

Akut Koroner Sendrom

Acute Coronary Syndrome

Çağrı Özcan¹, Pınar Nercis Koşar²

¹Etimesgut Şehit Sait Ertürk Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

²Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

ÖZ

Akut koroner sendrom, aterosklerotik plak rüptürü ve tromboz ile karakterize, hızlı tanı ve müdahale gerektiren yüksek mortaliteli bir klinik tablodur. Tanı ve yönetiminde Koroner bilgisayarlı tomografi anjiyografisi ve kardiyak manyetik rezonans görüntüleme gibi non-invaziv görüntüleme yöntemleri kritik bir rol oynar. Klinisyenlerce doğru modalite seçimi tanısal doğruluğu artırır.

Anahtar Kelimeler: Koroner arter hastalığı, ekokardiyografi, miyokardiyal perfüzyon görüntüleme, bilgisayarlı tomografi anjiyografi, manyetik rezonans görüntüleme

ABSTRACT

Acute coronary syndrome is a clinical condition characterized by atherosclerotic plaque rupture and thrombosis, requiring rapid diagnosis and intervention due to its high mortality. Non-invasive imaging methods like coronary computed tomography angiography and cardiac magnetic resonance imaging have a critical role in its diagnosis and management. Proper modality selection by clinicians enhances diagnostic accuracy.

Keywords: Coronary artery disease, echocardiography, myocardial perfusion imaging, computed tomography angiography, magnetic resonance imaging

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Akut koroner sendrom spektrumu hakkında genel bilgilerin ve güncellenmiş kılavuzda başlangıç değerlendirmesi için kullanılan non-invaziv görüntüleme yöntemlerinin klinik süreçteki rolünün bilinmesi.
- Akut koroner sendrom tanısında kullanılabilecek görüntüleme yöntemlerinin (bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans görüntüleme, ekokardiyografi vb.) uygulanabilirlik ve prognostik değer açısından üstünlük ve sınırlılıklarının bilinmesi, bu bilgilerin hasta yönetiminde optimal karar verme sürecine entegre edilmesi.
- Akut koroner sendromun başlangıç değerlendirmesi ve revaskülarizasyon sonrası risk stratifikasyonunda kullanılan non-invaziv görüntüleme yöntemlerinin tanısal özellikleri hakkında bilgi sahibi olunması.

GİRİŞ

Akut koroner sendrom (AKS), koroner arterlerin ani tıkanması sonucu miyokardiyal iskemiye bağlı kardiyomiyosit hasarının meydana geldiği, hayatı tehdit eden klinik bir durumdur. Kalp damar hastalıkları (KDH), özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde ağırlıklı olmak üzere Dünya genelinde en yaygın ölüm nedeni olup Türkiye’de her yıl yaklaşık 300.000 AKS olgusu görülmektedir [1-3]. İskemik kalp hastalığı, kadınlarda KDH ölümlerinin %38’ini, erkeklerde ise %44’ünü oluşturmaktadır olup AKS’nin prevalansı yaşla birlikte artmaktadır [4].

Birçok koroner risk faktörü bu süreci etkilemektedir, bunlar arasında ailede koroner arter hastalık öyküsü, hiperkolesterolemi, hipertansiyon, diyabet ve sigara içme bulunur. Belirtilen risk faktörleri kan damarlarında endotelin hasara uğramasına ve endotel disfonksiyonuna neden olur, bu da aterosklerotik sürecin başlamasına yol açar [5].

Akut koroner sendrom, genellikle aterosklerotik bir plağın rüptürü, erozyonu ve takip eden tromboz ile karakterizedir. Stenotik/oklüde koroner arterlerde miyokarda doğru olan kan akımı bozulur. Sonuçta kas dokusunun perfüzyonu azalır. Bu



Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Çağrı Özcan, Etimesgut Şehit Sait Ertürk Devlet Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Ankara, Türkiye

E-posta: md.cagrizcan@gmail.com **ORCID ID:** orcid.org/0009-0008-4275-3963

Geliş Tarihi/Received: 08.11.2024 **Kabul Tarihi/Accepted:** 21.11.2024 **Yayınlanma Tarihi/Publication Date:** 15.08.2025

Cite this article as: Özcan Ç, Koşar PN. Acute coronary syndrome. *Trd Sem.* 2025;13(2):254-267



Copyright© 2025 Yazar. Türk Radyoloji Derneği adına Galenos Yayınevi tarafından yayımlanmıştır.

Creative Commons Atıf-GayriTicari 4.0 Uluslararası (CC BY-NC 4.0) Uluslararası Lisansı ile lisanslanmış, açık erişimli bir makaledir.

durum kontraktıl disfonksiyona, iskemiğe sekonder anjınaya veya miyokard enfarktüsünü de içeren AKS tablosuna neden olur. Koroner stenotik lezyonların hemodinamik önemi, anatomik yerleşimlerine, stenoz derecesi, obstrüktif plağın yaygınlığı ve kompozisyonu gibi çeşitli faktörlere bağlıdır [6]. Son yapılan çalışmalar non-invaziv görüntüleme yöntemlerinin bilinen veya şüphelenilen koroner arter hastalığı (KAH) olan hastaların değerlendirilmesinde ve tedavisinin yönlendirilmesinde temel bir rol oynadığı üzerinde durmaktadır. Görüntüleme, koroner arterlerin anatomisinin ve fizyolojisinin kapsamlı değerlendirilmesini sağlamak, teşhis, takip ve AKS'nin ötesinde maksimum hasta faydası sağlamak için gereklidir [7].

Akut koroner sendromun zamanında teşhisi ve tedavisi, mortalite ve morbidite oranlarını önemli ölçüde azaltmaktadır [8]. Bu nedenle klinisyenlerin, her bir görüntüleme yönteminin özelliklerini ve pratikteki kullanım alanlarını anlaması uygun incelemeyi hızlı bir şekilde seçmesine yardımcı olacaktır. Bu incelemede, güncel kılavuz ve literatür bilgileri ışığında AKS'de non-invaziv kardiyovasküler görüntüleme tekniklerinin öneminden ve klinik pratikteki yerinden bahsedilmiştir.

KLİNİK SUNUM

Akut koroner sendromda tipik klinik sunum, sternumda sıkışma, baskı, sıkma veya ağırlık hissi ile karakterizedir. Ağrı kola ve boyuna yayılabilir. Göğüs ağrısı, yeni başlangıçlı olarak dinlenme sırasında oluşabileceği gibi efor esnasında da ortaya çıkabilir ve fiziksel aktivitede kısıtlamaya neden olabilir. Göğüs ağrısı, aşağıdaki üç spesifik özelliğin varlığına göre sınıflandırılır. Bunlar:

1. Göğüste, epigastriumda, boyunda, çenede, sırtta, sol omuzda veya kolda konumlanma,
2. Egzersiz veya stres ile tetiklenme,
3. Dinlenme veya sublingual nitratlar ile 3-5 dakika içerisinde rahatlama.

Yukarıdaki üç özelliğin tamamı karşılanıyorsa "Tipik Anjina", iki özelliği karşılanıyorsa "Atipik Anjina", sadece bir tanesi karşılanıyorsa veya bu özelliklerin hiçbiri karşılanmıyorsa "Non-Anjinal Göğüs Ağrısı" olarak tanımlanır. Atipik sunumlar diyabetik, yaşlı ve kadın hastalarda daha yaygın olarak izlenir. Hastalarda göğüs ağrısına ek olarak nefes darlığı, bulantı-kusma, çarpıntı, senkop ve kardiyak arrest semptomları da gözlemlenebilir. Komplikasyonlar eşlik etmediği sürece fizik muayene bulguları genellikle aşikar olmamakla birlikte yeni gelişen üfürümler, gallop ritmi veya ral gibi hipotansiyon ve konjestif kalp yetmezliği bulguları ile karşılaşılabılır.

KLİNİK DEĞERLENDİRME VE TANI

Akut koroner sendromlar, elektrokardiyografi (EKG) değişiklikleri ve/veya kardiyak troponin (cTn) artışları ile birlikte veya bunlar olmadan, klinik semptomlarda veya bulgularla son zamanlarda değişiklikler gösteren hastalıkları kapsayan bir spektrumu içerir. Bu durum başvuruda asemptomatik klinik bir tablodan kardiyak arrest, elektriksel/hemodinamik instabilite ve kardiyojenik şoka kadar uzanan geniş bir yelpazede seyredebilir. Şüpheli AKS hastalarında fizik muayene, ayrıntılı tanıları dışlamak, yüksek riskli özellikleri belirlemek ve kardiyak arrest veya kardiyojenik şok durumlarını ortaya koymak için önemlidir. Bu süreçte ilk tıbbi temas sırasında hayati bulguların hızlı bir şekilde değerlendirilmesi ve eş zamanlı olarak zaman kaybedilmeden ilk EKG'nin alınması önerilmektedir. İlk değerlendirmeye dayanarak, acil bir invaziv yönetimin gerekli olup olmadığına karar verilebilir.

Klinik olarak AKS şüphesi taşıyan hastalar, başvuru sırasında yapılan EKG'ye göre öncelikle ST segment elevasyonlu miyokard enfarktüsü (ST-elevation MI, STEMI) ve ST segment elevasyonu olmayan AKS (non-ST-elevation ACS, NSTEMI-AKS) olarak sınıflandırılır. Süreçte gecikmeye yol açmaması için cTn ölçüm sonuçları AKS'nin bu ilk sınıflandırması ve acil yönetim için gerekli değildir. Ardından, NSTEMI-AKS hastaları, miyokardiyal hücre hasarının belirtici olan cTn yükselmesinin varlığına veya yokluğuna göre sırasıyla, NSTEMI ve unstabil anjina (UA) olarak daha detaylı sınıflandırılabilir [9]. EKG değişiklikleri ve cTn yükselmesi, AKS'li hastaların başlangıç yönetimini ve risk seviyesini belirlemede yardımcı olur.

Yukarıda belirtildiği gibi AKS ve MI benzer durumlar olarak anlaşıyor olsa da farklı tanımlamalardır. AMI, akut miyokardiyal iskemiye sekonder kardiyomiyosit nekrozudur ve aterosklerotik (tip 1) olmak üzere farklı olaylara bağlı beş tipte sınıflanmaktadır [4]. Miyokard hasarı ise, miyokard iskemisi dışındaki mekanizmalara bağlı troponin salınımını tanımlar ve MI kriterlerini karşılamaz. Miyokardit, sepsis, Takotsubo kardiyomiyopatisi, kalp kapak hastalığı, aritmiler ve kalp yetmezliği gibi nedenlerden kaynaklanabilir. Klinik tabloları çoğu zaman iç içe geçmiş olan patolojilerin nihai tanısı, hastanın semptomları, EKG bulguları, troponin seviyeleri ve görüntüleme gibi diğer tanı testlerinin sonuçlarına dayanarak konur. Bu testler, MI türünü ve altında yatan patofizyolojiyi anlamaya yardımcı olur. Başlangıçta STEMI veya NSTEMI-AKS tanısı alan hastaların, sonunda AKS dışı bir tanı alabilecekleri akılda bulundurulmalıdır.

Avrupa Kardiyoloji Derneği'nin (ESC) 2023'te yayınlanan yeni kılavuzunda AKS yönetimi için güncel öneriler mevcuttur. STEMI hastaları için mevcut akış şeması devamlılığını korumakta olup acil (mümkün olan en kısa sürede) invaziv koroner anjiyografi (IKA) ve primer perkütan koroner girişim (PPKG) ya da PPKG 120 dakika içerisinde mümkün olmayacaksa fibrinolitik tedavisi

önerilmektedir. Nihai hedef canlılığını devam ettirebilecek miyokardı hemen reperfüze etmek ve kurtarmaktır. Çok yüksek riskli özelliklere sahip NSTE-AKS hastaları için acil invaziv anjiyografi önerilmekte olup yüksek riskli özelliklere sahip NSTE-AKS hastaları için erken invaziv anjiyografi (yani, <24 saat) önerilmektedir (Tablo 1) [4]. Mevcut kılavuzda NSTE-AKS şüphesi olan hastalar için görüntüleme önerileri ayrıca belirtilmiştir. **AKS şüphesi olan, cTn seviyesi yükselmemiş (veya belirsiz), EKG değişikliği olmayan ve ağrısı tekrarlamayan hastalarda, başlangıç incelemesinin bir parçası olarak koroner bilgisayarlı tomografi anjiyografi (KBTA) veya non-invaziv stres görüntüleme testinin değerlendirilmesi vurgulanmış olup öneri sınıfı (class) IIa ve kanıt düzeyi (level) A'dır (Tablo 2 ve 3).**

Yukarıda da belirtildiği gibi acil serviste AKS şüphesi yüksek olan hastaların büyük bir kısmı İKA için adaydır. Buna karşılık, AKS şüphesi düşük ve orta düzeyde olan hastalar acil servisten servise transver edildikten sonra non-invaziv görüntüleme

yöntemleri için uygun adaylardır. Bu aşamada özellikle BTA, koroner arter tıkanıklığı olmayan ve taburcu edilebilecek hastaları belirlemeye yardımcı olur; ayrıca revaskülarizasyon düşünülebilecek tıkalı koroner hastalığı olan hastaları da saptayabilir. Aşağıdaki bölümde AKS hastalarında tanıda yardımcı olabilecek non-invaziv görüntüleme yöntemleri ve bunların klinik pratikteki yerlerinden detaylı olarak bahsedilmiştir.

NON-İNAVZİV GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Görüntülemenin AKS'deki rolü, başka türlü sonuçsuz kalacak bir durumun tanısını doğrulamak ve sol ventrikül fonksiyonunu değerlendirmektir. **Acil kardiyak kateterizasyon gerektiğinde, invaziv olmayan görüntüleme tetkiklerinin yapılması, İKA'nın gerçekleştirilmesini geciktirmemelidir.**

Hem anatomik hem de fonksiyonel invaziv olmayan görüntüleme, KAH tanı ve yönetiminde önemli rol oynamaktadır.

Tablo 1. Akut koroner sendrom yönetiminde çok yüksek ve yüksek risk kriterleri

Aşağıdaki çok yüksek risk kriterlerinden herhangi birine sahip NSTE-AKS hastaları için acil invaziv koroner anjiyografi ve gerekirse PPKG önerilir:

- Hemodinamik instabilite veya kardiyojenik şok
- Tıbbi tedaviye dirençli tekrarlayan veya devam eden göğüs ağrısı
- Devam eden miyokard iskemisine bağlı olduğu düşünülen akut kalp yetmezliği
- Başvuru sonrası yaşamı tehdit eden aritmiler veya kardiyak arrest
- Mekanik komplikasyonlar
- İskemiye düşündüren tekrarlayan dinamik EKG değişiklikleri (özellikle aralıklı ST-segment elevasyonu ile birlikte).

Aşağıdaki en az bir yüksek risk kriterine sahip hastalarda, 24 saat içinde erken invaziv strateji düşünülmesi gerekmektedir. Bunlar:

- Güncel ESC cTn algoritmalarına göre doğrulanmış NSTEMI tanısı
- Dinamik ST segmenti veya T dalgası değişiklikleri
- Geçici ST segmenti yükselmesi
- Global akut koroner olaylar kaydı risk skoru >140

PPKG, primer perkütan koroner girişim; NSTE-AKS, segment elevasyonu olmayan-akut koroner sendrom; EKG, elektrokardiyografi; ESC, Avrupa Kardiyoloji Derneği; cTn, kardiyak troponin; NSTEMI, ST segment elevasyonu olmayan miyokard enfarktüsü.

Tablo 2. Öneri sınıfları

Sınıflar (classes)

Sınıf I	Tedavi veya prosedürün faydalı, kullanışlı, etkili olduğuna dair kanıtlar ve/veya genel bir görüş birliği vardır	Önerilir/Endikedir
Sınıf II	Tedavi veya prosedürün yararlılığı/etkinliği konusunda çelişkili kanıtlar ve/veya görüş ayrılığı	
Sınıf IIa	Kanıtların/görüşlerin ağırlığı, yararlılık/etkinlikten yanadır	Değerlendirilmez
Sınıf IIb	Yararlılık/etkinlik, kanıtlar/görüşler tarafından daha az iyi kanıtlanmıştır	Düşünülebilir
Sınıf III	Verilen tedavi veya prosedürün yararlı/etkili olmadığına ve bazı durumlarda zararlı olabileceğine dair kanıtlar veya genel bir görüş birliği vardır	Önerilmez

Tablo 3. Kanıt düzeyi (level)

Kanıt düzeyi A	Birden fazla randomize klinik çalışmadan veya meta-analizlerden elde edilen veriler
Kanıt düzeyi B	Tek bir randomize klinik çalışmadan veya büyük randomize olmayan çalışmalardan elde edilen veriler
Kanıt düzeyi C	Uzmanların görüş birliği ve/veya küçük çalışmalar, retrospektif çalışmalar, kayıtlar

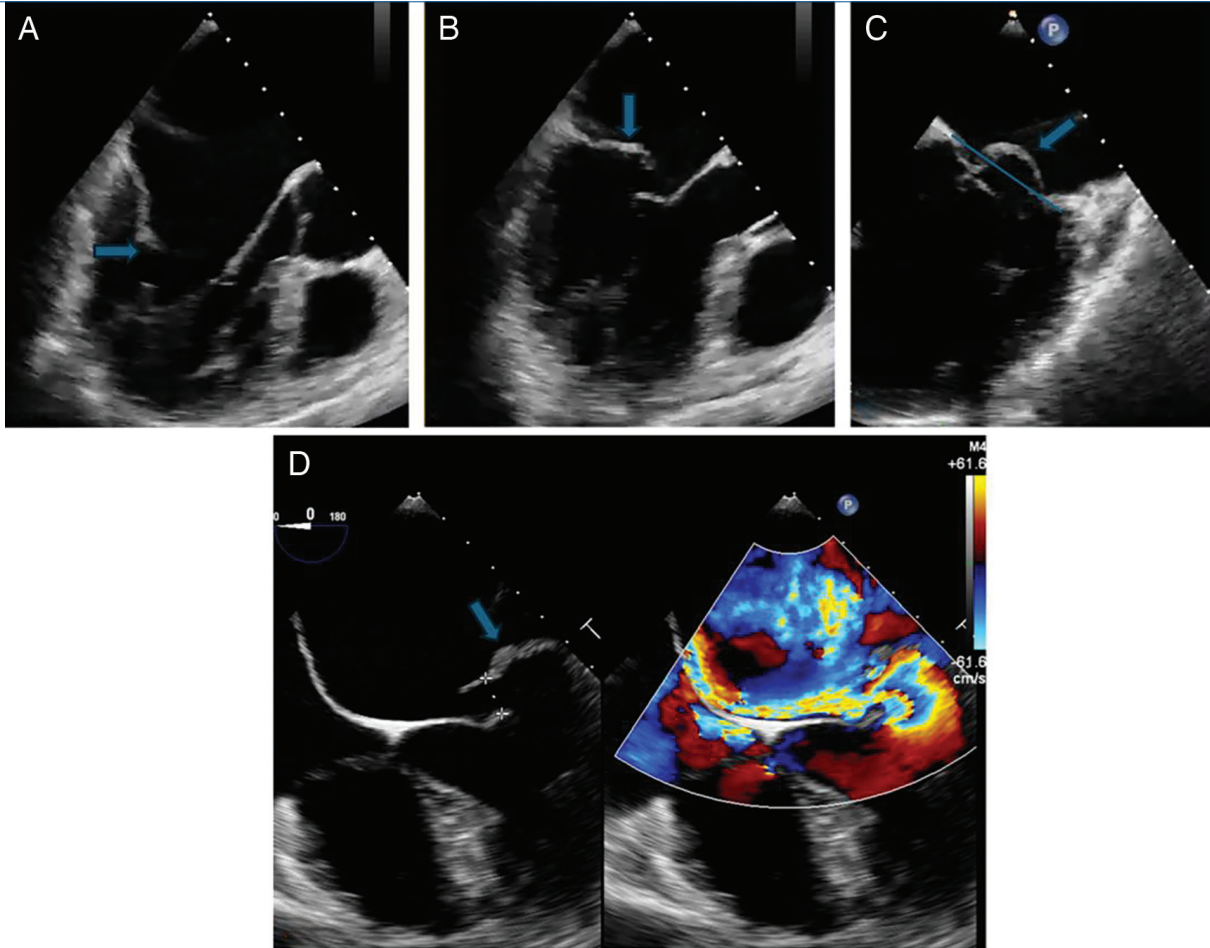
Günümüzde invaziv olmayan anatomik görüntüleme neredeyse tamamen BT kullanılarak gerçekleştirilmekte olup ekokardiyografi, nükleer tıp görüntüleme ve kardiyak manyetik rezonans görüntüleme (KMRG) gibi birçok fonksiyonel test ünitelerde mevcuttur. Bu süreçte, anatomik ve fonksiyonel görüntülemenin tercihinin ilişkili öneriler, hastaya ait bireysel klinik senaryolara ve yerel uzmanlığa özgüdür.

EKOKARDİYOĞRAFI

Transtoraksal ekokardiyografi (TTE), acil serviste AKS tanısı ve yönetiminde sağlık profesyonelleri tarafından yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. TTE ile miyokardiyal kontraktile, sistolik/diyastolik fonksiyon, kalp kapak fonksiyonları ve perikardiyal alan değerlendirilebileceği gibi stres ekokardiyografi, miyokardiyal iske mi tespitinde yardımcı olmaktadır. TTE ayrıca, akut enfarktüsün komplikasyonları olarak, miyokard serbest duvar rüptürü, akut ventriküler septal defekt ve papiller kas rüptürü veya iskemisine bağlı mitral

kapak yetersizliğinin tespitinde tercih edilen görüntüleme yöntemidir.

Tanıdan emin olunamayan şüpheli AKS durumlarında, devam eden iske miyi ve önceki MI bulgularını tanımlamada TTE faydalı olup güncel kılavuzda öneri sınıfı IIa ve kanıt düzeyi C'dir. Bu süreçte, incelemeyi gerçekleştirmeden önce dikkat edilmesi gereken en önemli husus, hastada akut koroner arter tıkanıklığı şüphesi varsa, bu işlemin kardiyak kateterizasyon için transferde gecikmeye yol açmamasıdır. TTE, akut göğüs ağrısı ile prezente olabilecek aort diseksiyonu (AD), akut pulmoner emboli (PE) ve perikardit gibi alternatif tanıları dışlamak için oldukça kullanışlıdır. Ayrıca kardiyojenik şok veya hemodinamik instabilite ile başvuran tüm hastalarda, altta yatan nedeni belirlemek, sağ-sol ventrikül fonksiyonları değerlendirmek ve mekanik komplikasyonları araştırmak için acil TTE yapılmalıdır (öneri sınıfı I ve kanıt düzeyi C) (Resim 1) [4].



Resim 1. Ekokardiyografi görüntüleri. Miyokard enfarktüsü tanılı hastada B-mod TTE'de sol ventrikülün üç oda (A ve B), dört oda (C ve D) imajlarında mitral kapağın posterior leafletine ait chorda tendineada rüptür gözlenmektedir. Posterior leafletin sistol sırasında kapak düzeyini aşan hareketi dikkat çekicidir (B ve C). Doppler incelemede (D) mitral kapağın belirgin regürjitasyon bulguları izlenmekte olup mitral yetmezliğin şiddetini göstermektedir.

TTE, transtoraksal ekokardiyografi.

Koroner arter hastalığı olan olgularda, TTE sıklıkla global ve bölgesel sistolik fonksiyonu değerlendirmek için kullanılmakta olup global sistolik fonksiyon genellikle sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (LVEF) ile değerlendirilmektedir. TTE'de yeni gözlenen bir bölgesel kontraktıl anormalliğin varlığı veya süresi bilinmeyen bir anormallik, AKS için yüksek derecede şüphe uyandırıcıdır. Sol ventrikül fonksiyonunun görsel olarak değerlendirmesi belirsiz olduğunda, miyokardiyal strain kullanımı değerli olabilir. Çalışmalarda strain ekokardiyografinin iskemik ve çeşitli kalp hastalıklarında, sol ventrikül disfonksiyonunu tespit etmede LVEF'ye göre daha hassas olduğu bildirilmiştir. Özellikle subendokardiyal uzunlamasına yönelmiş kas lifleri iskejiğe en duyarlı olup *global longitudinal strain* değerlendirmesi, AKS'de duvar hareketi değerlendirilmesinde üstünlük göstermiştir. Akut iskemi sırasında strain eğrilerindeki tipik değişiklikler, erken sistolik uzama, azalmış sistolik strain ve post-sistolik kısalmayı içerir [7, 10-12]. Ayrıca, Lin ve ark. [13], sol ventrikül fonksiyon ölçümünde yeni bir parametre olarak global miyokardiyal iş verimliliğinin (*global myocardial work efficiency*) miyokard tabakasına spesifik strain ile kombinasyonunun KAH'da tanısal yeteneği artırdığını doğrulamıştır.

Acil servise akut göğüs ağrısı ile başvuruda sadece MI'yi dışlamak, hastaları çoğu zaman güvenli bir şekilde taburcu etmek için yeterli olmayacaktır. UA veya miyokard iskemisi olan hastalar risk altındaki büyük bir grubu temsil etmektedir. Seri olarak elde edilen kardiyak belirteçler ve istirahat görüntülemeleri ile akut MI dışlandıktan sonra farmakolojik ajanlar (Örneğin; dobutamin) veya egzersizle gerçekleştirilen stres ekokardiyografisi indüklenabilir miyokard iskemisini görselleştirmek için kullanılabilir. Ek olarak mikrobaloncu-sonografik kontrast ajanların kullanımı, endokardiyal sınırın vizüalizasyonunu artırarak daha başarılı bir duvar değerlendirmesi sağlamanın yanında miyokardiyal perfüzyon ve canlılık hakkında da önemli bilgiler sağlar [14]. Ancak bu incelemeleri gerçekleştirmek için hizmet koşullarındaki yeterliliğin yanı sıra bireysel bir deneyimin gerektiği ve bazı hastalarda yetersiz görüntüleme penceresi nedeniyle zorluklar yaşanabileceği de unutulmamalıdır. TTE sonuçsuz kaldığında ve hastanın klinik durumu izin verdiğinde, KMRG, ventrikül fonksiyonunu değerlendirmek ve infarkt tespiti için LGE (geç dönem kontrastlanma) ile birlikte alternatif bir testtir [7].

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFI

Avrupa Kardiyoloji Derneği'nin 2023 senesinde yayınlanan kılavuzunda, KBTA incelemesinin, AKS şüphesi olan hastalarda erken dönemde birinci basamak görüntüleme tetkiki olarak kullanılması önerilmemektedir (öneri sınıfı III ve kanıt düzeyi B). Bu hastalarda acil İKA önceliklidir. Güncel kılavuzda şüpheli AKS durumunda, cTn seviyeleri yükselmemiş (veya belirsiz), EKG değişikliği ve ağrı tekrarı olmayan hastalarda, KBTA veya non-

invaziv stres görüntüleme testinin başlangıç incelemelerinin bir parçası olarak değerlendirilmesi önerilmiştir (öneri sınıfı IIa ve kanıt düzeyi A) [4].

Acile servise başvuran şüpheli NSTE-AKS hastalarının değerlendirilmesinde KBTA'nın yeri ve önemi birçok çalışmada incelenmiştir [9, 15-20]. ESC 2023 kılavuzunda, bu konuda yapılan son çalışmalar temelinde, KBTA'nın, cTn ve EKG sonuçlarının kesin olmadığı gözlem bölgesindeki hastalarda ek değer sağlayabileceği vurgulanmış olup hem obstrüktif hem de non-obstrüktif plağı dışlayan normal bir KBTA incelemesinin AKS'yi ekarte etmek için yüksek bir negatif prediktif değere (NPD) sahip olduğu ve mükemmel klinik sonuçlarla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, KBTA'nın seçilmiş düşük riskli NSTEMI hastalarında risk stratifikasyonunu sağlayarak bu olgularda normal koroner arterler, non-obstrüktif koroner hastalığı veya distal obstrüktif hastalık varlığının tespit edilebileceği, böylece invaziv bir girişimden sakınılabileceği ifade edilmiştir [4].

Türk Radyoloji Derneği'nin 2018 tarihinde yayınlanan MRG ve BT İnceleme Standartları rehberi, güncel KBTA incelemesi için dikkat edilmesi gereken hususları ve çekim protokolü için geçerli standartları içermektedir [21]. KBTA incelemesi için 64 veya daha fazla sıralı dedektör içeren bir tarayıcıya ihtiyaç vardır. Standart olarak kabul edilen tüp potansiyeli 120 kV olmakla birlikte vücut kitle indeksi 30 kg/m²'nin altında olanlarda 100 kV tercihi de çoğunlukla yeterli olmaktadır. İnceleme alanı karina ile kalbin inferior duvarı arasındaki bölümü içermelidir. İnceleme süresini ve radyasyon dozunu azaltmak adına kalp hızı 60 atım/dk'nın altında ve ritmi düzenli olanlarda prospektif EKG tetikleme yöntemi tercih edilir. Aksi durumlarda veya sine imajlara ihtiyaç duyuluyorsa retrospektif EKG-gated yöntemi kullanılabilir. Hasta hazırlığı, kontrendike bir durum yoksa, intravasküler/oral β -bloker ve sublingual nitrogliserin uygulamasını çoğu zaman gerektirir. Anjiyografi incelemesi için 350 mg/mL ve üzeri iyot içerikli noniyonik kontrast maddeler tercih edilmelidir. KBTA'da 1,5 mm'den daha küçük çaplı arterlerin değerlendirilmesi zor olduğundan mümkün olan en küçük kesit kalınlığında imajlar oluşturulmalıdır. Hastanın kilosu, kullanılan cihazın çekim hızı ve çekim süresine bağlı olarak 60-120 cc kontrast madde 4. yolla otomatik pompa enjektörüyle 4-6 mL/sn hızla verilmeli ve kontrast uygulamasını takiben aynı hızda 30-50 mL serum fizyolojik verilmelidir (Bifazik enjeksiyon protokolü). Daha ayrıntılı ve kapsamlı bir değerlendirme gerektiren durumlarda trifazik protokol tercih edilebilir ancak daha fazla kontrast madde ve daha uzun tarama süresi gerektirir. Kontrast madde enjeksiyonun doğru zamanlamayla yapılması için bolus izleme veya test bolus tekniklerinden biri mutlaka kullanılmalıdır [22].

Koroner BT anjiyografi, geleneksel akut göğüs ağrısı değerlendirme yöntemlerine kıyasla tanısal verimliliği artırmış olmasına rağmen, pulmoner arterler ve torasik aortun

sınırlı bir değerlendirmesini sağlar. Bu nedenle akut göğüs ağrısı başvurularında, KAH'n yanında, PE ve AD gibi AKS'nin potansiyel olarak hayati tehlike taşıyan alternatif ayırıcı tanıları ve perikardit ile pnömotoraks gibi vasküler olmayan göğüs hastalıklarını ekarte etmek için genellikle triple-rule-out (TRO) BTA tercih edilir. TRO-BTA esasında genişletilmiş bir KBTA'dır [4]. Daha geniş kapsama alanı, sağ ve sol kalp boşluklarının opaklaşması nedeniyle KBTA protokolüne göre daha yüksek radyasyon ve kontrast madde dozları gerektirir. İnceleme torasik aorta ve baş-boyun damarlarının proksimal bölümlerinin de inceleme alanına dahil olduğu, EKG eşzamanlı kontrastlı BTA ile yapılmalıdır. Apikal embolilerin nadir olması ve BTA'da tespitinin zorluğu nedeniyle radyasyon maruziyetini en aza indirmek adına akciğer apeksleri tarama alanına dahil edilmeyebilir [23]. Burris ve ark. [24], akut göğüs ağrısı hastalarıyla gerçekleştirdikleri çok merkezli çalışmalarında TRO-BTA ve KBTA'nın genel tanısal verimini benzer bulunmuştur. TRO-BTA, PE ve AD tanıları koymada bir miktar daha başarılı olmuştur. Ancak daha yüksek oranda tanısal olmayan görüntü kalitesi, radyasyon ve kontrast dozlarına sahiptir.

Triple-rule-out BTA incelemesi, akut göğüs ağrısının değerlendirilmesinde geniş spektrumda bilgi sunabilse de her hasta için uygun bir seçenek değildir. Bu incelemenin başarıyla uygulanabilmesi için hasta seçimi dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Gereksiz radyasyon ve kontrast madde maruziyetini önlemek adına, inceleme öncesinde

kontrendikasyonlar dikkatlice gözden geçirilmeli ve hastanın klinik durumu kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir (Tablo 4) [23].

Kardiyovasküler bilgisayarlı tomografi kılavuzları, KBTA görüntülerini değerlendirmek için aksiyal görüntüler, multiplanar reformat ve maksimum yoğunluk projeksiyonu kullanımını önermektedir. Curved planar reformat isteğe bağlıdır ve volume-rendering reformat sınırlı durumlarda dikkate alınmalıdır [22]. Ek olarak, KAH raporlama ve veri sistemi 2.0, KBTA raporlamasını standartlaştırmak için 2022'de güncellenmiş olup plak miktarı için ek kategoriler, revize edilmiş yönetim önerileri ve modifikasyonlarda değişiklikler getirilmiştir (Resim 2) [25]. Bununla birlikte, tüm teknik yenilikler ve standartizasyon çalışmalarına rağmen, değerlendirmedeki zorluklar nedeniyle KBTA'nın taşikardik, yerleşik KAH, önceki stentleri veya yaygın koroner arter kalsifikasyonu olan hastalarda faydasının sınırlı olacağı hatırlanmalıdır.

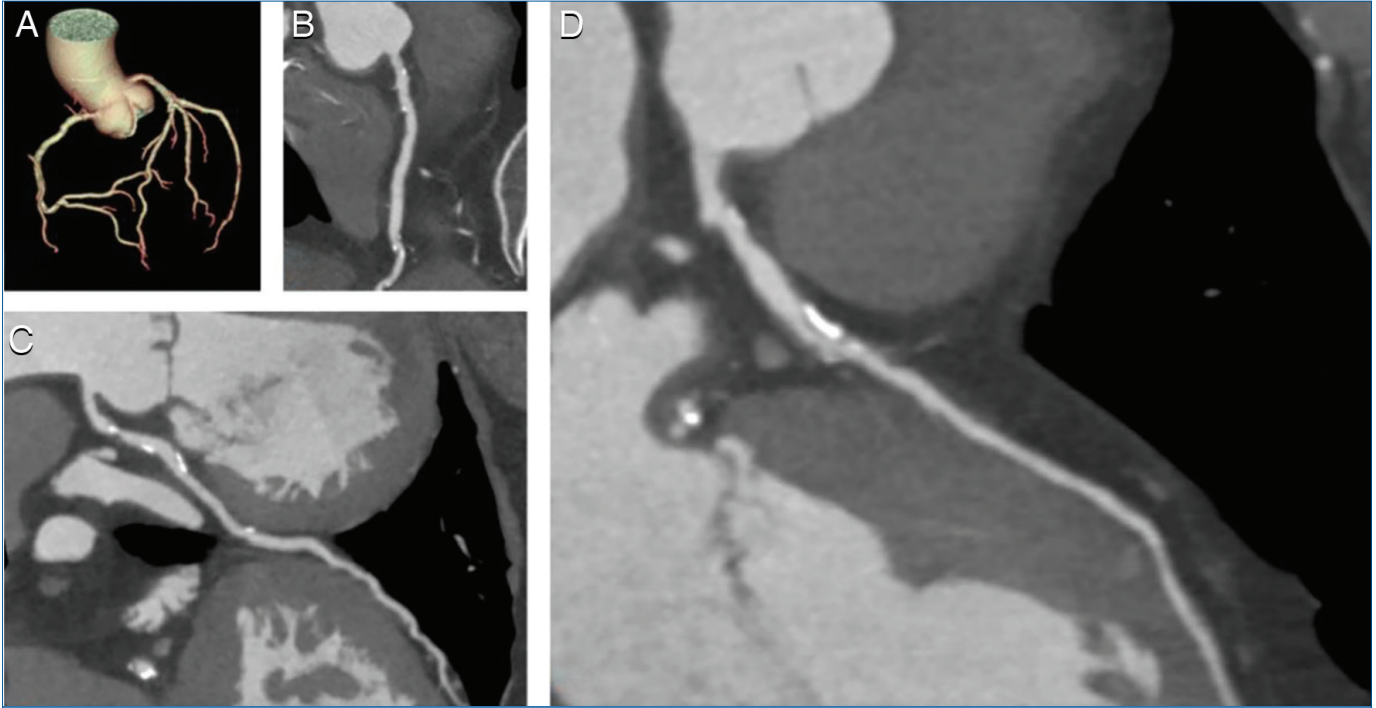
NÜKLEER TIP GÖRÜNTÜLEME

Normal bir EKG ile birlikte yükselmemiş cTn seviyelerine sahip ve birkaç saat boyunca ağrısı olmayan hastalarda, hastanede yatış sırasında veya sonrasında KBTA'ya alternatif olarak stres ekokardiyografi veya tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi (SPECT) görüntüleme güvenle yapılabilir (öneri sınıfı IIa ve kanıt düzeyi A). İki tetkik de daha yüksek tanısal doğruluk ve ek prognostik değer katmaları nedeniyle stres EKG'ye



Tablo 4. Triple-rule-out BT anjiyografi incelemesi kontrendikasyonları

Yaklaşım önceliği nedeniyle
- Akut STE-MI veya yükselmiş troponin düzeyi varlığı - Çok yüksek veya yüksek riskli özelliklere sahip NSTE-AKS hastaları (hemodinamik instabilite, kardiyojenik şok vb.) - Asemptomatik hastalarda tarama
Kontrast madde kullanımına yönelik
- İyotlu kontrast maddelere karşı alerji varlığı - Ciddi böbrek yetmezliği - Gebelik durumu veya şüphesi
Beta-bloker ilaçların kullanımına yönelik
2. veya 3. derece atriyoventriküler blok - Sistolik kan basıncı ≤ 90 mmHg - Aktif bronkospazm, astım veya bronkospastik hastalık
Nitrik oksit (nitrat) kullanımına yönelik
- Sistolik kan basıncı ≤ 90 mmHg - Aort stenozu
Teknik faktörlere bağlı
- Belirgin düzensiz ritim (ör. atriyal fibrilasyon) ve taşikardi - Morbid obezite (cücut kitle indeksi >39 kg/m²) - Koroner arterlerde yüksek kalsiyum yükü ve metalik artefakt varlığı - Nefes tutma talimatlarına uyamayacak ve uygun pozisyon verilemeyecek hastalar
STE-MI, ST segment elevasyonu olan miyokard enfarktüsü; NSTE-AKS, ST segment elevasyonu olmayan akut koroner sendrom.



Resim 2. Koroner BT anjiyografi görüntüleri. 3B volume-rendering reformat görüntü (A), sağ koroner arter (RCA), sol sirkumfleks koroner arter (LCx) ve sol ön inen koroner arterin (LAD) curved planar reformat görüntülerinde (B, C ve D) çok sayıda kalsifik plak formasyonları izlenmekte. Total plak yükü ölçümü için kalsiyum (agatston skorlaması) skoru 700 hesaplandı. RCA'da orta-distal segmentinde hafif düzeyde (%25-49), LAD proksimal-orta segmentte orta şiddette (%50-69) ve LCx proksimalinde şiddetli (%70-99) darlık oluşturan plaklar mevcut. LAD'de tanımlı plakta, yüksek riskli plak (HRP) özellikleri olarak pozitif remodeling ve düşük dansiteli alanlar saptandı. CAD-RADS 2.0'a göre CAD-RADS 4A/P3/HRP olarak sınıflandı. Stabil göğüs ağrısıyla veya AKS ile takip edilen böyle bir hastada İKA veya fonksiyonel bir inceleme önerilir.

BT, bilgisayarlı tomografi; CAD-RADS, Koroner Arter Hastalığı Raporlama ve Veri Sistemi; İKA, invaziv koroner anjiyografi.

tercih edilir. KBTA ile stres testleri arasındaki seçim, büyük oranda yerel olanaklar ve uzmanlığa bağlı olacaktır. Acil serviste göğüs ağrısının değerlendirilmesinde KBTA, stres ekokardiyografi ve miyokard perfüzyon incelemesinin (MPI) tanısal yeteneklerini inceleyen bir meta-analizde, kısa vadeli kardiyak olaylar açısından NPD için modaliteler arasında önemli bir fark bulunmamıştır [7, 26]. Akut göğüs ağrısı için değerlendirilen asemptomatik bir hastada normal ventrikül fonksiyonuyla birlikte perfüzyon kusurunun bulunmaması, akut iskemiye neredeyse tamamen dışlamaktadır. Tersine, geçirilmiş MI öyküsü bulunmayan hastada bir perfüzyon kusurunun bulunması, AKS tanısını destekler [4].

Pozitron emisyon tomografisi (PET) ve SPECT, miyokardiyal perfüzyonun ve viabilitenin değerlendirilmesinde kullanılır. PET, özellikle enflamasyon ve metabolik aktivitenin tespitinde üstün bir hassasiyet sunar. SPECT, yaygın kullanımı ve erişilebilirliği ile ön plandadır, ancak çözünürlük açısından PET'e göre sınırlıdır. Her iki yöntem de özellikle karmaşık olgularda ve diğer görüntüleme yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda önemli bilgiler sağlar [4, 27].

Nükleer tıp ünitelerinin her kurumda bulunmamasının yanında hastaların üniteye transferi MPI'nin rutin kullanımına engel oluşturabilir. Ayrıca bu tekniğin, non-obstrüktif plağı tespit edememesi nedeniyle dengeli bir iskemi veya azalmış göğüs ağrısı durumunda elde edilen dinlenim görüntülerinde olası yanlış negatif sonuçların farkında olunmalıdır [14].

KARDİYAK MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME

Kardiyak MR görüntüleme ile kalp yapısı, fonksiyonu, miyokard perfüzyonu, miyokardiyal skar ve canlılık değerlendirilerek KAH olan hastalarda detaylı bir inceleme sağlanır. TTE ile tanısal değerlendirme yapılamayan durumlarda özellikle tercih edilen görüntüleme testidir.

Kardiyak MRG ile farmakolojik stres perfüzyon görüntüleme yapılabilen olup gözlem bölgesindeki hastalarda, EKG ve seri cTn ölçümleri ardından, KBTA'dan daha faydalı bilgi sağlayabilecek miyokard perfüzyonu ve canlılık değerlendirmeleri yapılması gereken durumlarda KBTA'ya alternatif olarak kullanılabilir (öneri sınıfı IIa ve kanıt düzeyi A). Perfüzyon incelemesinde, miyokardiyal kontrast geçişinde göreceli azalma veya gecikme alanları görsel olarak değerlendirilir [4, 7].

Fonksiyon, iskemik hastalık ve canlılık için KMRG incelemesine yönelik standartlaştırılmış çekim ve post-proses protokolleri kılavuzlarda önerilmiştir [28]. KMRG ile volumetrik ölçüm, dengeli sabit durum serbest presesyon sekansı kullanılarak sine görüntüleme ile yapılır. Bu teknik bize yüksek uzaysal-temporal çözünürlük ve yüksek endokard-kan havuzu kontrastı sağlar. Uygulamada duvar hareketlerinin değerlendirilmesi, Amerikan Kardiyoloji Derneği'nin 16 veya 17 segment modeli kullanılarak çoğunlukla görsel tahmin ile yapılır. Sine görüntüleme ayrıca MI nedeniyle tetheringden kaynaklanan fonksiyonel mitral yetmezlik gibi bazı KAH ile ilişkili kapak patolojilerinin tespitine olanak tanır [7].

Kardiyak MRG, doku karakterizasyonu ve miyokardiyal hasarın belirlenmesinde altın standart görüntüleme yöntemidir. T1 ve T2 ağırlıklı görüntüleme teknikleri ile enfarktüs alanlarının ve ödemin non-invaziv olarak tespiti mümkün olup diğer miyokardiyal hasar türlerinden (örneğin, miyokardit) ayırım yapılabilir. Bu nedenle KMRG, tanısal belirsizliğin olduğu durumlarda Akut MI tanısının konmasında özel bir klinik değere sahiptir [4, 29]. Miyokard enfarktüsü en yaygın olarak KMRG ile geç gadolinyum kontrastlanma (LGE) yöntemi kullanılarak tespit edilir. KMRG-LGE, 1 grama kadar küçük miyokardiyal dokuyu etkileyen mikro enfarktüslerin tespitini sağlamakta olup enfarktüs saptanmasında SPECT'ten daha hassastır. LGE görüntülemesinde enfarktüs dokusu çoğunlukla subendokardiyal olup parlak görünür, sağlıklı miyokard ise karanlıktır. **LGE görüntüler, gadolinyum bazlı kontrast madde (GBKM) enjeksiyonunu takiben 10 dakika sonra, farklı T1 zamanına sahip dokular arasındaki sinyal farkını maksimize eden sekans dizileri kullanılarak elde edilir (örneğin; phase-sensitive inversion recovery).** Bu aşamada dikkat edilmesi gereken önemli bir husus, sağlıklı ve patolojik doku arasındaki görüntü kontrastını iyi seviyede tutmak için inversiyon zamanını (TI) dikkatli seçmektir. T1 scout görüntülerde, sağlıklı miyokard dokusunun en karanlık (*optimal nulling point*) olduğu imaja ait inversiyon süresine 10-15 msn ekleme ile gerçekleştirilen LGE incelemesi tanısal kalitede yeterliliği sağlayacaktır. Görüntüler, morfolojik ve fonksiyonel korelasyonun sağlanması adına aynı aks ve kesitlerde iki, üç ve dört oda çoklu LV uzun aks ile LV kısa akslı bir yığından oluşacak şekilde elde edilir. Böylece hemen hemen tüm kalbe ait imajların oluşturulduğu LGE görüntülerde, yüksek tanısal ve prognostik değere sahip olan skar boyutu hesaplanabilir [29, 30]. AKS'de akut fazda LGE bölgesinin, skar ve enflamasyonun bir kombinasyonunu içerdiği, birkaç ay sonra boyutunun azalacağı unutulmamalıdır.

Tüm bu yeteneklerine ek olarak KMRG, sorumlu koroner artere ait miyokardiyal alanın tespitinde ve miyokardit veya Takotsubo kardiyomiyopatisi gibi cTn yükselmesine yol açabilecek diğer ayırıcı tanıları doğrulama/dışlamada, miyokardiyal ödemin non-invaziv görüntülenmesini sağlayarak faydalı olabilir. Miyokardiyal ödem, miyokard hasarının erken bir belirtisi olup KMRG'de T2 ağırlıklı sekanslar, sine imajlar ve

parametrik haritalama teknikleri ile değerlendirilebilmektedir. Miyokardiyal ödem ve LGE, AKS'de sorunlu vasküler bölgeyle uyumlu olarak patolojinin şiddetine göre subendokardiyal ya da transmural dağılım gösterirken, akut miyokarditte midmiyokardiyal veya epikardiyal olarak izlenecektir [7, 31].

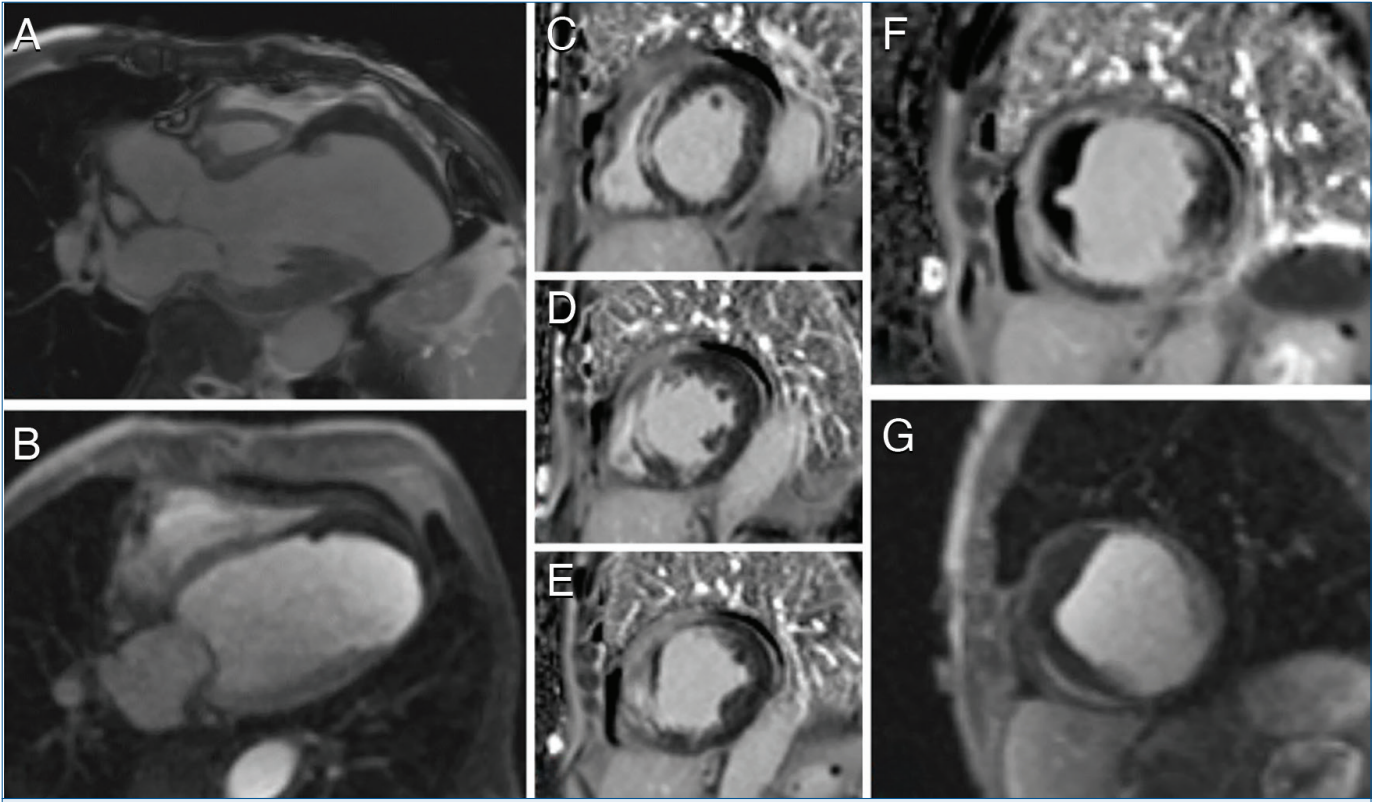
T1 ve T2 haritalama teknikleri, difüz fibrozis ve enflamasyonun detaylı değerlendirilmesini sağlar. GBKM uygulaması öncesi ve sonrasında elde edilen T1 haritaları ile hastaya ait venöz hematokrit değerleri üzerinden ekstraselüler volüm fraksiyonu (ESV) tahmin edilebilir. ESV hesaplamaları, miyokardiyal yapı değişikliklerinin non-invaziv olarak ölçülmesine olanak tanır ve bu, klinik karar vermede önemli bir rol oynar. T2 haritalama ile, akut miyokardiyal hasarda ortaya çıkan miyokardiyal ödemin kantitatif değerlendirmesi yapılabilenekte olup bu ileri teknikler, KMRG'nin tanısal doğruluğunu artırmakta ve detaylı doku analizi yapabilmeyi sağlamaktadır (Resim 3 ve 4) [29].

Tanısal incelemelerin gelişimi ve pratikte yaygın kullanımı ile birlikte obstrüktif olmayan koroner arterlere sahip miyokard enfarktüsü (MINOCA) ve obstrüktif olmayan koroner arterlere sahip iskemi (INOCA) gibi yeni kavramlar ortaya çıkmıştır [32]. MINOCA tanısı, sepsis, PE, AD ve cTn yükselmesine neden olan diğer kardiyak olmayan durumları dışlamakta olup KMRG, özellikle MINOCA'nın tanısal değerlendirilmesinde oldukça faydalı bir görüntüleme testidir [7].

Kardiyak görüntülemesinde bir yenilik olarak KMRG-miyokardiyal strain analizi ile subtil ve lokalize miyokard disfonksiyonunun tespit edilebileceği ve bunun prognostik bir önem taşıdığı yakın dönem çalışmalarda ve klinik uygulamalarda gösterilmiştir. Yu ve ark. [33], strain analizi ile geleneksel fonksiyon çalışmaları ve LGE görüntülerde gözden kaçırılan miyokardiyal anormalliklerin tespit edilebileceğini belirtmişlerdir [34].

REVASKÜLARİZASYON SONRASI RİSK STRATİFİKASYONU

Koroner arter hastaları, revaskülarizasyon işlemi sonrası süreçte ani kardiyak ölüm de dahil olmak üzere, kalp yetmezliği ve tekrarlayan iskemik olaylar için riski altındadır. Bu nedenle hastalara taburculuk öncesi öncelikle sol ventrikül fonksiyonun değerlendirilmesi amacıyla rutin olarak TTE kontrolü önerilir. Heterojen paternde bir duvar kontraksiyonu varlığı ilerleyen süreçte malign aritmi gelişimi açısından şüphe uyandırmalıdır [7, 35]. KMRG ile skar boyutu ve transmural yayılım, duvar hareketi iyileşmesi ve LV yeniden şekillenmesi değerlendirilebilir; ayrıca, skar boyutu, AKS sonrası olumsuz kardiyak olayların güçlü bir belirticidir [36]. Mikrovasküler obstrüksiyon (MO) veya no-reflow fenomeni, AMI için koroner reperfüzyon tedavisinin kanıtlanmış bir komplikasyonudur. LGE, akut MI'da trombüs ve MO'nun tespitinde de oldukça kullanışlıdır. MO kanıtının, LV fonksiyonunun değerlendirilmesine kıyasla ek prognostik katkı sağladığı gösterilmiştir [37, 38].



Resim 3. Kardiyak MRG İncelemesi. İskemik kardiyomiyopati ve anevrizma öntanıları ile gerçekleştirilen kontrastlı incelemede üç oda sol ventrikül uzun aks (3Ch LAX) sine imaj (A), dört oda sol ventrikül uzun aks (4Ch LAX) perfüzyon inceleme görüntüsü (B), sol ventrikül kısa aks (LV SAX) PSIR yığın imajlar (bazalden apekse; sırasıyla C, D, E ve F) ve LV SAX apikal kesit perfüzyon inceleme görüntüsü (G). Sol ventrikül dilate olup apikal bölüm anevrizmatik geniştir. Apikal bölüm akinetik olup diğer LV duvarlarında septal duvarda daha ağır olarak izlenen hipokinetik hareket gözlenmekteydi. LV uzun aks ve kısa aks görüntülerde apikal septal duvar boyunca seçilen trombüs izlenmekte. Bazal ve orta bölümde lateral duvarda kalınlık artışı mevcut olup orta bölümde septal duvar ince olup PSIR imajlarında midmiyokardiyal non-iskemik tarzda LGE dikkati çekmekte. Anevrizmatik duvarda transmural, enfarkt lehine LGE mevcuttu.

MRG, manyetik rezonans görüntüleme; PSIR, phase sensitive inversion recovery; LV sol ventrikül; LGE, geç gadolinyum kontrastlanma.

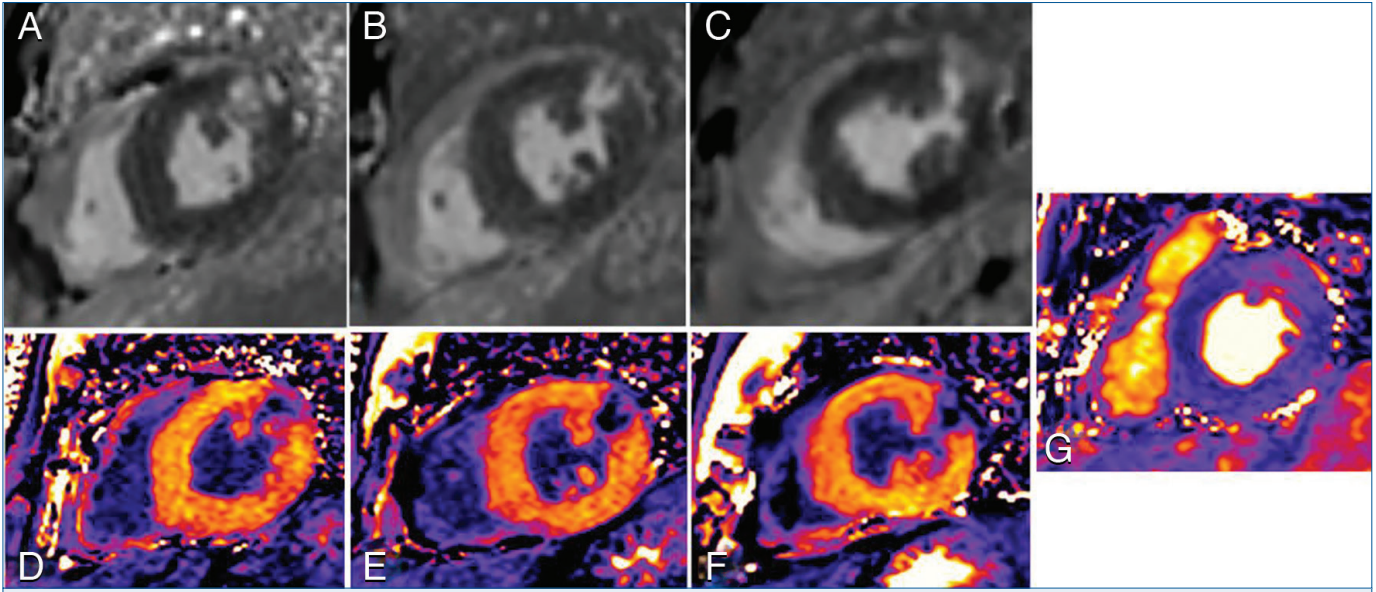
Revaskülarizasyon sonrası asemptomatik hastaların seri bir şekilde değerlendirilmesini destekleyecek yeterli kanıt yoktur. Bu nedenle, AKS sonrası herhangi bir zamanda, hasta semptomlarında veya klinik belirtilerinde değişiklik olması durumunda kardiyak görüntüleme uygun kabul edilmektedir. Erken revaskülarizasyon döneminde, invaziv olmayan kardiyak görüntülemeler, iskemik ve non-iskemik göğüs ağrısı sendromlarını ayırt etmeye yardımcı olabilir. Akut MI sonrası perikardit veya perikardiyal efüzyon görülebilir. **Yeni gelişen anormal duvar hareketi veya perfüzyon anormalliklerinin varlığı, akut stent trombozu veya greft kapanması tanısını destekler, ancak bu bulguların yokluğunda tanı tümüyle dışlanamaz. KBTA, PPKG sonrası stent trombozu veya restenoz değerlendirmesi için rutin olarak kullanılmamalıdır; yeterli klinik şüphe durumunda tanı ve tedavi için İKA gereklidir [7].**

GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİNDE YENİLİKLER

Son yıllarda, AKS tanı ve yönetiminde kullanılan görüntüleme yöntemlerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, hemen hemen tüm görüntüleme

modalitelerinde hem teknik düzeyde hem de inceleme sonrası değerlendirme aşamalarında yenilikçi yaklaşımlar sağlamaktadır. Özellikle multidetektör BT teknolojisindeki gelişmeler, çok daha kısa bir sürede ve düşük radyasyon dozlarında yüksek çözünürlüklü görüntüler sağlayarak non-İKA imkanı sunmaktadır. Aynı zamanda, yapay zeka (AI) ve derin öğrenme algoritmaları, görüntüleme verilerinin analizinde ve tanısal doğruluğun artırılmasında kullanılmaktadır.

Tomografi teknolojisinde, ultra yüksek uzaysal çözünürlüklü BT (UHR-BT) ve foton sayma dedektörlü BT (PCD-BT) olmak üzere donanımsal bazda iki yeni teknik yakın zamanda tanıtılmıştır. UHR-BT ile uzaysal çözünürlük neredeyse 0,15-0,20 mm'ye kadar iyileşmiştir. UHR-BT, koroner stenoz değerlendirilmesinde geleneksel BT'ye kıyasla daha iyi doğruluk göstermiş olup kalsifiye plak ve küçük çaplı stentlerin görselleştirilmesinde iyileşme kaydedilmiştir [39, 40]. Bir diğer teknik yenilik olarak PCD-BT yakın zamanda tanıtılmıştır. PCD-BT'de, geleneksel BT dedektörlerinden farklı olarak, doğrudan dönüşüm teknolojisine dayanan yarı iletken



Resim 4. Kardiyak MRG ve haritalama incelemesi. Kardiyak troponin artışı olan stabil bir hipertrofik kardiyomiyopati hastasında gerçekleştirilen kontrastlı incelemede LV SAX PSIR yığın imajlar (bazaldan apekse doğru; sırasıyla A, B ve C), LV SAX postkontrast T1 haritalama incelemesi yığın imajlar (bazaldan apekse doğru; sırasıyla D, E ve F) ve LV SAX bazal kesit T2 haritalama incelemesi görüntüsü (G). LV duvarlarında kalınlık artışı mevcut olan hastada akut enfarkt lehine LCx trasesine uyan sol ventrikül duvarında transmural LGE izlenmekte. T1 ve T2 haritalama incelemesinde, kontrastlanan miyokardın kantitatif değerlendirmesinde nativ T1 zamanı 1125 ms, T2 zamanı 63 ms ve ekstrasellüler hacim 56% hesaplanmış olup artmıştı.

MRG, manyetik rezonans görüntüleme; PSIR, phase sensitive inversion recovery; LV sol ventrikül; LGE, geç gadolinyum kontrastlanma.

dedektör malzemesi kullanılmakta olup gürültüde azalma, ışın sertleşme ve metal artefaktlarının azaltılması, uzaysal çözünürlükte iyileşme ve çoklu enerji görüntü oluşturma gibi birkaç avantaj sunar. Böylelikle, koroner arter incelemesinde görüntü gürültüsünü ve stent artefaktlarını azaltmış ve stent içi lümen görünürlüğünü iyileştirmiştir [41-43].

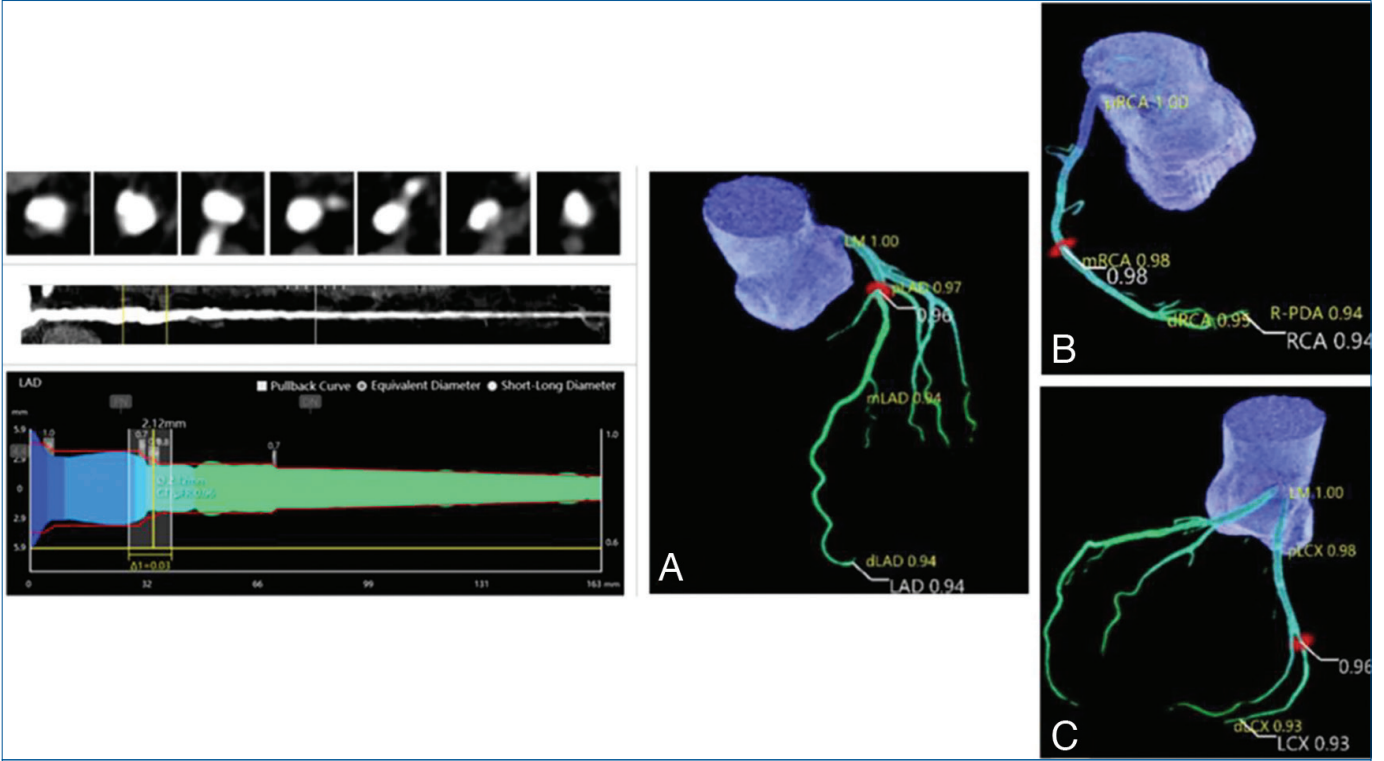
Çalışmalarda, KBTA incelemesinde KMRG'ye benzer şekilde geç dönem kontrastlanma (BT-LE) ve ekstrasellüler hacim fraksiyonu (ESH) ile miyokardiyal skarın değerlendirilebileceği gösterilmiştir [44]. KBTA/TRO-BT'ye BT-LE ve ESH tekniğinin eklenmesi, tek seans bir BT incelemesinde koroner arter ve aort patolojileri, PE ve miyokardiyal fibrozis hakkında detaylı bir bilgi sahibi olunabilir [34]. Bu kombine BT protokolünün MINOCA'nın tanı sürecinde kullanışlı olabileceği gösterilmiş olup genişletilmiş bir protokolda perfüzyon BT incelemesinin de eklenmesi ile mikrovasküler fonksiyonun değerlendirilmesi sağlanarak INOCA için de değerlendirme yapılabilir. Bu yeni teknik gelişmeler sayesinde stabil bir KAH'dan AKS ve MINOCA/INOCA'ya kadar kardiyak BT'nin potansiyel uygulama alanı genişlemiş olacaktır [43, 45].

Yapay zeka, KBTA'da stenoz, plak hacmi değerlendirmesi ve görüntü rekonstrüksiyonu gibi alanlarda uygulanmıştır. AI, stenoz ve plak hacminin hızlı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlamış, uzman yorumlarıyla uyum göstermiş ve miyokard enfarktüsünü öngörmede etkili olmuştur [46, 47]. Ayrıca, AI, düşük doz taramalarda gürültü azaltımı sağlayarak radyasyon

maruziyetini azaltmada kullanılmıştır. Son olarak, donanım değişikliği gerektirmeyen süper çözünürlük derin öğrenme rekonstrüksiyon tekniği, KBTA görüntülerinin çözünürlüğünü artırarak küçük çaplı damarlar, şiddetli kalsifikasyon ve stentlerde stenoz tespitini iyileştirme potansiyeline sahiptir [48].

Yakın zamanda tanıtılan teknikler arasında fraksiyonel akış rezervi (FFR), birçok merkezde klinik kullanıma girmiş ve çokça çalışılmış olanlardandır. FFR, KBTA verileri üzerinden hesaplanabileceği gibi makine öğrenimi teknikleri kullanılarak da tahmin edilebilir [49]. Gerçekleştirilen kapsamlı çalışmalarda, şüpheli AKS hastalarında BT-FFR kullanımı, KBTA'nın tanılabilirliğini arttırmamasının yanı sıra IKA'nın güvenli bir şekilde ertelenmesini de sağlamıştır [50, 51]. BT-FFR, KBTA ile tespit edilen patolojilerin iskemik önemine dair ek bilgiler sağlayabilir ve koroner arterlerin fonksiyonel stenozunu değerlendirerek hasta prognozunu tahmin edebilir (Resim 5).

Multimodalite görüntüleme, AKS'nin değerlendirilmesinde daha kapsamlı bir yaklaşım sunmakta olup bu yöntemlerin kombinasyonu, tanılabilirliğini artırarak daha iyi klinik sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir. Optik koherens tomografi (OCT) ve intravasküler ultrason (IVUS) ile yapılan intravasküler görüntüleme, AKS'de suçlu plakları koroner anjiyografiye kıyasla üstün bir şekilde görselleştirebilir. Anjiyografi ile birlikte kullanıldığında, intravasküler görüntüleme AKS için "hassas tedavi" başlatmak için kullanılabilir [45]. Klinik pratikte hastalar için maksimum faydanın sağlanması amacıyla, AI'nın



Resim 5. BT-FFR görüntüleme incelemesi. LAD, RCA ve LCx arterlere ait FFR görüntüleri (A, B ve C). Üç boyutlu olarak görselleştirilen arterlerde proksimal, orta ve distal segmentlere ait FFR değerleri gösterilmekte. CAD-RADS 2.0 ile fonksiyonel iskemi değerlendirmesinde BT-FFR incelemesinin önemi vurgulanmış olup iskemi durumu anormal (I+), borderline (I+/-) ve normal (I-) olarak sınıflanması önerilmiştir (BT-FFR için karşılık gelen değerler sırasıyla ≤ 0.75 , $0.76-0.80$ ve >0.80). Bu hastada hemodinamik olarak anlamlı bir darlık izlenmedi.

BT-FFR, bilgisayarlı tomografi-fraksiyonel akış rezervi; LAD, sol ön inen koroner arterin; RCA, sağ koroner arter; LCx, sol sirkumfleks koroner arter; CAD-RADS, Koroner Arter Hastalığı Raporlama ve Veri Sistemi.

kapsamlı bir şekilde kullanımı ile birlikte, hem KBTA ve KMRG gibi non-invaziv görüntüleme tekniklerinde hem de IKA, OCT ve IVUS gibi invaziv görüntüleme tekniklerinde tanısal performans önemli ölçüde iyileştirilebilir.

SONUÇ

Akut koroner sendromun erken tanı ve tedavisi, hasta prognozunu belirgin şekilde iyileştirir. Tedavi edilmeyen AKS, ciddi komplikasyonlara ve yüksek mortaliteye yol açabilir. AKS'nin tespiti ve ayırıcı tanısında invaziv olmayan görüntüleme kritik öneme sahiptir ve sıklıkla çoklu modalite görüntüleme gerektirir. Klinik durumlarda tercih edilecek görüntüleme testi, aranan bilgiye bağlı olmalıdır. Bu nedenle klinisyenlerin, modalitelerin kullanım alanlarını, özelliklerini ve tercih edileceği durumları anlaması acil şartlarda efektif ve hızlı bir akış sağlamak açısından önemlidir.

Dipnotlar

Çıkar Çatışması

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

KAYNAKLAR

1. Tokgözoğlu L, Kaya EB, Erol C, Ergene O; EUROASPIRE III Turkey Study Group. EUROASPIRE III: Türkiye ile Avrupa'nın karşılaştırılması [EUROASPIRE III: a comparison between Turkey and Europe]. *Turk Kardiyol Dern Ars.* 2010; 38: 164-72. [CrossRef]
2. Timmis A, Vardas P, Townsend N, Torbica A, Katus H, De Smedt D, et al. European Society of Cardiology: cardiovascular disease statistics 2021. *Eur Heart J.* 2022; 43: 716-99. [CrossRef]
3. Kilic S, Aydın G, Çoner A, Doğan Y, Arıcan Özlük Ö, Çelik Y, et al. Prevalence and clinical profile of patients with myocardial infarction with non-obstructive coronary arteries in Turkey (MINOCA-TR): a national multi-center, observational study. *Anatol J Cardiol.* 2020; 23: 176-82. [CrossRef]
4. Byrne RA, Rossello X, Coughlan JJ, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J.* 2023; 44: 3720-826. [CrossRef]
5. Kumar A, Cannon CP. Acute coronary syndromes: diagnosis and management, part I. *Mayo Clin Proc.* 2009; 84: 917-38. [CrossRef]
6. Anderson JL, Morrow DA. Acute myocardial infarction. *N Engl J Med.* 2017; 376: 2053-64. [CrossRef]
7. Edvardsen T, Asch FM, Davidson B, Delgado V, DeMaria A, Dilsizian V, et al. Non-invasive imaging in coronary syndromes: recommendations of the European Association of Cardiovascular Imaging and the American Society of Echocardiography, in collaboration with the American Society of Nuclear Cardiology, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2022; 23: e6-33. [CrossRef]

8. Townsend N, Nichols M, Scarborough P, Rayner M. Cardiovascular disease in Europe—epidemiological update 2015. *Eur Heart J*. 2015; 36: 2696-705. [\[CrossRef\]](#)
9. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt DL, et al. 2020 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021; 42: 1289-367. [\[CrossRef\]](#)
10. Stankovic I, Putnikovic B, Cvjetan R, Milicevic P, Panic M, Kalezic-Radmili T, et al. Visual assessment vs. strain imaging for the detection of critical stenosis of the left anterior descending coronary artery in patients without a history of myocardial infarction. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2015; 16: 402-9. [\[CrossRef\]](#)
11. Grenne B, Eek C, Sjøli B, Dahlslett T, Uchto M, Hol PK, et al. Acute coronary occlusion in non-ST-elevation acute coronary syndrome: outcome and early identification by strain echocardiography. *Heart*. 2010; 96: 1550-6. [\[CrossRef\]](#)
12. Smedsrud MK, Sarvari S, Haugaa KH, Gjesdal O, Ørn S, Aaberge L, et al. Duration of myocardial early systolic lengthening predicts the presence of significant coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60: 1086-93. [\[CrossRef\]](#)
13. Lin J, Gao L, He J, Liu M, Cai Y, Niu L, et al. Comparison of myocardial layer-specific strain and global myocardial work efficiency during treadmill exercise stress in detecting significant coronary artery disease. *Front Cardiovasc Med*. 2022; 8: 786943. [\[CrossRef\]](#)
14. Dedic A, Genders TS, Nieman K, Hunink MG. Imaging strategies for acute chest pain in the emergency department. *AJR Am J Roentgenol*. 2013; 200: W26-38. [\[CrossRef\]](#)
15. Linde JJ, Kelbæk H, Hansen TF, Sigvardsen PE, Torp-Pedersen C, Bech J, et al. Coronary CT angiography in patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *J Am Coll Cardiol*. 2020; 75: 453-63. [\[CrossRef\]](#)
16. Kofoed KF, Kelbæk H, Hansen PR, Torp-Pedersen C, Høfsten D, Kløvgård L, et al. Early versus standard care invasive examination and treatment of patients with non-ST-segment elevation acute coronary syndrome. *Circulation*. 2018; 138: 2741-50. [\[CrossRef\]](#)
17. Goldstein JA, Chinnaiyan KM, Abidov A, Achenbach S, Berman DS, Hayes SW, et al. The CT-STAT (coronary computed tomographic angiography for systematic triage of acute chest pain patients to treatment) trial. *J Am Coll Cardiol*. 2011; 58: 1414-22. [\[CrossRef\]](#)
18. Dedic A, Lubbers MM, Schaap J, Lammers J, Lamfers EJ, Rensing BJ, et al. Coronary CT angiography for suspected ACS in the era of high-sensitivity troponins: randomized multicenter study. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 67: 16-26. [\[CrossRef\]](#)
19. Hoffmann U, Truong QA, Schoenfeld DA, Chou ET, Woodard PK, Nagurney JT, et al. Coronary CT angiography versus standard evaluation in acute chest pain. *N Engl J Med*. 2012; 367: 299-308. [\[CrossRef\]](#)
20. Gray AJ, Roobottom C, Smith JE, Goodacre S, Oatey K, O'Brien R, et al. Early computed tomography coronary angiography in patients with suspected acute coronary syndrome: randomised controlled trial. *BMJ*. 2021; 374: n2106. [\[CrossRef\]](#)
21. MRG ve BT İnceleme Standartları. In: Türk Radyoloji Derneği, 2018. [\[CrossRef\]](#)
22. Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Cury R, Earls JP, Mancini GJ, et al. SCCT guidelines for the interpretation and reporting of coronary CT angiography: a report of the Society of Cardiovascular Computed Tomography Guidelines Committee. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2014; 8: 342-58. [\[CrossRef\]](#)
23. Halpern EJ. Triple-rule-out CT angiography for evaluation of acute chest pain and possible acute coronary syndrome. *Radiology*. 2009; 252: 332-45. [\[CrossRef\]](#)
24. Burris AC 2nd, Boura JA, Raff GL, Chinnaiyan KM. Triple rule out versus coronary CT angiography in patients with acute chest pain: results from the ACIC consortium. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2015; 8: 817-25. [\[CrossRef\]](#)
25. Cury RC, Leipsic J, Abbara S, Achenbach S, Berman D, Bittencourt M, et al. CAD-RADS™ 2.0 - 2022 coronary artery disease-reporting and data system: an expert consensus document of the society of cardiovascular computed tomography (SCCT), the American College of Cardiology (ACC), the American College of Radiology (ACR), and the North America Society of Cardiovascular Imaging (NASCI). *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2022; 16: 536-57. [\[CrossRef\]](#)
26. Rybicki FJ, Udelson JE, Peacock WF, Goldhaber SZ, Isselbacher EM, Kazerooni E, et al. 2015 ACR/ACC/AHA/AATS/ACEP/ASNC/NASCI/SAEM/SCCT/SCMR/SCPC/SNMMI/STR/STS appropriate utilization of cardiovascular imaging in emergency department patients with chest pain: a joint document of the American College of Radiology Appropriateness Criteria Committee and the American College of Cardiology appropriate use criteria task force. *J Am Coll Cardiol*. 2016; 67: 853-79. [\[CrossRef\]](#)
27. Fox K, Achenbach S, Bax J, Cosyns B, Delgado V, Dweck MR, et al. Multimodality imaging in cardiology: a statement on behalf of the Task Force on Multimodality Imaging of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J*. 2019; 40: 553-8. [\[CrossRef\]](#)
28. Kawel-Boehm N, Hetzel SJ, Ambale-Venkatesh B, Captur G, Francois CJ, Herold MJ, et al. Reference ranges ("normal values") for cardiovascular magnetic resonance (CMR) in adults and children: 2020 update. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*. 2020; 22: 87. [\[CrossRef\]](#)
29. Messroghli DR, Moon JC, Ferreira VM, Grosse-Wortmann L, He T, Kellman P, et al. Clinical recommendations for cardiovascular magnetic resonance mapping of T1, T2, T2* and extracellular volume: a consensus statement by the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance (SCMR) endorsed by the European Association for Cardiovascular Imaging (EACVI). *J Cardiovasc Magn Reson*. 2017; 19: 75. [\[CrossRef\]](#)
30. Axel L, Toms MA. Clinical Cardiac Magnetic Resonance Imaging Techniques. In: Kwong RY, Jerosch-Herold M, Heydari B, eds. *Cardiovascular Magnetic Resonance Imaging*. New York, NY: Springer New York, 2019:17-50. [\[CrossRef\]](#)
31. O'Brien AT, Gil KE, Varghese J, Simonetti OP, Zareba KM. T2 mapping in myocardial disease: a comprehensive review. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2022; 24: 33. [\[CrossRef\]](#)
32. Kunadian V, Chieffo A, Camici PG, Berry C, Escaned J, Maas AHEM, et al. An EAPCI expert consensus document on ischaemia with non-obstructive coronary arteries in collaboration with European society of cardiology working group on coronary pathophysiology & microcirculation endorsed by coronary vasomotor disorders international study group. *EuroIntervention*. 2021; 16: 1049-69. [\[CrossRef\]](#)
33. Yu S, Zhou J, Yang K, Chen X, Zheng Y, Zhao K, et al. Correlation of myocardial strain and late gadolinium enhancement by cardiac magnetic resonance after a first anterior ST-segment elevation myocardial infarction. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 705487. [\[CrossRef\]](#)
34. Lai W, Jie H, Jian-Xun D, Ling-Cong K, Jun-Tong Z, Bo-Zhong S, et al. Impact of concomitant impairments of the left and right ventricular myocardial strain on the prognoses of patients with ST-elevation myocardial infarction. *Front Cardiovasc Med*. 2021; 8: 659364. [\[CrossRef\]](#)
35. Kawakami H, Nerlekar N, Haugaa KH, Edvardsen T, Marwick TH. Prediction of ventricular arrhythmias with left ventricular mechanical dispersion: a systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2020; 13: 562-72. [\[CrossRef\]](#)
36. Vartdal T, Brunvand H, Pettersen E, Smith HJ, Lyseggen E, Helle-Valle T, et al. Early prediction of infarct size by strain Doppler echocardiography after coronary reperfusion. *J Am Coll Cardiol*. 2007; 49: 1715-21. [\[CrossRef\]](#)
37. Wu KC. CMR of microvascular obstruction and hemorrhage in myocardial infarction. *J Cardiovasc Magn Reson*. 2012; 14: 68. [\[CrossRef\]](#)
38. Ørn S, Manhenke C, Greve OJ, Larsen AI, Bonarjee VV, Edvardsen T, et al. Microvascular obstruction is a major determinant of infarct healing and subsequent left ventricular remodelling following primary percutaneous coronary intervention. *Eur Heart J*. 2009; 30: 1978-85. [\[CrossRef\]](#)

39. Kwan AC, Pourmorteza A, Stutman D, Bluemke DA, Lima JAC. Next-generation hardware advances in CT: cardiac applications. *Radiology*. 2021; 298: 3-17. [\[CrossRef\]](#)
40. Yamada M, Yamada Y, Nakahara T, Okuda S, Abe T, Kuribayashi S, et al. Accuracy of ultra-high-resolution computed tomography with a 0.3-mm detector for quantitative assessment of coronary artery stenosis grading in comparison with conventional computed tomography: a phantom study. *J Cardiovasc Comput Tomogr*. 2022; 16: 239-44. [\[CrossRef\]](#)
41. Nakamura Y, Higaki T, Kondo S, Kawashita I, Takahashi I, Awai K. An introduction to photon-counting detector CT (PCD CT) for radiologists. *Jpn J Radiol*. 2023; 41: 266-82. [\[CrossRef\]](#)
42. Si-Mohamed SA, Boccalini S, Lacombe H, Diaw A, Varasteh M, Rodesch PA, et al. Coronary CT angiography with photon-counting CT: first-in-human results. *Radiology*. 2022; 303: 303-13. [\[CrossRef\]](#)
43. Yoshida K, Tanabe Y, Hosokawa T, Morikawa T, Fukuyama N, Kobayashi Y, et al. Coronary computed tomography angiography for clinical practice. *Jpn J Radiol*. 2024; 42: 555-80. [\[CrossRef\]](#)
44. Han D, Lin A, Kusunuma K, Gransar H, Dey D, Friedman JD, et al. Cardiac computed tomography for quantification of myocardial extracellular volume fraction: a systematic review and meta-analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023; 16: 1306-17. [\[CrossRef\]](#)
45. Petrossian G, Ozdemir D, Galougahi KK, Scheiner J, Thomas SV, Shlofmitz R, et al. Role of intracoronary imaging in acute coronary syndromes. *US Cardiol*. 2022; 16: e15. [\[CrossRef\]](#)
46. Lin A, Manral N, McElhinney P, Killekar A, Matsumoto H, Kwiecinski J, et al. Deep learning-enabled coronary CT angiography for plaque and stenosis quantification and cardiac risk prediction: an international multicentre study. *Lancet Digit Health*. 2022; 4: e256-65. [\[CrossRef\]](#)
47. Griffin WF, Choi AD, Riess JS, Marques H, Chang HJ, Choi JH, et al. AI evaluation of stenosis on coronary CTA, comparison with quantitative coronary angiography and fractional flow reserve: a CREDENCE trial substudy. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2023; 16: 193-205. [\[CrossRef\]](#)
48. Nagayama Y, Emoto T, Hayashi H, Kidoh M, Oda S, Nakaura T, et al. Coronary stent evaluation by CTA: image quality comparison between super-resolution deep learning reconstruction and other reconstruction algorithms. *AJR Am J Roentgenol*. 2023; 221: 599-610. [\[CrossRef\]](#)
49. Tanabe Y, Kurata A, Matsuda T, Yoshida K, Baruah D, Kido T, et al. Computed tomographic evaluation of myocardial ischemia. *Jpn J Radiol*. 2020; 38: 411-33. [\[CrossRef\]](#)
50. Driessen RS, Danad I, Stuijzand WJ, Raijmakers PG, Schumacher SP, van Diemen PA, et al. Comparison of coronary computed tomography angiography, fractional flow reserve, and perfusion imaging for ischemia diagnosis. *J Am Coll Cardiol*. 2019; 73: 161-73. [\[CrossRef\]](#)
51. Pontone G, Baggiano A, Andreini D, Guaricci AI, Guglielmo M, Muscogiuri G, et al. Stress computed tomography perfusion versus fractional flow reserve ct derived in suspected coronary artery disease: the PERFECTION study. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019; 12: 1487-97. [\[CrossRef\]](#)

1. AKS'deki acil yönetim planlaması için ilk yapılması gereken nedir?
 - a. Kardiyak MR görüntüleme
 - b. Koroner BT anjiyografi
 - c. Elektrokardiyografi
 - d. Troponin testi
 - e. Ekokardiyografi
2. Koroner BT Anjiyografi (KBTA) hangi durumda Akut Koroner Sendrom (AKS) şüphesi olan hastalarda ilk basamak görüntüleme yöntemi olarak önerilmez?
 - a. Troponin düzeyleri belirsiz veya normal olan hastalarda
 - b. ST-segment elevasyonu olmayan AKS (NSTEMI-AKS) şüphesi olan hastalarda
 - c. Yüksek riskli NSTEMI-AKS hastalarında
 - d. Ağrısı tekrarlamayan ve EKG değişikliği olmayan hastalarda
 - e. Stabil angina pectoris bulunan hastalarda
3. Ekokardiyografinin (TTE) AKS tanısındaki önemi nedir ve hangi durumda özellikle tercih edilmelidir?
 - a. İnferior duvar infarktüsünü doğrulamak için
 - b. Akut göğüs ağrısı olan hastalarda, mekanik komplikasyonların tespiti için
 - c. ST-segment elevasyonu olan tüm hastalarda ilk basamak olarak
 - d. Hipertrofik kardiyomiyopati şüphesi olan hastalarda
 - e. Aort anevrizmasını değerlendirmek için
4. Kardiyak MR (KMRG) görüntülemesi, AKS tanısında hangi durumlarda üstünlük sağlar?
 - a. Aterosklerotik plakların tespiti
 - b. Miyokardiyal skar ve canlılık değerlendirilmesinde
 - c. Pulmoner emboli tanısında
 - d. Aort diseksiyonu şüphesi olan hastalarda
 - e. Koroner arter anomalilerinin teşhisinde
5. Akut göğüs ağrısı başvurusunda Triple-Rule-Out (TRO) BT protokolü hangi durumda özellikle tercih edilir?
 - a. Kararlı anjina pectoris tanısında
 - b. Yalnızca koroner arterlerin değerlendirildiği olgularda
 - c. Miyokardiyal enfarktüsün tanısında
 - d. Kalp kapak hastalıklarının değerlendirilmesinde
 - e. Akut göğüs ağrısı olan hastalarda, PE ve aort diseksiyonu gibi alternatif tanıları ekarte etmek için