

Assessment of Myocardial Viability Using ^{201}Tl Rest/ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI Stress Dual Isotope Myocardial Perfusion SPECT

İstirahat Talyum-201/Egzersiziz Teknesyum-99m Sestamibi Dual İzotop Miyokard Perfüzyon SPECT ile Miyokardiyal Canlılığın Değerlendirilmesi

Dr. Özlem MENGI,^a
Dr. Çiğdem ŞEN,^a
Dr. Ayşegül AKGÜN,^a
Dr. Zehra ÖZCAN^a

^aNükleer Tıp AD,
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,
İzmir

Geliş Tarihi/Received: 09.06.2010
Kabul Tarihi/Accepted: 12.07.2010

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Özlem MENGI
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Nükleer Tıp AD, İzmir,
TÜRKİYE/TURKEY
drerdim@yahoo.com

ÖZET Amaç: Şiddetli iskemik ancak canlı miyokard alanları ile infarkt dokularının ayırımını yapmak, özellikle revaskülarizasyon planlanan olgularda çok önemlidir. Bu çalışmada koroner arter hastalığı (KAH) tanısı almış olgularda, miyokardiyal canlılığın gösterilmesinde dual izotop miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS) kullanılarak sol ventrikül perfüzyon ve fonksiyon bilgisi, olguların diğer klinik bulgu ve tetkik sonuçları ile ilişkisi yönünden gözden geçirilmektedir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışma grubumuz, koroner arter hastalığı tanısı almış ve miyokardiyal viyabilite tayini için kliniğimize yönlendirilmiş, 52 hastadan (42'si erkek, 10'u kadın, yaş ortalamaları 60 ± 9) oluşmaktaydı. Tüm hastalara istirahat ^{201}Tl /egzersiz $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI dual izotop protokolü ile miyokard perfüzyon çalışması uygulandı. **Bulgular:** 52 hastaya ait toplam 468 segment incelendi. Egzersiz $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI görüntülerinde 341 segmentte normal perfüzyon izlenirken, 127 segmentte perfüzyon defekti saptandı. İstirahat/egzersiz görüntüleri birlikte değerlendirildiğinde defektif segmentlerin 95'inde (%74.8) doluş olduğu, 32 segmentte (%25.2) ise irreversible defekt izlendiği dikkat çekti. İrreversible defekt saptanan 13 hastaya ^{201}Tl redistribüsyon imajlama yapıldı ve bu geç görüntülerde 32 segmentten 16'sında redistribüsyon izlendi. Tüm çalışmanın sonunda defektif segmentlerin %87.4'ünde doluş gerçekleştiği görüldü. **Sonuç:** Viyabilite tayini açısından en uygun ajan olan ^{201}Tl ile Gated imajlamaya uygun $^{99\text{m}}\text{Tc}$ işaretli ajanların avantajlarını birleştiren dual-izotop Gated SPECT protokolü, miyokardiyal perfüzyon, viyabilite ve sol ventrikül fonksiyonlarının birlikte değerlendirilmesini olanaklı kılan pratik ve güvenilir bir yaklaşımdır.

Anahtar Kelimeler: Miyokard perfüzyon sintigrafisi, dual izotop, viyabilite

ABSTRACT Objective: Differentiation between severely ischemic but potentially viable myocardium and irreversibly infarcted tissue is clinically important, especially when revascularization procedures are considered. In this study it was aimed to investigate myocardial viability in patients with coronary artery disease using dual isotope myocardial perfusion scintigraphy and to examine the relation between left ventricular perfusion and function with clinical findings. **Material and Methods:** The study group consisted of 52 patients (42 men and 10 women with a mean age of 60 ± 9 years), with known CAD who were referred for assessment of myocardial viability. All patients underwent ^{201}Tl rest/ $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI stress dual isotope myocardial perfusion study. **Results:** Overall, 468 segments were analyzed in 52 patients. In $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI stress images, 341 segments were normal and 127 segments were classified as defective. In rest/stress testing 95 segments (74.8%) were reversible and 32 segments (25.2%) were fixed. In addition a ^{201}Tl redistribution study was performed in 13 patients and 16 of 32 segments showed redistribution in these late images. Totally 87.4% of defective segments showed reversibility at the end of the tests. **Conclusion:** Combining the advantages of ^{201}Tl , the optimal radioisotope for assessment of viability, with $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -labelled agents which are best for the gated acquisition in dual-isotope Gated SPECT protocol provides fast and reliable information about myocardial perfusion, viability and left ventricular function.

Key Words: Myocardial perfusion scintigraphy, dual isotope, viability

Koroner arterlere yönelik cerrahi girişim planlanmasında sol ventrikül disfonksiyonunun ve canlı miyokard alanların gösterilmesi en önemli belirleyicilerdendir. Bu amaçla sıklıkla kullanılan miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS), iskemi ve skar dokusunun saptanmasında, miyokardiyal canlılığının değerlendirilmesinde, prognoz ve revaskülarizasyon etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan, damar stenozunun hemodinamik önemini belirleyen non-invaziv ve güvenilir bir yöntemdir. Özellikle EKG-Gated tekniği ile yapıldığında, perfüzyon bilgilerinin yanı sıra global ve sol ventrikül bölgesel duvar hareketleri ile Ejeksiyon Fraksiyonu (EF) gibi fonksiyonel parametrelerin de değerlendirilmesini sağlar.

Miyokard Perfüzyon SPECT çalışmalarında çeşitli radyofarmasötikler ve görüntüleme protokolleri klinik kullanımda yer almaktadır. ²⁰¹Tl miyokardiyal canlılığın gösterilmesinde üstün bir ajandır. ^{99m}Tc-MIBI ise Gated tekniğine uygunluğu nedeniyle miyokardiyal perfüzyonun yanı sıra fonksiyonel parametrelerin de değerlendirilmesine olanak sağlar.¹⁻⁴ İki farklı ajanın üstün özelliklerini bir araya getiren dual izotop istirahat Talyum-²⁰¹/egzersiz Teknesyum-^{99m} MIBI Gated SPECT protokolü, özellikle standart protokollere göre çekim süresini kısaltması nedeniyle de tercih edilen bir uygulamadır.^{4,5} Koroner arter hastalığı saptamada dual izotop yönteminin sensitivite ve spesifitesi yaklaşık %90 olarak bildirilmektedir.⁶

Bu çalışmada koroner arter hastalığı (KAH) tanısı almış olgularda, miyokardiyal canlılığın gösterilmesinde dual-izotop Gated MPS yöntemi değerlendirilmektedir. İstirahat Tl-²⁰¹/egzersiz Tc-^{99m} MIBI dual-izotop yöntemi ile elde edilen sol ventrikül perfüzyon ve fonksiyon bilgisi, diğer klinik bulgu ve tetkik sonuçları ile ilişkisi yönünden gözden geçirilmektedir. Ayrıca irreversible perfüzyon defektlerinde viyabilite varlığı açısından Tl-²⁰¹ geç redistribüsyon görüntülemenin katkısı değerlendirilmektedir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

OLGULAR

Kardiyak perfüzyon ve viyabilitenin değerlendirilmesi amacıyla, 14.10.2008 ile 20.01.2009 tarihleri

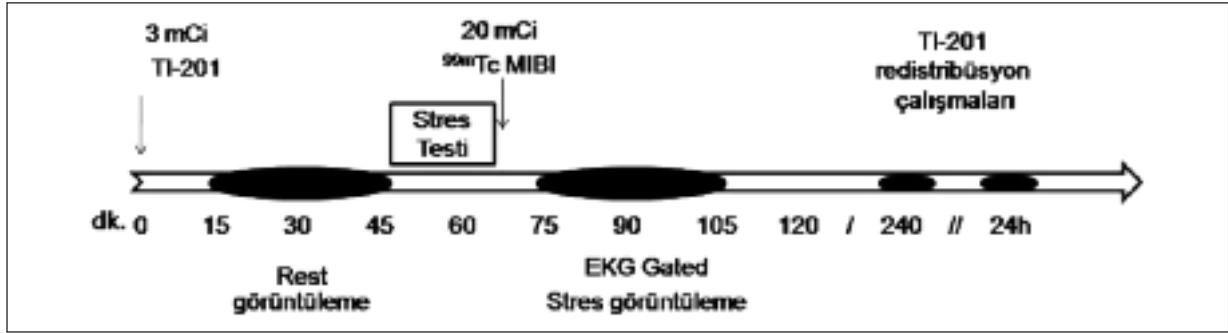
arasında kliniğimize gönderilmiş 52 olgu (grup 1) çalışmaya alındı. Anjiyografik olarak KAH tanısı doğrulanmış, revaskülarizasyon planlanan veya revaskülarizasyon yapılmasına rağmen iskemi bulgularının devam etmesi nedeniyle incelenen bu olgulara istirahat ²⁰¹Tl/egzersiz ^{99m}Tc-MIBI dual izotop protokolü uygulandı. Olguların yaş ortalamaları 60.1 ± 9.8 (yaş aralığı: 40-9) olup 42'si erkek, 10'u kadındı. Olguların koroner anjiyografileri ile miyokard perfüzyon çalışması arasında geçen süre ortalama 23.4 ± 30.9 ay olarak hesaplandı. Bunlardan koroner anjiyografileri son 1 yıl içerisinde yapılmış 28 hasta bir alt grup olarak ayrıca ele alındı (grup 2). Tüm hastaların işlemler öncesi ayrıntılı bilgilendirme formunu okumaları ve onam belgesini imzalamaları sağlandı.

HASTA HAZIRLIĞI VE EGZERSİZ PROTOKOLÜ

Miyokardiyal perfüzyonun doğru değerlendirilebilmesi amacıyla antihipertansif kullanan olguların ilaçları çalışmadan 48 saat önce kesildi. Tüm olgular en az 8 saat açlık sonrası çalışmaya alındı. Fiziksel durumları değerlendirilerek treadmill egzersiz yapamayacak olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Bazal EKG çekimi ve kan basıncı kontrolleri yapılarak 3 mCi Tl-²⁰¹'in intravenöz enjeksiyonundan 5-10 dk sonra istirahat MPS çekimi uygulandı. Çekim bitimini takiben hastalar modifiye Bruce protokolünde treadmill egzersize alındı. Hastalar pik egzersiz seviyesine ulaştıklarında 20 mCi Tc-^{99m} MIBI enjeksiyonu yapıldı. Enjeksiyondan 15-30 dk sonra EKG-Gated egzersiz imajlama, önceki çekime benzer bir görüntüleme protokolü kullanılarak yapıldı (Şekil 1).

GÖRÜNTÜLEME PROTOKOLÜ

Her iki görüntülemede için çift başlıklı gama kamera (Infinia, General Electric Medical Systems) ve yüksek rezolüsyonlu düşük enerjili paralel delikli kolimatör kullanıldı. Hastalar supin pozisyonda ve kolimatörler arası açı 90° iken, 45° sağ anterior oblik ve 45° sol posterior oblik projeksiyonlar arasındaki bölge taranarak, toplamda 180° olacak şekilde 'step & shot' tekniği (istirahat için 25 sn, egzersiz için 20 sn) kullanılarak görüntüleme yapıldı. Pik foton enerjileri Tl-²⁰¹ çekimi için 70 keV (%15 pencere) ve 167 keV (%10 pencere) olarak, Tc-^{99m} MI-



ŞEKİL 1: Uygulanan istirahat Tl-201/egzersiz Tc-99m MIBI dual izotop protokolü.

BI çekimi için 140 keV (%7.5 pencere) olarak seçildi. Her bir çekimde 3 derecelik açılarla toplam 60 imaj elde edildi. Kullanılan 3 derivasyonlu EKG'de birbirini izleyen iki R dalgası arasındaki süre 8 eşit frame halinde, her frame ise ardışık pek çok görüntü halinde bilgisayara kaydedildi. Bu protokolda toplam istirahat imajlama 14 dakika, egzersiz imajlama ise 12 dakikalık süre içinde gerçekleşti.

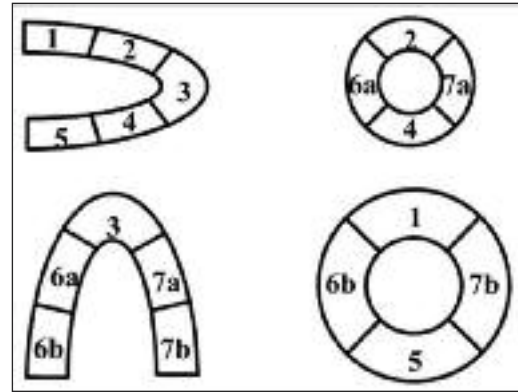
İstirahat ve egzersiz aşamalarına ait görüntülerde Emory Cardiac Toolbox (ECT) programı kullanılarak kısa, vertikal ve horizontal eksenlerde kesitler ve polar haritalar elde edildi. Bu imajlarda kalıcı defekt izlenen 13 hastaya viyabilite tayini için 4. saatte redistribüsyon görüntüleme yapıldı. Redistribüsyon imajına ihtiyaç duyulmayan hastalarda toplam egzersiz-istirahat görüntülerinin çekimi her hasta için ortalama 1.5-2 saat içinde tamamlandı.

DEĞERLENDİRME

Egzersiz, istirahat ve varsa redistribüsyon imajları kısa, horizontal ve vertikal eksenlerde incelendi. Tüm miyokardiyal alan dört ana duvarın apikomedial ve mediobazalleri ile apeks olmak üzere toplam 9 segmente ayrılarak görsel olarak değerlendirildi (Şekil 2). Her bir segment alanı için iske mi ve/veya infarkt varlığı araştırıldı. Gated tekniği ile elde edilen görüntüler sol ventrikülde kontraktile kusuru yönünden ayrıca incelendi.

ANJİYOGRFİK DEĞERLENDİRME

Son 1 yıl içerisinde koroner anjiyografi yapılan ve bir alt grup olarak değerlendirmeye aldığımız 28 hastanın anjiyografi rapor sonuçları incelenerek



ŞEKİL 2: Eksenler üzerinden 9 segment modeli.⁷

stenoz saptanan damarlar ve darlık yüzdeleri not edildi. Bu olgulardan hiçbiri anjiyografi tarihi ile MPS çekimi arasında kalan süre içerisinde (ortalama 5.5 ay) geçirilmiş kardiyak olay tanımlamamaktaydı. Bu çalışmada ana koroner arterlerde %50 ve üzerindeki darlıklar anlamlı kabul edilerek eşik değer olarak kullanıldı.

KANTİTATİF DEĞERLENDİRME

Sol ventriküle ait görüntülerin bilgisayar ortamına alınmasını takiben 3 boyutlu endokardial ve epikardial yüzeyler Gated imajlar üzerinden elde edildi. Bu yüzeyler kullanılarak Ejeksiyon fraksiyonu (EF), diyastol sonu volüm (EDV), sistol sonu volüm (ESV) gibi sol ventriküle ait fonksiyonel parametreler ECToolbox ve Myometrix otomatik yazılımları kullanılarak hesaplandı.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

İstatistiksel analizler SPSS 13.0 ve Excell (Windows Office 2007) programları kullanılarak yapıldı. Ol-

gulara ait özellikler ve tüm semikantitatif analiz sonuçlarının ortalama \pm standart sapma, minimum ve maksimum değerleri hesaplandı. İskemi, infarkt ve normal MPS bulguları izlenen hastaların EF karşılaştırmasında non-parametrik testlerden Mann-Whitney U testi kullanıldı. İstatistik sonuçları $p < 0.05$ düzeyinde anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya dahil edilen koroner arter hastalığı tanımlı 52 olgunun 38'inde geçirilmiş miyokard infarktusü veya akut göğüs ağrısı nedeniyle hospitalizasyon öyküsü bulunmaktaydı. Olguların 35'ine daha önce koroner anjiyografi yapılmış, 15 tanesini ise CABG operasyonu uygulanmış idi.

Koroner anjiyografisi MPS ile aynı yıl içinde yapılmış olan ve grup 2 olarak tanımlanan 28 olgu, KAH risk faktörleri açısından ayrıca değerlendirildi. Olguların ayrıntılı demografik özellikleri Tablo 1'de özetlenmektedir.

PERFÜZYON VE VİYABİLİTE DEĞERLENDİRME

Olgu Bazında Değerlendirme

Elli iki hastanın egzersiz, istirahat ve varsa 4. saat redistribüsyon görüntüleri her üç ekseninde karşılaştırmalı olarak değerlendirildi. Otuz beş olguda (%67) perfüzyon defekti izlenen bütün alanlar iskemi ile uyumlu iken, 8 olguda (%16) iskemik ve

infarkte alanların bir arada olduğu görüldü. Diğer 9 hastada (%17) ise MPS bulguları normal olarak rapor edildi. Hiçbir olguda iskemi olmaksızın infarkt alanı saptanmadı.

İrreversibl perfüzyon defekti gösteren alanlar izlenen ve 4. saat geç görüntülemeye alınan 13 olgudan 6'sında (%46) defektif alanlarda tam doluş, 2 olguda (%15.5) kısmi doluş gözlemlendi. Beş olgunun (%38.5) bulgularında ise değişiklik olmadı. Böylece 4. saat geç görüntüleme, standart dual protokolüne kıyasla 8/13 olguda ilave canlı miyokard alanlarının tanımlanmasını sağladı.

Segment Bazında Değerlendirme

Tüm hastalardan elde edilen toplam 468 segment, 9 segmentli harita üzerinde değerlendirildiğinde; 341 (%72.9) segment alanında perfüzyon bulguları normaldi. 127 (%27.1) segmentte ise egzersiz imajlarında perfüzyon kusuru saptandı. İstirahat görüntülerinde bu alanların 95'inde (%74.8) doluş izlendi. Toplam segment sayısının %20.2'sinde iskemi saptanmış oldu. Egzersiz görüntülerinde perfüzyon kusuru göstermeyen 7 segment alanında istirahat imajlarında defektif görünüm dikkat çekti ve 'ters redistribüsyon' fenomeni olarak yorumlandı.

Egzersiz ve istirahat imajlarında belirgin değişiklik olmaksızın defektif kalan 32 segmentin 16'sının, alınan 4. saat görüntülerinde redistribüsyon gösterdiği izlendi. Bu alanlar da iskemik olarak rapor edildi. Sonuç olarak egzersiz-istirahat görüntüleri ile iskemi olarak tanımlanan alanlara, redistribüsyon gösteren alanlar dahil olduğunda, defekt gözlenen segmentlerin %87.4'ü iskemik olarak tanımlandı. Redistribüsyon göstermeyen ve defektif kalan 16 segment alanı da (%12.6) infarkt olarak değerlendirildi (Şekil 3).

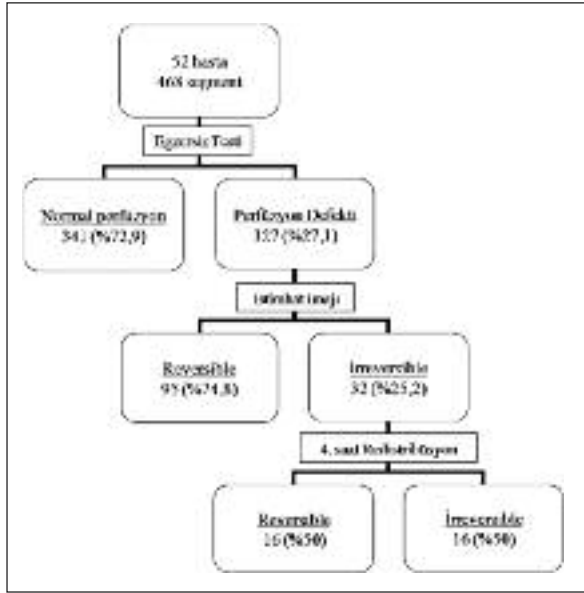
Anjiyografik Değerlendirme

Grup 2'ye dahil edilen 28 hastanın son bir yıl içerisinde yapılan koroner anjiyografileri incelenerek %50 ve üzerinde darlık saptanan ana koroner damarların sulama alanları ile miyokard perfüzyon sintigrafinde elde edilen bulgular karşılaştırıldı.

Olguların 8'i üç damar, 9'u iki damar, 10 tanesi tek damar hastası olup bir olgunun anjiyografisi

TABLO 1: Grup 2 olgularının klinik özellikleri (n: 28).

Değişkenler	Değer	%
Yaş		
Ortalama \pm SD	60 \pm 9.8	
Yaş aralığı	42-79	
Erkek cinsiyet	24	%85.7
Risk Faktörleri		
Hipertansiyon	20	%71.4
Hiperlipidemi	14	%50.0
Diyabet	8	%28.5
Aile Hikâyesi	11	%39.2
Sigara	12	%42.8
Semptomlar		
Tipik anjina pektoris	8	%28.5
Atipik göğüs ağrısı	9	%32.2
Non-anjinal ağrı	2	%7.1
Asemptomatik	9	%32.2



ŞEKİL 3: Segmental değerlendirilmede saptanan perfüzyon kusurları.

normal olarak rapor edilmişti. En çok etkilenen koroner arter LAD iken, bunu sırasıyla RCA ve LCx takip etmekteydi.

Bu olguların 4'ünde MPS'de perfüzyon kusuru saptanmadı. Olguların 21'inde iskemi, 3'ünde iske-miye eşlik eden infarkt alanları gözlemlendi. Alınan görüntülerden elde edilen 252 segment incelendiğinde; 72 segmentte egzersiz imajlarında perfüzyon kaybı tespit edildi. Bunların arasından 54 segmentte istirahat imajında egzersiz görüntüsüne kıyasla radyofarmasötik tutulumunda belirginleşme saptandı (%75). İstirahat imajında ters redistribüsyon izlenen 5 segment de iskemik alan olarak yorumlandı. Bu 59 segmentin 44'ü (%74.5) yaygın plaklı veya %50 ve üzeri stenotik koroner arter sahalarına karşılık gelmekteydi. 3 segmentte ise tanımlanan darlıklar %30-40 arasında idi.

Egzersiz ve istirahat imajlarında defektif olduğu gözlenen 18 segment alanından 10'unun (%55.5) alınan 4. saat görüntülerinde redistribüsyon gösterdiği izlendi. Bu alanlar da iskemik olarak yorumlandı. Redistribüsyon izlenen 10 segmentin 9 tanesi %70-99 stenoz gözlenen koroner damar sulama alanlarına uymakta idi.

Redistribüsyon göstermeyen ve infarkt sahası olarak değerlendirilen 8 segmentten 6'sının anji-

yografik olarak %90-99 darlık tanımlanan koroner arterlerin sulama alanlarında olduğu görüldü. İrreversibl perfüzyon kusuru gösteren 2 segment alanını besleyen koroner damarlarda ise anlamlı stenoz yoktu (Tablo 2).

İskemi veya infarkt olarak raporlanan toplam 77 segmentin 59'u (%76.6) anjiyografik olarak stenoz saptanan koroner arter sulama alanları ile uyumlu olup, bunların 31'i (%52.5) LAD, 18'i (%30.5) RCA, 10'u (%17) ise LCx sulama alanlarına aitti.

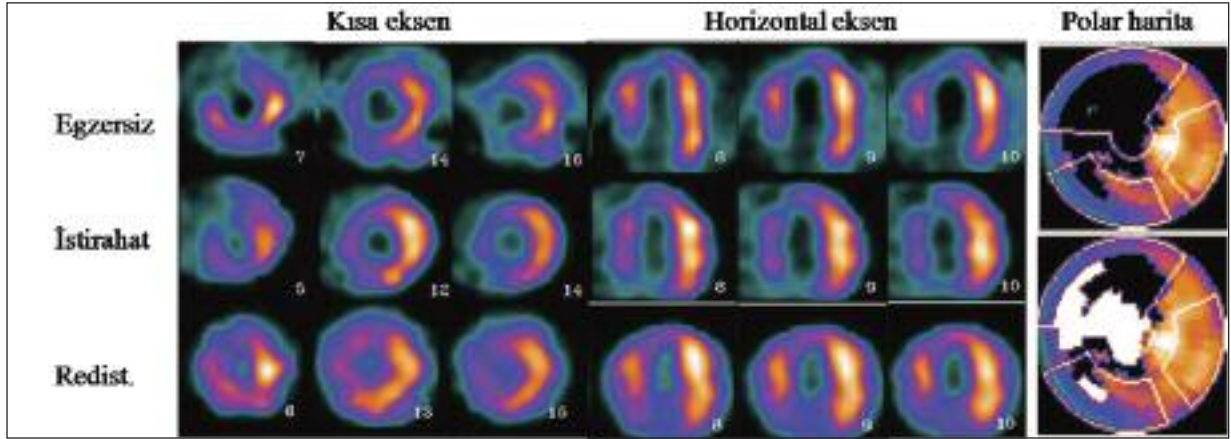
Grup 2 içerisinde 8 hastaya MPS'de miyokardiyal iskemi saptanması üzerine tekrar koroner anjiyografi yapıldı. Bu sonuçlar incelendiğinde, biri dışında tüm olguların MPS sonuçlarına karşılık gelen anlamlı koroner arter darlıkları olduğu görüldü (Şekil 4). Uyumsuzluk gözlenen olgu, daha önce %70 LAD stenozu nedeniyle stent takılmış, MPS'sinde LAD alanlarında iskemi bulunan bir olguydu. Sintigrafi sonrasında yapılan anjiyografisinde ise stentin açık olduğu görüldü.

Duvar Hareketlerinin Değerlendirilmesi

^{99m}Tc MIBI ile yapılan egzersiz Gated SPECT görüntülerinin üç boyutlu ortamda incelenmesi ile sol ventrikül kontraktıl fonksiyonları vizüel olarak değerlendirildi. Dört olguda yaygın perfüzyon kaybı ile birlikte global kontraktıl disfonksiyon dikkat çekti. Egzersiz-istirahat görüntülerinde doluş gösteren 95 segment ile ters redistribüsyon izlenen 7 segment olmak üzere iskemi kabul edilen 102 segmentten 58'inde (%56.8) kontraktilite bozukluğu dikkat çekti. Ayrıca redistribüsyon izlenen 16 segmentten 14'ünde (%87.5), infarkt olarak değerlendirilen 16 segmentten 12'sinde (%75) kontraktıl disfonksiyon gözlemlendi.

TABLO 2: MPS'de perfüzyon kusuru gösteren segmentlerin anjiyografik sonuçları (n:28).

	Uyumlu segment/Toplam	Koroner darlık
İskemi	44/59 (%74.5)	Yaygın plaklı veya \geq %50
Redistribüsyon	9/10 (%90)	%70-99
İnfarkt	6/8 (%75)	%90-99



ŞEKİL 4: Geçirilmiş MI nedeniyle kontrol edilen 63 yaşında erkek olgunun yapılan MPS'de apekte, anterior ile inferior duvarların apikallerinde ve septumda izlenen perfüzyon defekti, 4. saatte alınan redistribüsyon imajında iskemi ile uyumlu olarak doluş gözlemlendi. Olgunun EF değeri %31 olarak hesaplanmıştır. MPS sonrası hastaya PTCA yapılmış ve LAD'de mevcut stentte %85, RCA ve LCx'de %80'lik darlıklar saptandı.

EF Sonuçlarının Değerlendirilmesi

MPS bulguları normal olan olgularda (n= 9) hesaplanan EF ortalaması 56.2 ± 6.5 iken, iskemi saptanan olgularda (n= 35) EF ortalaması 47.4 ± 16.4 idi (Tablo 3). İnfarkte miyokardiyal alanları bulunan olgularda ise (n= 8) ortalama EF değeri belirgin düşüktü (27.1 ± 11.6). İnfarkte alanların gözlemlendiği olguların EF değerlerinin, normal perfüzyon izlenen (p= 0.000) ve iskemi saptanan (p= 0.001) hastaların sonuçlarına kıyasla belirgin düşük olduğu dikkat çekti. Ayrıca iskemi saptanan ve saptanmayan olgular arasında da EF farkı istatistiksel olarak çok belirgin olmamakla birlikte anlamlıydı (p= 0.01).

TARTIŞMA

Miyokard canlılığını saptamak ve hangi hastaların revaskülarizasyondan yarar göreceklarını belirleyebilmek, hem hastalara erken müdahale şansını verir, hem de yarar görmeyecek hastaları operasyonun morbiditesinden korur. Perfüzyon ve kontraktıl fonksiyon kusuru göstermesine rağmen viable olan miyokardiyal alanların saptanması hastanın tedavi şekline karar vermede etkilidir. Yapılan çalışmalar revaskülarizasyon sonrası en belirgin düzelmenin, canlı miyokardiyal segment sayısı yüksek olgularda görüldüğünü ortaya koymaktadır. Ayrıca, canlı doku miktarı ile revaskülarizasyon sonrası egzersiz kapasitesindeki düzelme arasında doğrusal bir ilişki mevcuttur.⁸ ²⁰¹Tl ile sol ventri-

TABLO 3: Normal ve defektif MPS'li olguların EF ortalamaları.

	Normal	İskemi	İnfarkt
EF (%)	56.2 ± 6.5	47.4 ± 16.4	27.1 ± 11.6

külün %50'sinde canlılık saptandığında, operasyon ile ejeksiyon fraksiyonunun %27'den %41'e yükseldiğini bildirilmektedir.⁹

Talyum-²⁰¹ uptake ve redistribüsyonunun değerlendirilmesi, bu amaçla kullanılan en yaygın ve en sensitif metotlardan biridir.¹⁰ Viyabilite değerlendirmede uygun bir ajan olsa da düşük foton enerjisi ve uzun yarılanma süresi dezavantajlarıdır. Bu nedenle daha iyi imaj kalitesi ile kısa yarı ömür ve ideal foton enerjisine sahip ^{99m}Tc işaretli radyofarmasötikler geliştirilmiştir. Gated çalışmalara uygun olmakla birlikte, bu radyofarmasötiklerin de miyokardiyal ekstraksiyon oranları düşüktür ve redistribüsyona uğramazlar. Her iki radyofarmasötüğün üstün özelliklerini birleştirmesi nedeniyle, dual izotop miyokard perfüzyon SPECT görüntüleme, viyabilite ve fonksiyon değerlendirmesinde ideal bir protokol olarak görünmektedir. Dual izotop yöntemi kullanılarak miyokardın perfüzyon ve ventriküler fonksiyonları normal sınırlarda saptanmış olgularda prognozun iyi olduğu bildirilmektedir.¹¹ Ayrıca dual izotop yönteminde toplam tetkik

süresi diğer protokollere göre kısaldığı için hasta ve çalışanlar açısından zaman tasarrufu sağlanmaktadır.²

Çalışmamıza dahil olan 52 olgudan elde edilen toplam 468 segmentin 127'sinde egzersiz sırasında perfüzyon defekti izlenmiş ve bunların %74.8'inde Tl-²⁰¹ imajında radyofarmasötik tutulmuşunda belirginleşme dikkat çekmiştir. Görüntülerin 20 segment üzerinden değerlendirildiği benzer bir çalışmada egzersiz sırasında hipoperfüzyon izlenen segmentlerin %80,4'ü istirahat Tl-²⁰¹ görüntülerinde doluş göstermiştir.³ İstirahat ²⁰¹Tl/egzersiz ^{99m}Tc-MIBI çekimini takiben alınan erken veya geç redistribüsyon imajları sayesinde ek reversible bölgeler tespit edilebilmektedir.¹² Bu imajlar sayesinde uzun süreli hipoperfüzyona bağlı miyokardiyal disfonksiyon ile stunning veya hiberne miyokard dokusu saptanabilmektedir.¹³ Kipper ve ark.nın yaptıkları bir çalışmada hastaların %45'inin geç görüntülerinde redistribüsyonun gerçekleştiği görülmektedir.¹⁴ Yaptığımız çalışmada da istirahat imajlarında doluş göstermeyen alanların %50'si redistribüsyon imajında uptake artışı göstererek iske mi ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir. Veriler olgu bazında değerlendirildiğinde 4. saatte redistribüsyon görüntüleme yapılabilen 13 olgunun 8'inde ilave canlı alanların varlığı gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada infarkte alanların gözlendiği olgulara bir ay içerisinde F18-FDG ile kardiyak görüntüleme yapılmış, 4. saat redistribüsyon imajlarının F18-FDG görüntüleme ile daha iyi korelasyon gösterdiği saptanmıştır.⁴ Elde ettiğimiz sonuçların F18-FDG PET gibi bir yöntemle desteklenmemiş olması, çalışmamızın zayıf noktalarındandır. Ayrıca Tl-²⁰¹ ile re-enjeksiyon yöntemi uygulanmamış olması, 4. saatte alınan redistribüsyon görüntülerinde düzelleme izlenmeyen segmentlerin canlılığının yeniden değerlendirilmesi açısından bir diğer limitasyondur. Bu olguların cerrahi girişim sonrası incelemesi yapılamadığından, sol ventrikül perfüzyon ve fonksiyonlardaki düzelenin klinik sonuçları da değerlendirilememektedir. Bununla birlikte, literatürde verilen oranlara benzer şekilde geç redistribüsyon ile irreversible perfüzyon kusuru gözlenen segmentlerin yarısının

da miyokardiyal canlılığın gösterilmiş olması çalışmamızın öne çıkan sonuçlarındandır.

Dual izotop protokolünün, koroner anjiyografide %50 ve üzeri koroner darlık saptanan hastalarda sensitivitesi %91; %70 ve üzeri darlıklarda ise %96 olarak bildirilmektedir.¹⁵ Kanei ve ark.nın yaptıkları bir çalışmada; koroner anjiyografisinde %70 ve üzerinde darlık saptanan hastaların %68.4'ünde anjiyografi sonuçları ile MPS'de izlenen defekt sahasının uyumlu olduğu görülmüştür.¹⁶ Dual izotop miyokard perfüzyon sintigrafisinin stenotik damar alanlarını tespit etmede duyarlılığı, özgüllüğü ve doğruluk oranı %67 olarak bildirilmektedir.¹⁷

Çalışmamızda bir alt grup olarak değerlendirmeye aldığımız 28 hastanın koroner anjiyografileri ile MPS sonuçları arasındaki uyum incelendiğinde; iskemi olarak yorumlanan 59 segmentin %74.5'inin anjiyografide yaygın plaklı veya \geq %50 stenoz sahalarna ait olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra alınan 4. saat imajlarında redistribüsyon gösterdiği izlenen 10 segmentin de %90'ı koroner anjiyografi ile uyum göstermekte olup darlık oranları %70-99 arasında değişmektedir. İnfarkt sahası olarak raporlanan segmentlerin ise %75'i, %90-99 darlık saptanan koroner arter sulama alanları ile uyum göstermektedir. Anjiyografilerinde ilgili damarda belirgin stenoz saptanmamasına rağmen MPS görüntüleme de irreversible defekt izlenen 2 segment mevcuttu. Bu durumun, olguların anjiyografileri ile MPS görüntülemesi arasındaki süre içinde yeni bir stenoz gelişmesi ile açıklanabileceği düşünüldü. Tüm hastaların MPS görüntüleme ile koroner anjiyografilerinin eş zamanlı olmaması ve MPS sonrası anjiyografik değerlendirmenin her hastaya yapılamamış olması, elde edilen verilerin optimum karşılaştırılmasını doğal olarak engellemektedir. Ayrıca 4 olgunun koroner anjiyografilerinde %70-75 stenozlar tespit edilmesine karşın MPS bulguları normal sınırlardaydı. Bu uyumsuzluğun anjiyografide stenoz derecesinin subjektif olarak yorumlanmasına, medikal tedavi ile trombüs rezolüsyonuna, stenozun distal yerleşimine veya kollateral dolaşım varlığına bağlı olabileceği düşünüldü. MPS raporu doğrultusunda tekrar koroner anji-

yografi yapılan olgulardan birinde LAD sulama alanında iskemi saptanmasına rağmen yapılan anjiyografide bu damarda mevcut stentin açık olduğu görüldü. Ancak iskemi bulgusunun LAD distalinde gelişen plaklardan kaynaklanmış olabileceği sonucuna varıldı.

^{99m}Tc MIBI ile yapılan EKG-Gated imajları ile elde edilen fonksiyonel parametreler ile duvar kontraksiyonlarının değerlendirilmesi tanı ve izlemde önemli bilgi sağlamaktadır.¹⁸ Normal EF değerine sahip olguların yıllık kardiyak olay riski %1.8, EF anormalliği saptanan hastaların ise %7.4'tür.¹⁹ Yaygın perfüzyon defekti olmasına karşın LVEF>%45 olan vakaların yıllık ölüm oranı <%1 iken, ılımlı perfüzyon anormalliği olsa bile LEVF<%45 olan vakalarda bu oran yıllık %9.2'dir.²⁰ Bu çalışmada da infarkte alanların gözlemlendiği olguların EF değerlerinin, normal perfüzyon izlenen ve iskemi saptanan hastaların sonuçlarına kıyasla belirgin düşük olduğu dikkat çekmektedir (p< 0.005).

Sol ventriküle ait kontraktıl fonksiyonların belirlenmesi de klinik açıdan önemli bilgiler verebilmektedir.²¹ Çalışmamızda egzersiz-istirahat görüntüleri ile iskemi saptanan segmentlerin %56.8'inde kontraktılite kaybı izlenirken, redistribüsyon gözlenen ciddi iskemik alanlar ile infarkt olarak değerlendirilen toplam 32 segmentin 26'sının (%81.2) kontraktıl disfonksiyon gösterdiği dikkat çekmiştir. Ciddi iskemik veya infarkte dokularda canlı hücre azlığı ile doğru orantılı olarak hareket bozukluğu gözlenir. Dual izotop protokolü ile canlı doku varlığı araştırılırken sol ventrikül kontraktıl fonksiyonları da değerlendirilerek hastaların tedavi seçenekleri ve prognozları hakkında daha ayrıntılı bilgi sahibi olunabilir.

Sonuç olarak; KAH olgularında istirahat ²⁰¹Tl/egzersiz ^{99m}Tc MIBI Gated SPECT protokolü miyokardiyal perfüzyonun, viyabilitenin ve fonksiyonlarının incelenmesinde pratik ve güvenilir bir görüntüleme protokolü olup Talyum-²⁰¹'in redistribüsyon özelliği sayesinde canlı miyokard alanlarının tanımlanmasına önemli katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Weinmann P. Clinical Validation of Simultaneous Dual-Isotope Myocardial Scintigraphy. *Eur J Nucl Med* 2003; 30: 25-31.
- Okudan B. The Value and Throughput of Rest Thallium-201/Stress Technetium-^{99m} Sestamibi Dual-Isotope Myocardial SPECT. *Anadolu Kardiyol Derg* 2004; 4: 161-8.
- Groutars R, Verzijlbergen JF, van Buul MT. The Accuracy of 1-day Dual-Isotope Myocardial SPECT in a Population With High Prevalence of Coronary Artery Disease. *The International Journal of Cardiovascular Imaging* 2003; 19: 229-38.
- Matsuno K, Kuwabara Y, Watanabe S, Kuroda T, Mikami Y, Fujii K, et al. Detection of Myocardial Viability Using Rest Redistribution Thallium-201 Imaging in a Stress Tc-^{99m}-Tetrafosmin/Rest Thallium-201 Dual-Isotope Protocol. *Nuc Med Comm* 2001; 22: 165-73.
- Husain S. Myocardial Perfusion Imaging Protocols: Is there an ideal protocol? *J Nuc Med Technol* 2007; 35: 3-9.
- Kiat H, Germano G, Friedman J, et al. Comparative Feasibility of Separate or Simultaneous Rest Thallium-201/Stress Technetium-^{99m} Sestamibi Dual-Isotope Myocardial Perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1994; 35: 542-548.
- Murashita T, Makino Y, Kamikubo Y, Yasuda K, Mabuchi M, Tamaki N. Quantitative Gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography improves the prediction of regional functional recovery in akinetic areas after coronary bypass surgery: useful tool for evaluation of myocardial viability. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 126: 1328-34.
- Di Carli, et al. Predicting improved function after myocardial revascularization. *Curr Opin Cardiol* 1998; 13: 415-24.
- Rogasta M, Beller GA, Watson DD. Quantitative planar rest-redistribution-reinjection ²⁰¹Tl imaging in detection of myocardial viability and prediction of improvement in left ventricular function after coronary bypass surgery in patients with severely depressed left ventricular function. *Circulation* 1993; 87: 1630-41.
- Tamaki N, Ohtani H, Yamashita K. Metabolic activity in the areas of new fill-in after thallium-201 reinjection: comparison with positron emission tomography-using fluorine-18-deoxyglucose. *J Nucl Med* 1991; 32: 673-8.
- Groutars RG, Verzijlbergen JF, Muller AJ, et al. Prognostic value and quality of life in patients with normal rest thallium-201/stress technetium ^{99m}-tetrafosmin dual-isotope myocardial SPECT. *J Nucl Cardiol* 2000; 7: 333-41.
- Kiat H, Biasio Y, Wang FP. Frequency of reversible resting hypoperfusion in patients undergoing rest ²⁰¹Tl/stress Tc-^{99m} sestamibi separate acquisition dual isotope myocardial perfusion SPECT. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21(Suppl A): 222A.
- Paeng JC, Lee DS, Cheon GJ, Kim KB, Yeo JS, Chung JK, et al. Consideration of perfusion reserve in viability assessment by myocardial Tl-201 rest-redistribution SPECT: a quantitative study with dual-isotope SPECT. *J Nucl Cardiol* 2002; 9: 68-74.
- Kipper M, Labarbera J, Krohn L. The 24-Hour Tl-201 Image in Dual Isotope Myocardial Perfusion Scintigraphy: Clinical Utility and Prognostic Significance. *Clinical Nucl Med* 1998; 23(9): 576-581.

15. Berman DS, Kiat H, Friedman JD, Wang FP, van Train K, Matzer L, et al. Separate acquisition rest thallium- 201/stress technetium-^{99m} sestamibi dual-isotope myocardial perfusion single-photon emission computed tomography: a clinical validation study. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 1455-64.
16. Kanei Y, Huang Y, Fox JT, Rachko M, Bergmann SR. Correlation of antecedent stress myocardial perfusion imaging with the infarct related artery in ST-elevation myocardial infarction. *Int J Cardiovasc Imaging* 2009;25: 145-9.
17. Schwartz JG, Johnson RB, Aepfelbacher FC, Parker JA, Chen L, Azar RA, et al. Sensitivity, specificity and accuracy of stress SPECT myocardial perfusion imaging for detection of coronary artery disease in distribution of first-order branch vessels, using an anatomical matching of angiographic and perfusion data. *Nuclear Medicine Communications* 2003; 24: 543-9.
18. Winter O, Sutter J, Dierckx RA. Clinical relevance of left ventricular volume assessment by Gated myocardial SPET in patients with coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* 2002; 29: 957-66.
19. Travin MI, Heller GV, Johnson LL, et al. The prognostic value of ECG-Gated SPECT imaging in patients undergoing stress Tc-^{99m} sestamibi myocardial perfusion imaging. *J Nucl Cardiol* 2004; 11(3): 253-62.
20. Sharir T, Germano G, Kavanagh PB, Lai S, Cohen I, Lewin HC, et al. Incremental prognostic value of post-stress left ventricular ejection fraction and volume by Gated myocardial perfusion single photon emission computed tomography. *Circulation* 1999;100: 1035-1042.
21. Bavelaar-Croon CDL, Kayser HWM, Van der Wall EE, de Roos A, Dibbets-Schneider P, Pauwels EK, et al. Left ventricular function: correlation of quantitative Gated SPECT and MR imaging over a wide range of values. *Radiology* 2000; 217: 572-5.