ÖZGÜN ARAŞTIRMA / ORIGINAL ARTICLE

DOI: 10.4274/nkmj.galenos.2024.43925
Nam Kem Med J 2024;12(4):332-341

Ciddi Koroner Arter Hastalığının Tanısında Katman Spesifik Strain Ekokardiyografinin Rolü

The Role of Layer-Specific Strain Echocardiography in The Diagnosis of Severe Coronary Artery Disease

Çağlar KAYA[1], Mustafa YILMAZTEPE[3], Selçuk KORKMAZ[2], Hanefi Yekta GÜRLERTOP[1]

[1]Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye
[2]Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye
[3]Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bursa Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Bursa

ÖZ

Amaç: Stabil kronik koroner arter hastalığı (S-KAH) şüphesi olan hastalarda tanı ve risk değerlendirmesi için çeşitli görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır. İki boyutlu strain ekokardiyografi (2D-STM) ile global longitudinal strain (GLS) ölçümü, transtorasik ekokardiyografiye kıyasla daha doğru ve güvenilir bir tekniktir. Sol ventrikül fonksiyonunun kantitatif bir ölçümünü sağlar. Bu prospektif çalışmanın amacı, S-KAH şüphesi olan hastalarda istirahat katmanına özgü gerinim değerleri ile ciddi koroner lezyonlar arasındaki ilişkiyi belirlemektir.

Gereç ve Yöntem: S-KAH şüphesi olan toplam 242 hasta bu çalışmaya dahil edildi. Bu hastalar elektif koroner anjiyografi için planlanmıştı. Hastalar iki ana gruba ayrıldı: ciddi koroner arter hastalığı (KAH) olan (n=117) ve olmayanlar (n=125). Katman spesifik GLS değerleri 2D-STM kullanılarak orta miyokardiyal, endokardiyal ve epikardiyal katmanlar olarak gruplar arasında karşılaştırıldı.

Bulgular: Bu çalışma, tüm katmanların GLS değerlerinin KAH olanlarda kontrollere kıyasla anlamlı derecede düşük olduğunu göstermiştir (p<0,001). GLS değerlerinin tanısal performansını değerlendirmek için ROC eğrileri oluşturulmuş ve eğri altındaki alan üç kesitte %81-82 olarak bulunmuştur. Kesim noktaları GLS orta miyokard için -19,5, GLS endokard için -22,6 ve GLS epikard için -16,5 olarak hesaplanmıştır.

Sonuç: Sonuç olarak, 2D-STM ile GLS değerlendirmesi, GLS değerlerinin KAH olanlarda tüm katmanlarda daha düşük olduğunu gösterdi ve GLS değerlendirmesinin KAH tespit etmek için yararlı olabileceğini düşündürdü. Bununla birlikte, katmana özgü gerinim analizi, GLS analizine göre artan bir değer göstermemiştir. Bu bulgular daha homojen dağılıma sahip alt gruplarda daha fazla araştırılmalı ve geliştirilmelidir. Daha büyük çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Strain ekokardiyografi, koroner arter hastalığı, benek izleme

ABSTRACT

Aim: Several imaging techniques are in use for diagnosis and risk assessment in patients with suspected stable coronary artery disease (S-CAD). Measurement of global longitudinal strain (GLS) by two-dimensional speckle tracking (2D-STM) is a more accurate and reliable technique compared to transthoracic echocardiography. It provides a quantitative measure of left ventricular function. The aim of this prospective study was to determine the relationship between resting layer-specific longitudinal strain values and severe coronary lesions in patients with suspected S-CAD.

Materials and Methods: A total of 242 patients with suspected S-CAD were included in this study. They were scheduled for elective coronary angiograph. Patients were divided into two main groups: with (n=117) and without severe coronary artery disease (CAD) (n=125). Layer-specific GLS values were compared between groups as mid-myocardial, endocardial and epicardial layers, using 2D-STM.

Results: This study showed that GLS values of all layers were significantly lower in patients with severe CAD compared to controls (p<0.001). ROC curves were constructed to evaluate the diagnostic performance of GLS values and the area under the curve was 81-82% in three slices. The cut-off values were calculated to be -19.5 for the GLS mid-myocardium, -22.6 for the GLS endocardium, and -16.5 for the GLS epicardium.

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Çağlar KAYA, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Edirne, Türkiye
E-posta: caglarkaya2626@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0000-0002-2968-5352
Geliş tarihi/Received: 22.09.2024 **Kabul tarihi/Accepted**: 30.10.2024

Conclusion: As a result, GLS assessment by 2D-STM showed that GLS values were lower in all layers with severe CAD, suggesting that GLS assessment may be useful for detecting severe CAD. However, layer-specific strain analysis showed no incremental value over GLS analysis. These findings should be further investigated and improved in subgroups with a more homogeneous distribution. Further larger studies are needed.

Keywords: Strain echocardiography, coronary artery disease, speckle tracking

GİRİŞ

Aterosklerozun neden olduğu koroner kalp hastalığı, dünya çapında mortalite ve morbiditenin önde gelen nedeni olmaya devam etmektedir. Erken tanı ve etkili tedavi mevcut uygulamada büyük önem taşımaktadır. Elektrokardiyografi (EKG), transtorasik ekokardiyografi (TTE), egzersiz testi (EST) ve miyokardiyal perfüzyon sintigrafisi (MPS) gibi invaziv olmayan görüntüleme teknikleri, şüpheli koroner arter hastalığı (KAH) olan hastaların tanı ve risk değerlendirmesi için önerilmektedir[1]. EKG, KAH'i değerlendirmek için temel testtir. Öte yandan, EST, gerçekleştirilmesi kolay ancak sınırlı duyarlılığı ve özgüllüğe sahip yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. MPS'nin tanısal doğruluğu yüksek olsa da, radyasyon maruziyeti ve sınırlı mevcudiyet gibi önemli sınırlamalara sahiptir[2]. Dinlenme TTE, stabil KAH'lı hastalarda sistolik ve diyastolik ventriküler fonksiyonu ölçmek için kullanılan önde gelen testlerden biridir[3]. Ekokardiyografik incelemede, duvar kalınlığı, duvar hareketi, hacimsel ölçümler, diyastolik parametreler ve doku Doppler ölçümleri gibi görsel ve sayısal parametreler kullanılarak bölgesel miyokardiyal fonksiyon değerlendirilir[4]. Bununla birlikte, stabil KAH'li birçok hastada, duvar hareketi anormallikleri gibi iskemiyi öngören ekokardiyografik patoloji yoktur. Bu nedenle, iskemiyi değerlendirmek için ek araştırmalar gerekmektedir. Ek olarak, bu ayrıntılı muayenelere rağmen, bazı çalışmalar birçok hastanın acil anjiyografinin aksine elektif koroner anjiyografi (KAG) üzerinde kritik olmayan koroner stenoza sahip olduğunu göstermiştir[5]. Bu nedenle, şiddetli KAH teşhisi için farklı yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Sol ventrikülün (LV) küresel ve katman spesifik analizi için iki boyutlu ekokardiyografi kullanılır. Bu yöntem, her bir miyokard segmentini ayrı ayrı değerlendirerek bölgesel miyokardiyal fonksiyonların sayısal ölçümüne izin verir[6]. Boyuna analiz, endokardiyal iskeminin erken saptanması ve miyokard disfonksiyonunun tahmini için daha doğru bilgi sağlar. Bunun nedeni, endokardiyumun iskemiye daha duyarlı olmasıdır[7]. Bu çalışma, dinlenme strain ekokardiyografik ölçümleri ve şiddetli KAH arasındaki ilişkiyi belirlemeyi ve KAG planında katman spesifik strain tekniğini kullanarak hasta seçiciliğini artırmayı amaçlamıştır.

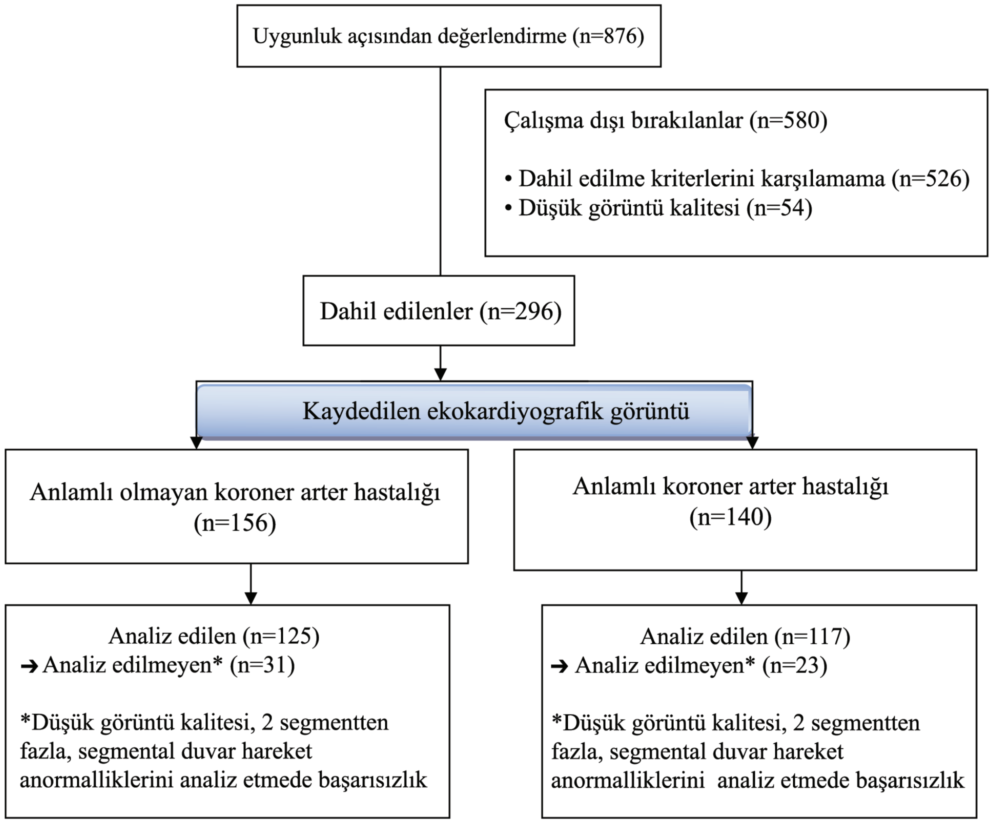
GEREÇ VE YÖNTEM

11/2018 ve 07/2019 arasında şüpheli stabil KAH ve KAG kararı olan 876 hasta çalışma için değerlendirildi. Akut koroner sendrom (AKS), miyokard enfarktüsü (MI), koroner arter baypas greft cerrahisi veya koroner müdahale, kalp yetmezliği, orta veya şiddetli valvüler hastalık, düşük ejeksiyon fraksiyonu, düşük görüntü kalitesi, segmental duvar hareket anormallikleri, malignite veya atriyal fibrilasyon öyküsü olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Diabetes mellitus, hipertansiyon ve hiperlipidemiyi kapsayan ayrıntılı bir tıbbi öykü elde edildi ve kaydedildi. Bunlardan 296 hasta dahil edilme kriterlerine göre seçildi. Dışlama/dahil etme kriterlerine göre seçilen 296 hastanın ekokardiyografik görüntüleri kaydedildi ve deneyimli bir kardiyolog tarafından uygunluk açısından değerlendirildi. Analiz için uygun 242 görüntü seçildi ve çalışmaya dahil edildi. KAG sonuçlarına göre, hastalar anlamlı ve anlamlı olmayan KAH olarak iki ana gruba ayrıldı. Değerlendirme için hastaları seçmek amacıyla kullanılan akış şeması Tablo 1'de gösterilmiştir. Trakya Üniversitesi Etik Komitesi bu çalışmayı onayladı (karar no: 2018/384-18/26, tarih: 05.11.2018). Çalışmamız Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yapıldı.

Ekokardiyografi Değerlendirmesi

Kayıtlı tüm hastalara, KAG sonuçlara veya hasta klinik bilgilerine kör olan bir kardiyolog tarafından dinlenmede 2D ekokardiyogram yapıldı. Ekokardiyografik görüntüler Vivid S70 sistemleri (Horton, Norveç, GE Healthcare) kullanılarak elde edildi. Görüntüler Echo-PAC iş istasyonuna aktarıldı. Görüntü kalitesi benek izleme analizi için yetersizse hastalar dahil edilmedi. Tüm hasta ölçümleri ekokardiyografi kılavuzlarına göre yapıldı[8]. Kayıtlardan apikal 4-odacıklı, apikal uzun eksen ve apikal 2 odacıklı görüntüler elde edildi. Ayrıca LV M-mode ölçümleri, darbeli dalga Doppler ölçümleri (mitral akış hızları; E, A) ve doku Doppler kayıtları (lateral-septal e') de elde edildi. Modifiye Simpson yöntemi, iki düzlemde LV ejeksiyon fraksiyonunu hesaplamak için kullanıldı. Parasternal uzun eksen görünümünde, sol atriyal çapı, LV sonu diyastolik/sistolik çapları ve M-modunda duvar kalınlıklarını ölçtük. E/E değerlerinin septal ve lateral E değerlerinden ortalaması alındı. Tüm görüntüler 2D benek izleme analizi için Echo-PAC iş istasyonuna aktarıldı. Üç 2D görüntü atışı (apikal 2-odacıklı, apikal uzun eksen ve 50-80 fps'de 4 odalı görünüm) ölçümler için yeterli kabul edildi. Tüm ölçümler, kayıt grubuna kör olan deneyimli iki kardiyolog tarafından hesaplandı. Analizleri hesaplamak için mevcut ölçüm kılavuzları kullanıldı[9,10]. Mitral annulus ve apeksin her iki tarafı olarak üç nokta ölçüldü. Program otomatik olarak miyokard sınırlarını izledi ve eğriler oluşturuldu (Şekil 1A). Görüntüler, denetçi tarafından manuel ayarlamalar yoluyla ölçüm için optimize edildi. Kötü izlenen miyokard sınırları olan görüntüler hariç tutuldu. 296 hastanın 54'ü kötü görüntü kalitesi veya 2'den fazla analizsiz segment

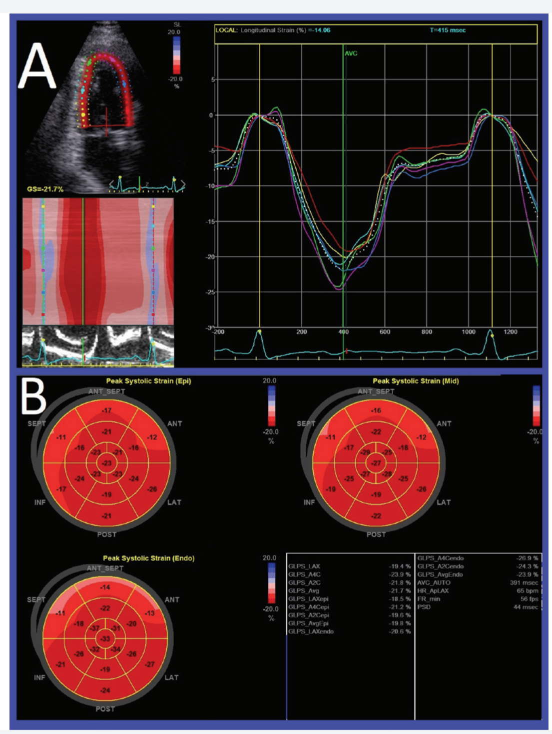
Tablo 1. Çalışmanın akış şeması



nedeniyle dışlandı. Ayarlamalardan sonra, yazılım ölçümleri otomatik olarak hesapladı. Apikal uzun eksenli görüntülerde, aort kapakların kapatılması sistolün sonu olarak tanımlandı. Üç farklı eksenden görüntüler işlendikten sonra, 17 segmentli bir boğa gözü modeli oluşturuldu (Şekil 1B). Global longitudinal değerler yazılım tarafından epikardiyal, endokardiyal ve miyokard (GLS-myo, GLS-endo, GLS-EPI) olarak otomatik olarak hesaplandı. Toplam bölgesel longitudinal strain (RLS), her üç ana koroner arterin de perfüzyon bölgelerine göre 17 segmentli modellere dayanan tüm segmentlerin tepe değerlerinin ortalaması alınarak hesaplandı[11]. Gözlemci ve gözlemciler arası güvenilirlik, 20 hastanın görüntülerinin rastgele yeniden hesaplanmasıyla değerlendirildi. Aynı operatör, ilk analizden 45 gün sonra gözlemci değişkenliği değerlendirdi. Gözlemcilerin güvenilirliği, farklı bir operatör tarafından rastgele seçilen 20 hastadan gelen görüntülerin karşılaştırılmasıyla değerlendirildi.

Koroner Anjiyografi Değerlendirmesi

Hastanın klinik bilgilerine kör olan deneyimli bir kardiyolog anjiyogramları değerlendirdi. Stenoz derecesi, stenozun en görünür olduğu projeksiyona dayanıyordu. Hastalar iki gruba ayrıldı. %70 veya daha fazla stenoz varlığında hastalarda anlamlı KAH olduğu düşünüldü. Önemli olmayan KAH grubu (kontrol grubu) normal koroner arterleri, aterosklerotik arterleri veya %50'den az stenozu olan hastaları içeriyordu. SYNTAX



Şekil 1. A: Son eğriler, endo-myokardiyal sınır izlendikten sonra otomatik olarak hesaplandı, B: "Bullseye" grafikleri üç apikal görüntünün ölçümlerinden elde edildi

puanlama sistemi, çoklu KAH ve majör koroner lezyonları olan hastalarda tedavi kararlarına rehberlik etmesi için kullanıldı. SYNTAX skoru (SS), çevrimiçi hesap makinesi sürüm 2,28 (http://www.syntaxscore.com) kullanılarak iki farklı deneyimli gözlemci tarafından hesaplandı[12]. Puanlama sisteminde, 32 ve üstü yüksek SS, 22'nin altı düşük SS ve 22 ila 32 arası orta SS olarak gruplandırıldı[13].

İstatiksel Analiz

Normal dağılım Shapiro-Wilk testi kullanılarak test edildi. Student's t-test normal dağılımlı değişkenler ve Mann-Whitney U testi ise normal dağılımı olmayan değişkenler için kullanıldı. Kantitatif değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesinde, normal olarak dağılmış değişkenler için Pearson korelasyonu değerlendirildi ve normal dağılımı olmayan değişkenler için Spearman's korelasyonu hesaplandı. Nitel değişkenler arasındaki ilişkileri değerlendirmek için Pearson ki-kare testi kullanıldı. Kesme noktası değerleri ROC analizi kullanılarak elde edildi. Koroner kalp hastalığı için risk faktörleri lojistik regresyon analizi ile belirlendi. Gözlemciler arası uyumu belirlemek için Bland-Altman grafiği oluşturuldu. Normal dağılımlı değişkenler için tanımlayıcı istatistikler olarak ortalama ve standart sapma, normal dağılımlı olmayan değişkenler için medyan ve çeyrekler arası aralık kullanıldı. Nitel değişkenler için frekanslar ve yüzdeler kullanıldı. Tüm istatistiksel analizler için TURCOSA İstatistiksel Yazılımı (Turcosa Analytics Ltd Co, Türkiye, www.turcosa.com.tr) kullanılarak anlamlılık seviyesi 0,05 olarak ayarlandı.

BULGULAR

Toplam 242 hasta kaydedildi. KAG sonuçlarına göre, tüm hastalar iki ana gruba ayrıldı. 117 (%48,3) hasta anlamlı KAH grubundaydı. Yüzyirmibeş (%51,7) normal veya aterosklerotik KAH, anlamlı olmayan KAH olarak sınıflandırıldı. Anlamlı olmayan KAH grubu kontrol grubu olarak tanımlandı. KAG endikasyonları 3 grupta değerlendirildi: 66 (%27,3) tipik anjina, 66 (%27,3) pozitif egzersiz ve 110 (%45,5) pozitif MPS. Kontrol grubunda kadın hasta oranı daha yüksekti. Tahmin edilebileceği gibi, ileri yaş, erkek cinsiyet, diabetes mellitus ve hiperlipidemi hastalarında KAH anlamlı olarak daha yüksekti ($p<0.005$). Tablo 2 tüm klinik özellikleri ve anjiyografik bulguları göstermektedir. 48 (%41.0) tekli-damar hastalığı, 26 (%22.2) ikili-damar hastalığı ve 43 (%36.8) üçlü-damar hastalığı vardı. LAD lezyonları (%76.0) anlamlı KAH grubunda daha yaygındı. Geleneksel ekokardiyografik parametreler ve GLS değerler Tablo 3'te gösterilmiştir. Duvar kalınlıkları anlamlı

Tablo 2. Hastaların klinik özellikleri

	Anlamlı olmayan KAH (n=125)	Anlamlı KAH (n=117)	p-değeri
Yaş	56,65±9,57	61,75±9,45	<0,001
Erkek, n (%)	48 (%38,4)	78 (%66,7)	<0,001
VKİ, kg/m^2	29,01±4,28	29,35±4,76	0,560
Sistolik BP, mm Hg	129,44±15,85	132,26±17,62	0,192
Diyastolik BP, mm Hg	78,08±9,00	78,67±9,97	0,626
Kalp atım hızı, bpm	72,40±8,60	71,44±7,36	0,355
DM, n (%)	26 (%20,80)	50 (%42,7)	<0,001
HT, n (%)	88 (%70,40)	93 (%79,50)	0,104
Sigara içme durumu, n (%)	58 (%46,40)	70 (%59,80)	0,036
Aile öyküsü, n (%)	42 (%33,60)	30 (%25,60)	0,176
HL, n (%)	44 (%35,20)	71 (%60,70)	<0,001
B-Bloker, n (%)	7 (%5,60)	6 (%5,10)	0,871
CCB, n (%)	24 (%19,20)	24 (%20,50)	0,798
1 damarlı hastalık	-	48 (%41,0)	-
2 damarlı hastalık	-	26 (% 22,2)	-
3 damarlı hastalık	-	43 (%36,8)	-
LMCA	-	6 (%5,1)	-
LAD	-	90 (%76,9)	-
CX	-	70 (%59,8)	-
RCA	-	70 (%59,8)	-

VKİ: Vücut kitle indeksi, KAH: Koroner arter hastalığı, Cx: Sirkumfleks arter, DM: Diabetes mellitus, HL: Hiperlipidemi, HT: Hipertansiyon, LAD: Sol ön inen arter, LMCA: Sol ana koroner arter, RCA: Sağ koroner arter, CCB: Kalsiyum kanal blokeri, BP: Kan basıncı

Tablo 3. Konvansiyonel ekokardiyografik parametreler ve longitudinal değerler			
	Anlamlı olmayan KAH (n=125)	Anlamlı KAH (n=117)	p-değeri
Ekokardiyografik parametreler			
LV EF (%)	65,78±4,43	64,92±4,97	0,156
LV EDD (mm)	46,05±3,98	45,86±4,21	0,726
LV ESD (mm)	29,35±3,38	29,63±4,13	0,563
Interventriküler kalınlık (mm)	10,94±1,24	11,77±1,52	<0,001
Posterior duvar kalınlığı (mm)	10,45±1,20	10,86±1,33	0,011
LV kitle indeksi (gr/m^2)	93,01±17,09	98,12±20,44	0,036
LAD (mm)	34,52±3,80	35,91±4,02	0,006
LA hacim indeksi (mL/m^2)	21,64±4,58	21,83±5,33	0,761
E (m/s)	0,77±0,16	0,79±0,18	0,415
A (m/s)	0,80±0,21	0,85±0,22	0,067
E/A oranı	1,01±0,29	1,05±0,95	0,681
E' (m/s)	0,10±0,03	0,09±0,02	0,081
E/e'	9,11±7,91	9,10±2,96	0,994
Dt (ms)	235,50±44,44	231,62±49,64	0,522
2D global longitudinal parametreler			
GLS mid-miyokardiyal %	-21,68±2,27	-18,25±2,92	<0,001
GLS endokardiyum %	-24,58±2,57	-20,78±3,31	<0,001
GLS epikardiyal %	-19,18±2,05	-16,07±2,72	<0,001
GLS endo-epi %	5,40±1,07	4,71±1,11	<0,001
GLS endo/epi oranı	1,28±0,057	1,30±0,076	0,10

KAH: Koroner arter hastalığı, EDD: Diyastol sonu çapı, EF: Ejeksiyon fraksiyonu, ESD: Sistolik sonu çap, Dt: Yavaşlama zamanı, LAD: Sol atriyal çap, E: Darbe dalgalı trans-mitral erken diyastolik velosite, e' Erken miyokardiyal diyastolik velosite, GLS: Global longitudinal, LA: Sol atriyum, LV: Sol ventrikul

KAH grubunda anlalı derecede daha yüksekti. Bu durum KAH grubundaki çok sayıdaki hipertansif hasta (%79.50) varlığı ile açıklanabilir. İki grup arasında ejeksiyon fraksiyonu (EF)'de fark yoktu. Anlamlı KAH grubunda daha yüksek sol ventrikül kütle indeksi ve sol atriyal çapı vardı. İki grup arasında diyastolik dolum parametrelerinde (E, A, E 'gibi) anlamlı bir fark yoktu. Tüm segmentlerin (endokard, miyokard ve epikardiyum) GLS değerleri, katmana özgü ölçümlerle gösterildiği gibi, anlamlı KAH grubunda daha düşüktü. GLS-endo ve GLS-epi (GLS endo-epi) arasındaki farkın karşılaştırılmasında, anlamlı KAH grubunda daha küçük bir fark olduğu ortaya konuldu. GLS-endo / epi oranında fark gözlenmedi. GLS ve SYNTAX puanlaması arasında korelasyon bulunmadı. SYNTAX grupları ve GLS ölçümleri karşılaştırıldı. Tüm katmanların GLS değerleri, Grup 2'de Grup 1'e göre anlamlı olarak daha düşük olarak ölçüldü. GLS ve SYNTAX grupları arasındaki ilişki Tablo 4'te gösterilmiştir. GLS değerlerinin tanısal performansının değerlendirilmesi için ROC eğrileri oluşturuldu (Şekil 2). Kesme değerleri, GLS mid-miyokardiyum için-19,5, GLS endokardiyumu için -22,6 ve GLS epikardiyumu için -16,5 olarak hesaplandı. Dilimlerin üçünde de anlamlı bir fark vardı. Eğri altındaki alan her üç dilimin hepsinde %81-82 idi. Anlamlı stenozu olan hastalarda tüm katmanlarda koroner bölgelerin tüm RLS değerleri daha düşüktü. RLS değerleri Tablo 5'te gösterilmiştir. Damar-spesifik miyokard bölgelerinin RLS değerleri ile karşılık gelen bölgede tespit edilen lezyonlar arasında bir ilişki yoktu. Damar-spesifik RLS için ROC eğrileri Şekil 3'te gösterilmiştir. GLS analizleri her iki cinsiyet için karşılaştırıldı. Her iki cinsiyette GLS ölçümlerinde anlamlı bir fark yoktu (GLS midmyocardiyal; -21,75 / -21,56 p: 0,658). Gözlemciler arası değişkenlik, Bland-Altman analizi ile değerlendirildi (Şekil 4). Endokard, miyokard ve epikardiyum için gözlemciler içi güvenilirlik sırasıyla %96, %95 ve %93 idi. Gözlemci arası güvenilirlik, endokardiyum, miyokard ve epikardiyum için sırasıyla %86, %86 ve %86 idi. Bağımsız öngörücüler çok değişkenli regresyon analizi ile değerlendirildi. Regresyon analizlerine risk faktörleri (yaş, hipertansiyon, sigara içme, diyabet, hiperlipidemi ve aile öyküsü) ve GLS endokardiyal-mid-myokardiyal-epikardiyal ölçümleri dahil edildi. Yaş, cinsiyet ve diyabet bağımsız değişkenler olarak belirlendi [yaş odds oranı (OR): 1,08, güven aralığı (GA): 0,098-3.05; erkek OR: 3,27 CI: 1,43-7,82; DM OR: 2,94 CI: 1,33-6,76].

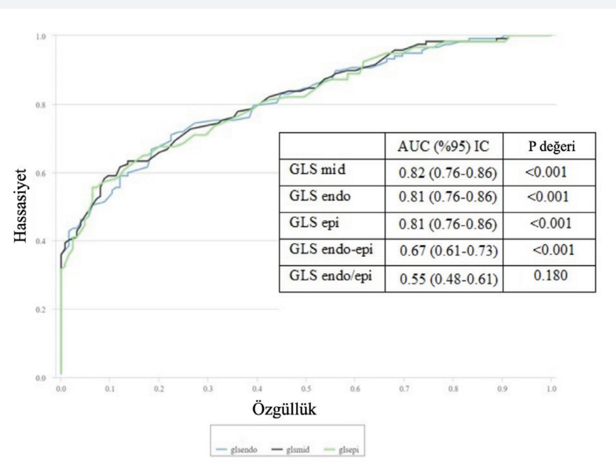
TARTIŞMA

KAH şiddetini değerlendirmek için invaziv olmayan görüntülemenin önemi artmaktadır. Rutin TTE'nin LV

Tablo 4. Şiddetli KAH grubunda (n=117) SYNTAX puanlaması ile GLS arasındaki ilişki. Ek olarak, SYNTAX puanlaması ile GLS arasındaki ilişki

	Korelasyon (r)		p-değeri	
GLS mid-miyokardiyum	-0,1064		0,254	
GLS endokardiyum	-0,010		0,279	
GLS epikardiyum	-0,1252		0,179	
GLS endo-epi	0,006		0,950	
GLS endo/epi	0,0949		0,309	
	Syntax<22 (1. Grup) (n=94)	**Syntax 22-32 (2. Grup) (n=19)**	**Syntax>32 (3. Grup) (n=4)**	**p-değeri**
GLS mid-miyokardiyum	-18,80 (16,63-20,28)	-15,80 (14,15-18,50)	-21,10 (19,13-21,25)	0,019
GLS endokardiyum	-21,45 (18,93-22,98)	-18,50 (15,75-21,25)	-23,60 (22,55-24,00)	0,009
GLS epikardiyum	-16,30 (14,80-18,20)	-14,10 (12,30-16,40)	-18,35 (16,70-19,08)	0,034
GLS endo-epi	4,70 (4,00-5,65)	4,20 (3,45-4,75)	5,35 (4,52-6,35	0,023
GLS endo/epi	1,29 (1,24-1,34)	1,28 (1,25-1,32)	1,34 (1,24-1,43)	0,486

GLS: Global longitudinal, KAH: Koroner arter hastalığı, GLS: Global longitudinal



Şekil 2. ROC eğrileri, KAH tanısı için katmana özgü GLS değerini göstermektedir

KAH: Koroner arter hastalığı, GLS: Küresel uzunlamasına, IC: Güven Aralığı

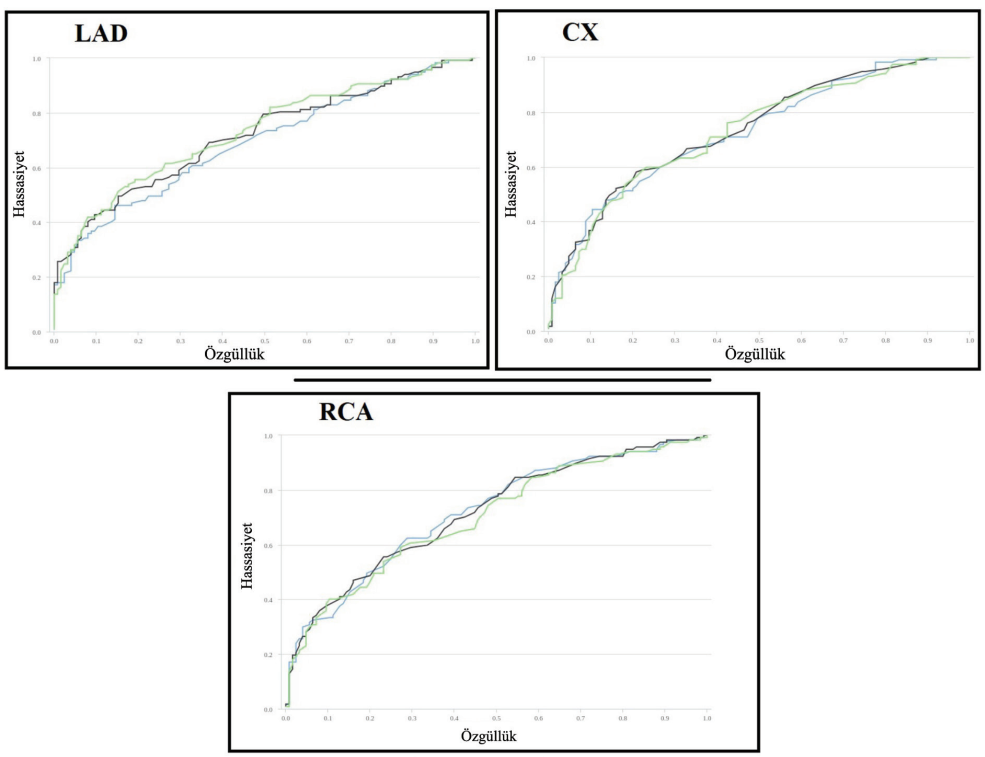
fonksiyonunu değerlendirme yeteneği sınırlıdır ve daha doğru sonuçlar gelişmiş nicel teknikler gerektirir. Ekokardiyografi LV sistolik disfonksiyonunu değerlendirmek için etkili olmakla birlikte, rutin 2D-TTE önceden MI veya yapısal kalp hastalığı olmayan hastalar için yetersizdir. Analiz, normal EF'li hastalarda bile erken miyokardiyal bozulma gösterebilir. Yayınlanmış bazı çalışmalar KAH ve gerinim testi arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir. Ashraf M. Anwar[14] tarafından yapılan çalışmada, KAH hastalarında pik sistolik değerler daha düşük bildirilmiştir. Çalışmamız ayrıca KAH hastalarında tüm katmanlar için anlamlı derecede azalmış GLS değerleri göstermiştir. Longitudinal yöndeki miyokardiyal lifler iskemiye daha duyarlıdır[15]. Bu nedenle, longitudinal değerlendirme KAH tespiti için daha iyi sonuçlar sağlar. 2D speckle tracking kullanan longitudinal ölçümler, yayınlanmış bazı çalışmalarda ACS'li hastaların tanısı ve takibi için kritiktir[16]. Çalışmamız, KAH'den şüphelenilen hastalarda KAG'dan önce speckle tracking kullanarak strain ekokardiyografisinin başarısını değerlendirmiştir.

Yakın zamanda yayınlanan Zhang ve ark.[17] tarafından yapılan benzer bir küçük çalışmada, 2D speckle tracking ile ölçülen longitudinal değerlerin ACS'li hastalarda önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir. Montgomery ve ark.[18] retrospektif bir çalışmasında, strain ekokardiyografisinden sonra 10 gün içinde KAG uygulanan hastalarda dinlenme GLS değerleri strain ekokardiyografik duvar hareket indeksi ile karşılaştırıldı. Benzer sonuçların elde edildiği görüldü. Bu nedenle, gerinim değerlendirmesinin strain ekokardiyografisinin yerini alabileceği öne sürülmüştür. Yılmaztepe ve ark.[19], 79 hastayı retrospektif olarak değerlendirmiş ve çalışmamıza benzer şekilde, şiddetli KAH'li gruptaki tüm katmanlarda pik sistolik GLS değerlerinde anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Çalışmalarında transmural GLS'nin bağımsız bir öngörücü olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, GLS ölçümlerinin, araştırmamızın lojistik regresyon analizindeki tüm katmanlar için anlamlı bir öngörücü olmadığı bulunmuştur. Benzer şekilde, Hagemann ve ark.[20] tarafından son zamanlarda yapılan bir çalışmada, mid-miyokardiyal ve epikardiyal

Tablo 5. Bölgesel longitudinal değerler

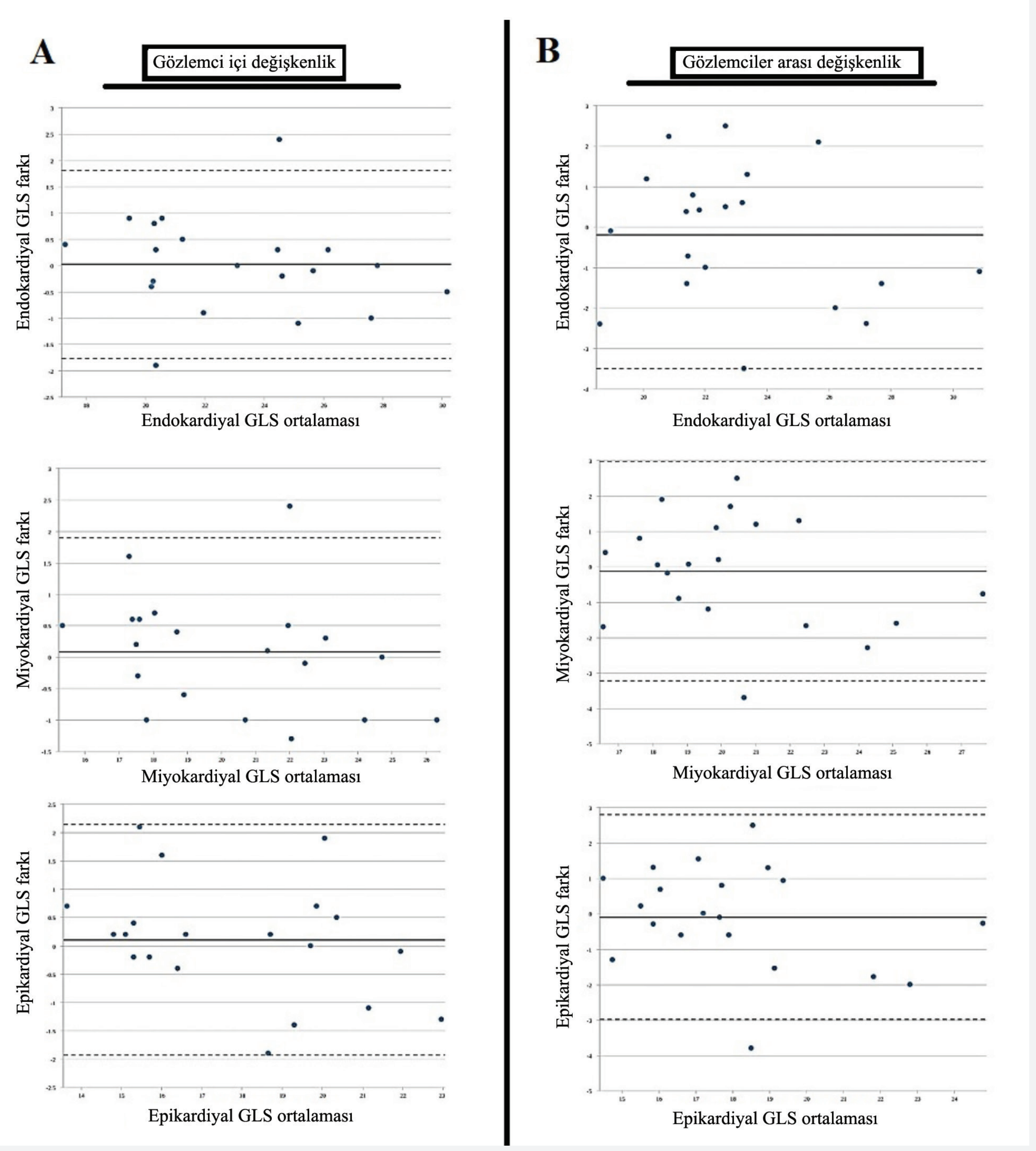
	Anlamlı olmayan KAH (n=125)	Anlamlı KAH (n=117)	p-değeri
LAD			
RLS mid-miyokardiyum	-21,90±2,88	-18,98±3,89	<0,001
RLS endokardiyum	-26,01±3,48	-23,02±4,44	<0,001
RLS epikardiyum	-18,85±2,58	-16,19±3,29	<0,001
Cx			
RLS mid- miyokardiyum	-20,75±4,74	-17,56±3,27	<0,001
RLS endokardiyum	-22,91±3,32	-19,81±3,58	<0,001
RLS epikardiyum	-18,55±3,19	-15,82±3,12	<0,001
RCA			
RLS mid- miyokardiyum	-21,65±3,18	-18,92±3,55	<0,001
RLS endokardiyum	-23,67±3,43	-20,66±3,93	<0,001
RLS epikardiyum	-20,01± 3,00	-17,90± 5,23	<0,001

RLS: Bölgesel longitudinal, KAH: Koroner arter hastalığı, Cx: Sirkumfleks arter, LAD: Sol anterior inen arter, RCA: Sağ koroner arter



Şekil 3. Bölgesel analizde tanı değerlendirmesi için ROC analizi
LAD: Sol ön inen arter, CX: Sirkumfleks arter, RCA: Sağ koroner arter

GLS ölçümlerinin şiddetli KAH'in belirlenmesinde bağımsız öngörücüler olabileceği bulunmuştur. Bununla birlikte, bu çalışmanın aksine, çalışmamız sirkumferansiyel ölçülmemiştir. Son üç çalışmanın sonuçlarına bakıldığında, tek başına GLS ölçümünün herhangi bir katmanda anlamlı olmayabileceğini görebiliriz. Literatürdeki son çalışmalarda katmana özgü değerlendirmenin klinik önemi tam olarak gösterilmemiştir. Yakın tarihli bir başka makalede, tüm duvarın GLS ölçümlerinin, bitişik katmanlar nedeniyle katmana özgü ölçümlerden daha doğru bilgi sağladığı belirtilmiştir. Mevcut teknolojinin tüm katmanlardaki deformasyonu ayıramadığı da vurgulanmıştır[10].



Şekil 4. Gözlemci ve gözlemciler arası değişkenlik istatistikleri Bland / Altman grafiğinde gösterilmiştir. A-Intra-Observer değişkenliği, B-Inter-Observer değişkenliği

GLS: Global longitudinal

Strain ekokardiyografisi, LV fonksiyonun değerlendirilmesinde EF'den daha duyarlıdır, ancak MI nedeniyle preload, afterload ve mekanik desenkron gibi hemodinamik faktörler ile yaş ve cinsiyetten etkilenir. Önceki MI, duvar hareketi anormallikleri, orta ila şiddetli valvüler hastalık, pulmoner hipertansiyon, dal bloğu ve atriyal fibrilasyon olan hastaları hariç tuttuk. Kan basıncı ve medikasyon benzerdi ve tüm hastalar euvolemikti. Bu faktörlerin çalışmamızı önemli ölçüde etkilemediğine inanıyoruz. Her ne kadar normal GLS ve LSS aralığının sınırları çalışmamızda açıkça tanımlanmamış olsa da, kesme değerleri, Nagata ve ark.[21] ve Shi ve ark.[22] tarafından aynı yazılımla (GLSendo: %-19,5, GLSmyo: %-22,6, GLSepi: %-16,5) yapılan çalışmalara benzer bulunmuştur. Yakın zamanda yapılan bir derlemede, akut hastalarda -17,82 ve kronik hastalarda -17,41 kesme değerleri bildirilmiştir[23].

Hagemann ve ark.[24] MPS'de iskemi tanısı konan 80 hastayı retrospektif olarak değerlendirmişlerdir. Gruplar gerçek pozitif ve yanlış pozitif gruplara ayrılmıştır. Gerçek pozitif grupta GLS değerlerinin daha düşük olduğu ve yanlış pozitif grup ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmadığı bulunmuştur. Çalışmamızda, MPS pozitifliği ve şiddetli stenozu olan hastalarda daha düşük GLS değerleri bulunmuştur (GLS mid-miyokard -18,42, -21,66 $p<0,001$).

Son çalışmalar, KAH şiddetini belirlemek için AKS SS kullanmıştır[25]. Çalışmamızda, SS ve strain ekokardiyografisi de kronik KAH değerlendirildi. Grubun SYNTAX puanları, kılavuzda belirtildiği gibi <22 (Grup 1), 22-32 (Grup 2) ve >32 (Grup 3) olarak sınıflandırıldı. Çoklu karşılaştırma testlerinde, sadece Grup 1 ve Grup 2 arasında anlamlı bir fark vardı (Tablo 4). Başlangıçta pik sistolik strainde bir azalmanın daha yüksek bir grupla ilişkili olabileceğini düşündük, ancak üçüncü grup ve diğerleri arasında muhtemelen küçük boyutu nedeniyle (n=4) fark bulunmadı. Gelecekteki çalışmalarda homojen dağılmış gruplar tüm gruplar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkarabilir.

Çalışmamızda, şiddetli KAH grubunda bölgesel ölçümler kontrol grubuna göre daha düşüktü ve önceki araştırmalarla uyumluydu. Bununla birlikte, koroner arterler, kollateral damarlar ve mikrovasküler disfonksiyon arasındaki farklılıklar nedeniyle iskemik koroner arter ve düşük bölgesel değerler arasında korelasyon bulunmamıştır. Bu nedenle, bunu lezyon öngörüsü için kullanmaya karşı tavsiye ediyoruz. Ekokardiyografi yorumlama zorlukları nedeniyle tartışmalı olmaya devam ederken, analiz programlarındaki gelişmeler ve otomatik hesaplamalar, deneyimsiz kullanıcıların bile görüntü değerlendirmelerini gerçekleştirmesini kolaylaştırmıştır.

Analiz edilecek bir başka konu da yapay zeka olmalıdır. Günümüzde, KAH'de yapay zekanın kullanımı üzerine bazı çalışmalar bulunmaktadır[26]. Muhtemelen, gelecekteki tüm görüntüleme tekniklerinin yanı sıra strain ekokardiyografisine yapay zeka desteği eklenecektir. Bu şekilde, daha da optimal sonuçlar elde edilecektir. Son çalışmalar koroner bilgisayarlı tomografi ve MPS'nin birbirlerine üstünlüğünü göstermektedir[27]. Gelecekte, bu sınavlara ek olarak strain ekokardiyografisi geliştirilecek ve kullanımı ön tanıda yaygınlaşacaktır.

Çalışmanın Kısıtlılıkları

Çalışmamızın bazı sınırlamaları vardır. Gruplar arasında cinsiyet dağılımında bir fark vardı ve mikrovasküler değerleri etkileyebilen diyabet, ciddi KAH grubunda daha yaygındı. Bu nedenle, bu iki durum için daha homojen bir popülasyonda daha büyük bir çalışma planlanabilir. Analiz görsel analizden daha nicel ve doğru sonuçlar sağlasa da, operatöre bağlı bir tekniktir. Bu nedenle operatör hatasına ve öznel değerlendirmeye tabidir. Ayrıca, hasta ekokardiyografik görüntü kalitesi birçok faktöre göre değişir ve bazı görüntülerin işlenmesi zordur. Çalışmamız prospektif ve kesitseldir. Daha büyük hasta gruplarına sahip çok merkezli çalışmalar, bu sınırlamaların üstesinden gelmek ve daha net sonuçlar elde etmek için tasarlanabilir.

SONUÇ

Çalışmamızda, KAH şüphesi olan ve TTE'de duvar hareket bozukluğu olmayan hastalarda değerler daha düşük ve anlamlıydı.

Özellikle, korunmuş LVEF olan hastalarda, anlamlı KAH'li hastalarda tüm miyokard tabakalarında 2DSTE dinlenme tabaka-spesifik GLS önemli ölçüde azalmıştı. Strain ekokardiyografisi, EKG, biyokimyasal belirteçler ve standart ekokardiyografik ölçümlere ek olarak tanı ve takipte çok yararlı olacaktır.

Speckle-tracking ekokardiyografisi tekniği araştırmaya açıktır ve geliştirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde tanı, tedavi ve takipte ileri hasta yönetimi sağlar ve bize kalbin fizyolojisi hakkında yeni bir bakış açısı sunar.

Etik

Etik Kurul Onayı: Trakya Üniversitesi Etik Komitesi bu çalışmayı onayladı (karar no: 2018/384-18/26, tarih: 05.11.2018). Çalışmamız Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yapıldı.

Hasta Onayı: Retrospektif çalışmadır.

Dipnot

Yazarlık Katkıları

Cerrahi ve Medikal Uygulama: Ç.K., Konsept: Ç.K., M.Y., Dizayn: Ç.K., M.Y., S.K., H.Y.G., Veri Toplama veya İşleme: Ç.K., M.Y., S.K., Analiz veya Yorumlama: Ç.K., S.K., Literatür: Ç.K., M.Y., H.Y.G., Yazan: Ç.K., M.Y., H.Y.G., S.K.

Çıkar Çatışması: Yazarlar bu makale ile ilgili olarak herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Çalışmamız için hiçbir kurum ya da kişiden finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Vrints C, Andreotti F, Koskinas KC, Rossello X, Adamo M, Ainslie J, et al. 2024 ESC Guidelines for the management of chronic coronary syndromes. Eur Heart J. 2024;45:3415-537.
2. Buechel RR, Kaufmann BA, Tobler D, Wild D, Zellweger MJ. Non-invasive nuclear myocardial perfusion imaging improves the diagnostic yield of invasive coronary angiography. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2015;16:842-7.
3. Schiller NB, Shah PM, Crawford M, DeMaria A, Devereux R, Feigenbaum H, et al. Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American society of echocardiography committee on standards, subcommittee on quantitation of two-dimensional echocardiograms. J Am Soc Echocardiogr. 1989;2:358-67.
4. Sutherland GR, Di Salvo G, Claus P, D'hooge J, Bijnens B. Strain and strain rate imaging: a new clinical approach to quantifying regional myocardial function. J Am Soc Echocardiogr. 2004;17:788-802.
5. Patel MR, Peterson ED, Dai D, Brennan JM, Redberg RF, Anderson HV, et al. Low diagnostic yield of elective coronary angiography. N Engl J Med. 2010;362:886-95.
6. D'hooge J, Heimdal A, Jamal F, Kukulski T, Bijnens B, Rademakers F, et al. Regional strain and strain rate measurements by cardiac ultrasound: principles, implementation and limitations. Eur J Echocardiogr. 2000;1:154-70.
7. Sanderson JE, Fraser AG. Systolic dysfunction in heart failure with a normal ejection fraction: echo-Doppler measurements. Prog Cardiovasc Dis. 2006;49:196-206.
8. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, 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. J Am Soc Echocardiogr. 2015;28:1-39.
9. Voigt J-U, Pedrizzetti G, Lysyansky P, Marwick TH, Houle H, Baumann R, et al. Definitions for a common standard for 2D speckle tracking echocardiography: consensus document of the EACVI/ASE/Industry Task Force to standardize deformation imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2015;16:1-11.
10. Voigt JU, Cvijic M. 2- and 3-Dimensional Myocardial Strain in Cardiac Health and Disease. JACC Cardiovasc Imaging. 2019;12:1849-63.
11. Cerqueira MD, Weissman NJ, Dilsizian V, Jacobs AK, Kaul S, Laskey WK, et al. 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. Circulation. 2002;105:539-42.
12. Généreux P, Palmerini T, Caixeta A, Cristea E, Mehran R, Sanchez R, et al. SYNTAX score reproducibility and variability between interventional cardiologists, core laboratory technicians, and quantitative coronary measurements. Circ Cardiovasc Interv. 2011;4:553-61.
13. Vrettos A, Dawson D, Grigoratos C, Nihoyannopoulos P. Correlation between global longitudinal peak systolic strain and coronary artery disease severity as assessed by the angiographically derived SYNTAX score. Echo Res Pract. 2016;3:29-34.
14. Anwar AM. Accuracy of two-dimensional speckle tracking echocardiography for the detection of significant coronary stenosis. J Cardiovasc Ultrasound. 2013;21:177-82.
15. Biering-Sørensen T, Hoffmann S, Mogelvang R, Zeeberg Iversen A, Galatius S, Fritz-Hansen T, et al. Myocardial strain analysis by 2-dimensional speckle tracking echocardiography improves diagnostics of coronary artery stenosis in stable angina pectoris. Circ Cardiovasc Imaging. 2014;7:58-65.
16. Meimoun P, Abouth S, Clerc J, Elmkies F, Martis S, Luycx-Bore A, et al. Usefulness of two-dimensional longitudinal strain pattern to predict left ventricular recovery and in-hospital complications after acute anterior myocardial infarction treated successfully by primary angioplasty. J Am Soc Echocardiogr. 2015;28:1366-75.
17. Zhang L, Wu WC, Ma H, Wang H. Usefulness of layer-specific strain for identifying complex CAD and predicting the severity of coronary lesions in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome: Compared with Syntax score. Int J Cardiol. 2016;223:1045-52.
18. Montgomery DE, Puthumana JJ, Fox JM, Ogunyankin KO. Global longitudinal strain aids the detection of non-obstructive coronary artery disease in the resting echocardiogram. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2012;13:579-87.
19. Yılmaztepe MA, Uçar FM. Layer-specific strain analysis in patients with suspected stable angina pectoris and apparently normal left ventricular wall motion. Cardiovasc Ultrasound. 2018;16:25.
20. Hagemann CA, Hoffmann S, Hagemann RA, Fritz-Hansen T, Olsen FJ, Jørgensen PG, et al. Usefulness of layer-specific strain in diagnosis of coronary artery disease in patients with stable angina pectoris. Int J Cardiovasc Imaging. 2019;35:1989-99.
21. Nagata Y, Wu VC, Otsuji Y, Takeuchi M. Normal range of myocardial layer-specific strain using two-dimensional speckle tracking echocardiography. PLoS One. 2017;12:e0180584.
22. Shi J, Pan C, Kong D, Cheng L, Shu X. Left ventricular longitudinal and circumferential layer-specific myocardial strains and their determinants in healthy subjects. Echocardiography. 2016;33:510-8.
23. Pastore MC, Mandoli GE, Contorni F, Cavigli L, Focardi M, D'Ascenzi F, et al. Speckle tracking echocardiography: early predictor of diagnosis and prognosis in coronary artery disease. Biomed Res Int. 2021;2021:6685378.
24. Hagemann CE, Hoffmann S, Olsen FJ, Jørgensen PG, Fritz-Hansen T, Jensen JS, et al. Layer-specific global longitudinal strain reveals impaired cardiac function in patients with reversible ischemia. Echocardiography. 2018;35:632-42.
25. KARADENİZ M, AYDIN C, DEMİRKIRAN A, ALP Ç. Predictors of severity of coronary artery disease in patients with acute ST-elevation myocardial infarction. Namik Kemal Med J. 2024;12:171-5.
26. Hayıroğlu Mİ, Altay S. The Role of Artificial Intelligence in coronary artery disease and atrial fibrillation. Balkan Med J. 2023;40:151-2.
27. DELİBALTA S, SAYIT AT, ÇELENK Ç. Investigation of coronary artery disease by coronary computed tomography angiography and the diagnostic value of first-pass myocardial perfusion imaging without stress. Namik Kemal Med J. 2023;11:301-7.