. Bu nedenle, anteroposterior çap ölçümleri çoğu zaman gerçek sol atriyum boyutunu yansıtmaz, bu nedenle de tek başına kullanılmamalıdır. Sol atriyumun yeniden şekillenme ve tam boyutunun tespiti için sol atriyal hacim ölçümü önerilir.²



Şekil 7. Sol atriyal hacim ölçümü.

Sol atriyum hacmini ölçmenin iki yöntemi vardır: alan-uzunluk ve biplan disk summation yöntemleri. Biplan disk summation yöntemi sol ventrikül hacim değerlendirmesinde Simpson yöntemine benzer. Bu yöntemde, end-sistolde maksimum hacim belirlenmelidir. Sol atriyal endokardiyal sınırları apikal 4 ve 2 boşluk görüntülerde izlenmelidir. Sol atriyumun izlenmesi, halkanın bir tarafından karşı tarafına doğru bir çizgi çizilerek tamamlanır. Atriyal apendiks ve pulmoner venler bu izlemede yer almamalıdır. Sol atriyumun uzunluğu, hem apikal 4 boşluk hem de apikal 2 boşluk görüntülerde ölçülmelidir. Bu uzunluk, mitral halkanın merkezinden, sol atriyumun üst duvarının en uç orta noktasına kadar olan mesafedir (Şekil 7).² Sol atriyal hacmin üst normal değeri 34 mL/m² olarak kabul edilir.¹⁵ Bu değer ayrıca diastolik fonksiyonun değerlendirilmesine ilişkin Amerikan Ekokardiyografi Derneği ve Avrupa Ekokardiyografi Derneği kılavuzları ile uyumludur.¹⁵

Sağ Ventrikül ve Sağ Atriyum Ölçümleri

Sağ ventrikül yapısı, işlevi ve deformasyonu, kalp yetmezliği, pulmoner hipertansiyon, konjenital kalp hastalığı veya aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi olan hastalarda kardiyovasküler morbidite ve mortalitenin çok önemli belirleyicileridir.¹⁶ Günlük klinik pratikte, 2B ekokardiyografi sağ ventrikül değerlendirilmesinde birinci tercih yöntemidir.¹⁷

Sağ ventrikül odaklı apikal 4 boşluk görüntüde, sağ ventrikül lineer longitudinal end-diyastolik boyut, triküspit anülüsün orta noktasından ventrikül apeksindeki kompakt miyokardın ara yüzüne bir çizgi çizilerek ölçülür. Çap ölçümleri, end-diyastolde sağ ventrikülün bazal üçte birinde maksimum transvers çapı ve maksimum bazal çap ile apeks arasındaki orta boşluk lineer boyutu içerir. Orta boşluk çapı ölçümü, end-diyastolde papiller kasların seviyesinde yapılır (Şekil 8).¹⁸

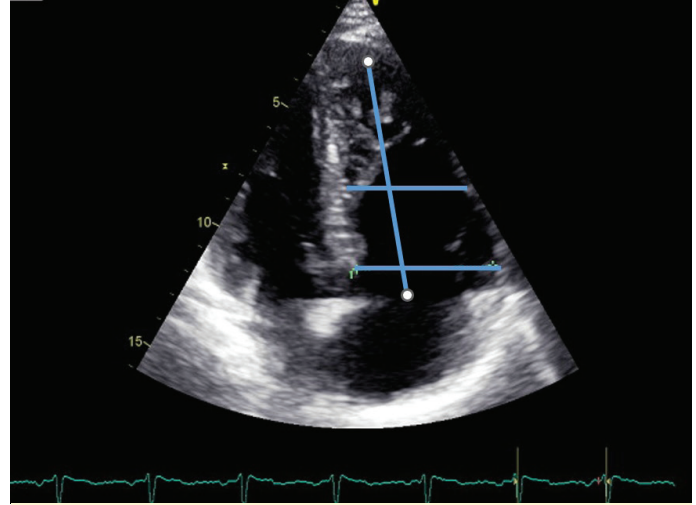
Sağ ventrikül alanını ölçmek için, sağ ventrikül odaklı apikal 4 boşluk görüntüde, sağ ventrikül alanı triküspit anülüsünden apekse ve tekrar triküspit anülüsüne geri dönerek, miyokart-endokart doku sınırının izlenmesiyle ölçülür. Bu ölçüm, end-diyastol ve end-sistolde sağ ventrikülün fraksiyonel alan değişimini verir. Sağ ventrikül ölçümleri için, alan ölçümü içine papiller kaslar, trabeküller ve moderatör bandı dahil edilir. Sağ ventrikül serbest duvarı end-diyastolde subkostal görünümde ölçülmelidir ve epikardiyal yağın dahil edilmesinden kaçınılmalıdır.¹⁸

Sağ atriyal alan ölçümü, triküspit anülüsünün düzleminden başlayarak, interatriyal septum boyunca ve sağ atriyumun üst ve anterolateral duvarları boyunca gerçekleştirilir. Sağ atriyum alanının $> 18 \text{ cm}^2$, sağ atriyum uzunluğunun (ana boyut) $> 53 \text{ mm}$ ve sağ atriyum çapının (minör boyut) $> 44 \text{ mm}$ olması end-diyastolde sağ atriyum genişlemesini gösterir (Tablo 4).¹⁸ Kardiyak manyetik rezonans, sağ ventrikül değerlendirmesi için altın standart olarak kabul edilmektedir.¹⁹

Aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi, sağ ventrikül miyokardının progresif bir şekilde miyokart atrofisi ile fibröz-yağ doku ile yer değiştirmesi ile karakterize kardiyomiyopatidir.²⁰ 2B ekokardiyografide sağ ventrikül genişlemesi aritmojenik sağ ventrikül kardiyomiyopatisi tanısını koymak için önemli bir bulgudur. Anahtar özellik, sağ ventrikül akinezi, diskinezi veya bulging gibi sağ ventrikül duvar hareket bozukluklarının varlığıdır ve tanısız performansın belirleyicisi sağ ventrikül genişlemesinin veya disfonksiyonunun düzeyidir (aritmojenik sağ ventrikül displazi tanısız majör ve minör kriterler).¹

Strain Görüntüleme

Strain (deformasyon) görüntüleme için birden fazla yöntem bulunmaktadır. Şu anda en kullanışlı klinik veriler, 2B speckle görüntüleme ile elde edilen global longitudinal strain (GLS) uygulamasından gelmektedir. Zirve GLS, 2B ekokardiyografide end-diyastolik ve end-sistolik dönemlerdeki sol ventrikül miyokart uzunluğundaki göreceli değişiklikleri gösterir. GLS, üç standart apikal görünümünden endokardiyal sınırları izleyerek 2B görüntülerin end-sistolik çerçevesinde ölçülmelidir. Son olarak, global GLS, tüm kardiyak segmentlerin ortalaması olarak alınır. İki boyutlu GLS, klinik kullanım için tekrarlanabilir ve uygulanabilir bulunmuştur ve çeşitli kardiyak durumlarda sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun üzerine çıkan prognostik veriler sunar.²¹



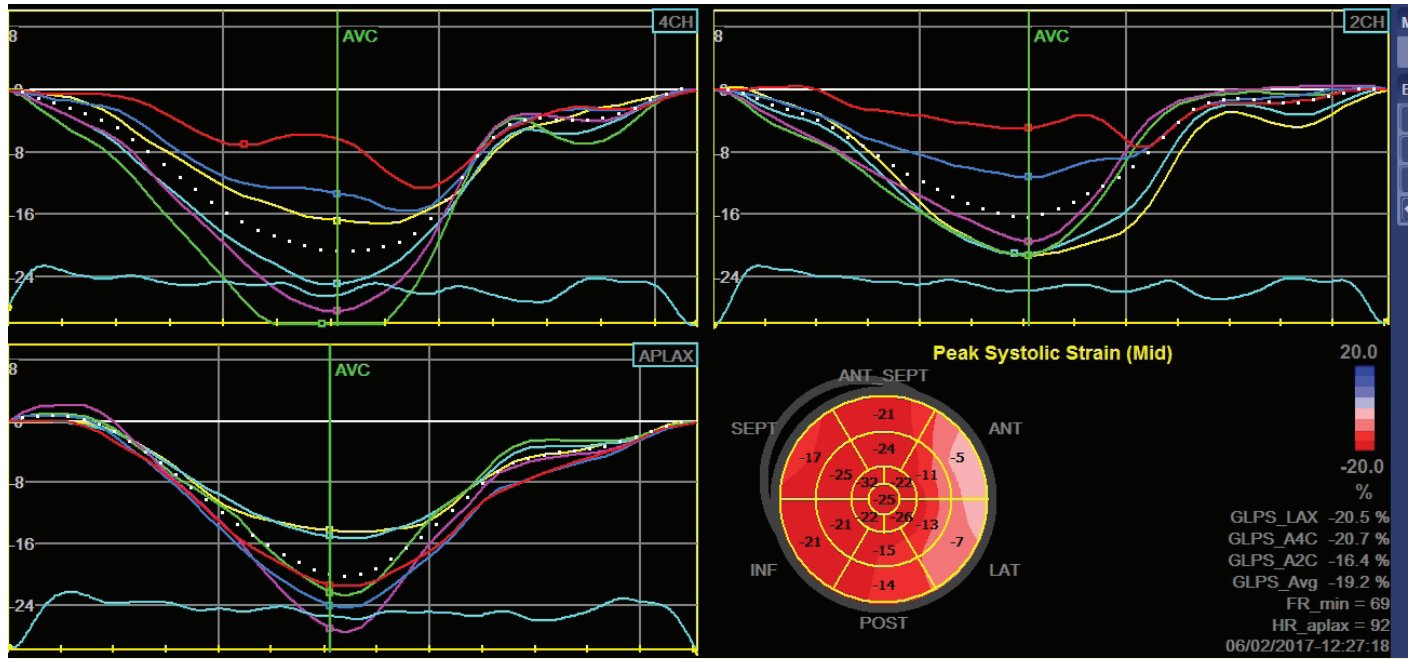
Şekil 8. Sağ ventrikül boyutlarının ölçümü (bazal, orta ve uzun aks).

Tablo 4. Sağ ventrikül boyutlarının 2B ekokardiyografik normal aralıkları

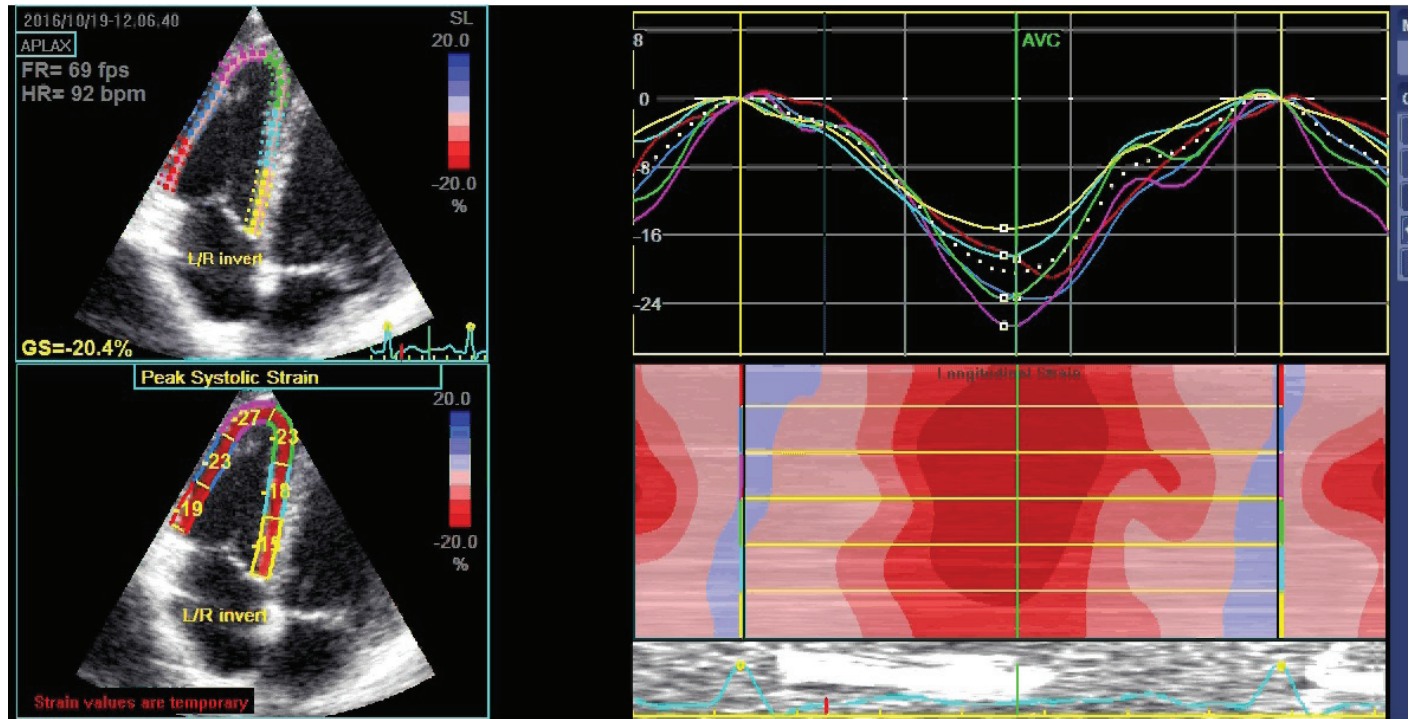
Parametre	Ort ± SD	Normal Aralık
RV bazal çap (mm)	33±4	25-41
RV orta çap (mm)	27±4	19-35
RV longitudinal çap (mm)	71±6	59-83
RVOT PLAX çap (mm)	25±2.5	2-30
RVOT proksimal çap (mm)	28±3.5	21-35
RVOT distal çap (mm)	22±2.5	17-27
RV duvar aklınlığı (mm)	3±1	1-5
RV EDA/VYA (cm ² /m ²)		
Erkek	8.8±1.9	5-12.6
Kadın	8.0±1.75	4.5-11.5
RV ESA/VYA (cm ² /m ²)		
Erkek	4.7±1.35	2.0-7.4
Kadın	4.0±1.2	1.6-6.4
RV EDV/VYA (cm ² /m ²)		
Erkek	61±13	35-87
Kadın	53±10.5	32-74
RV EDV/VYA (cm ² /m ²)		
Erkek	27±8.5	10-44
Kadın	22±7	8-36

Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015;16(3):233-270. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(4):412. Erratum in: *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(9):969.

RV, Sağ ventrikül; EDA, End-diyastolik alan; ESA, End-sistolik alan; PLAX, Parasternal uzun aks; RVOT, Sağ ventrikül çıkış yolu, VYA, Vücut yüzey alanı.



Şekil 9. 2-B speckle tracking ekokardiyografi ile sol ventrikül miyokardiyal strain ölçümü ve bull's eye.



Şekil 10. 2-B speckle tracking ekokardiyografi ile sağ ventrikül miyokardiyal strain ölçümü.

Ancak ölçümler üreticiler ve yazılım sürümleri arasında değişebilir. Bir rehberlik sağlamak için, sağlıklı bir kişide -20% aralığında bir zirve GLS beklenir ve strain mutlak değeri bu değer altına indiğinde (mutlak değeri 20'den daha küçük bir sayı), anormal olma olasılığı daha yüksektir (Şekil 9).²

Sağ ventrikül longitudinal strain, sağ ventrikül kontraktilesinin klinik olarak kullanışlı bir non-invaziv göstergesi olarak kabul edilir

ve geleneksel sağ ventrikül sistolik fonksiyon değerlendirmelerine göre geometrik değişikliklerden daha az etkilenir ve daha az yüke bağımlıdır (Şekil 10). Sağ ventrikül longitudinal strainin analizi, hafif anormallikleri dahi tespit etme ve daha kötü bir prognozu öngörmesi nedeniyle RV sistolik fonksiyonu doğru bir şekilde yansıtabilen bir ölçü sunar.^{2,23} Sol ventrikül GLS'de olduğu gibi -20% 'den küçük bir global longitudinal sağ ventrikül strain değeri anormaldir.²³