

# Miyokard perfüzyon sintigrafisi

Myocardial perfusion scintigraphy

Şeyda Türkölmez

Ufuk Üniversitesi, Dr. Rıdvan Ege Araştırma ve Eğitim Hastanesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Ankara

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin çoğunda en sık ölüm nedeni kardiyovasküler hastalıklardır. Miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS) koroner arter hastalığı tanı ve prognoz belirlenmesinde, viabilite tanımlanmasında ve revaskülarizasyon sonrası iyileşmenin değerlendirilmesinde günümüzde nükleer kardiyolojide en sık uygulanan işlemdir. Bu yazıda MPS'nin tekniği, miyokardiyal radyofarmasötik ajanlar, stres protokolleri, yorumu etkileyen faktörler ve MPS'nin prognostik değeri incelenmiştir.

Anahtar sözcükler: **Koroner arter hastalığı, miyokard perfüzyon sintigrafisi**

Cardiovascular diseases remain the principal cause of death in the majority of developed and in developing countries. Myocardial perfusion scintigraphy (MPS) is currently most performed procedure in nuclear cardiology for diagnosis and prognosis of coronary artery disease, the characterisation of viability and the assessment of potential recovery after coronary revascularisation. This manuscript reviews the technique of MPS, myocardial radiopharmaceutical agents, stress protocols, the factors influencing the interpretation and the prognostic value of MPS.

Key words: **Coronary artery disease, myocardial perfusion scintigraphy**

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere en sık mortalite ve morbidite nedeni kardiyovasküler hastalıklardır. Bu grupta en sık karşılaşılan koroner arter hastalığıdır. Koroner arter hastalığında koroner arter darlığına bağlı kan akımında azalma miyokard perfüzyonunda bozulmaya neden olmaktadır. Koroner arter hastalığında damar lümenindeki darlık % 90'a ulaşana kadar istirahat halinde bölgesel kan akımı etkilenmeyebilir (1). Bununla birlikte subkritik darlık varlığında egzersiz sırasında maksimum kan akımı sağlanamayabilir. Koroner arter hastalığının ilerlemesi ile ventrikül duvar hareketlerinde bozulma ve diyastolik ve sistolik fonksiyon bozukluğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle koroner arter hastalığından şüphelenilen hastalarda iskeminin erken saptanması önemlidir (2, 3). Günümüzde miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntem doğruluğu yüksek ve noninvazif bir yöntem olan miyokard perfüzyon sintigrafisidir (MPS).

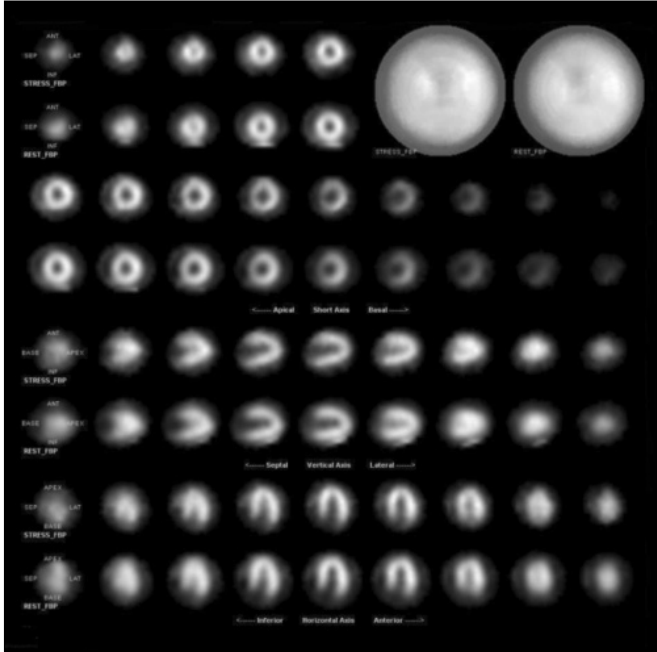
Koroner anjiyografi koroner arter darlığının belirlenmesinde altın standart yöntemdir. Anjiyografi ile epikardiyal koroner anatomi değerlendirilmektedir. Ancak MPS, damar darlığının hemodinamik önemini belirlemekte ve küçük damar fonksiyonları hakkında bilgi vermektedir. MPS'de anjiyografi sonucundan farklı sonuçlar elde edilmesi yöntemin başarısızlığından değil, verdiği fonksiyonel bilgiden kaynaklanmaktadır. MPS'nin koroner anjiyografi bulguları ile tam uygunluğu beklenmemeli ve klinik değerlendirme için gerekli görülmemelidir.

MPS miyokardiyal iskemi ve skarın saptanması, lokalizasyonu ve yaygınlığının değerlendirilmesi, sınırdaki darlıkların fizyolojik önemini değerlendirilmesi, miyo-

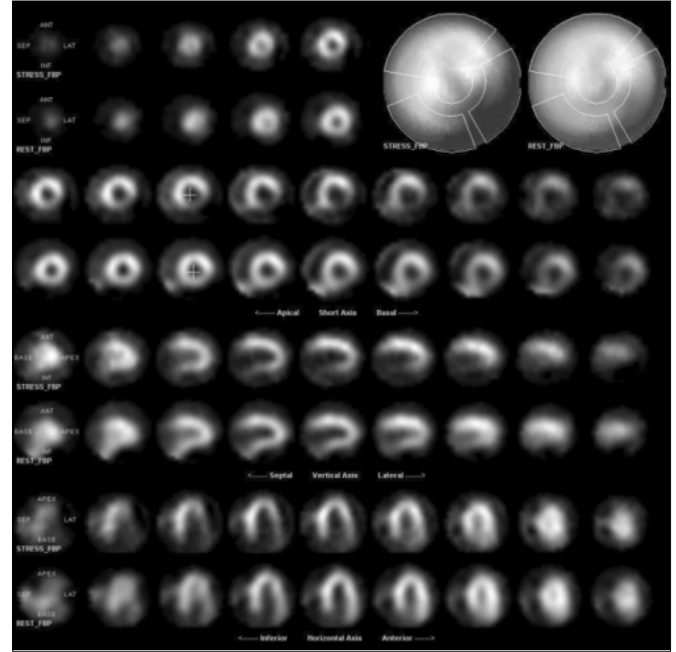
Geliş tarihi: 06.06.2006 • Kabul tarihi: 28.06.2006

İletişim adresi

Dr. Şeyda Türkölmez  
Angora Cad.Fırat Apt.No:186/20 Beysu Kent/Ankara  
Tel : (312)225 19 05  
Faks : (312)491 58 58  
E-posta adresi : sturkolmez@yahoo.com



**Şekil 1.** 44 yaşında bayan hastaya ait stres ve istirahat (kısa eksen, vertikal ve horizontal uzun eksen kesitleri ve polar harita) miyokard perfüzyon sintigrafisi görüntüleri. Sol ventrikül duvarlarında normal miyokard perfüzyonu izlenmektedir.



**Şekil 2.** 65 yaşında erkek hastaya ait stres ve istirahat (kısa eksen, vertikal ve horizontal uzun eksen kesitleri ve polar harita) miyokard perfüzyon sintigrafisi görüntüleri. İnferolateral duvarda iskemi ile uyumlu miyokard perfüzyon sintigrafisi bulguları izlenmektedir.

kard canlılığının değerlendirilmesi ve revaskülarizasyon sonrası fonksiyonel düzelmenin ön görülmesi, miyokard infarktüsü sonrası ve non-kardiyak cerrahi öncesi risk ve prognoz değerlendirilmesinde kullanılan güvenilir bir yöntemdir.

### Miyokard perfüzyon sintigrafisi

Miyokard perfüzyonu stres, istirahat veya her iki durumda da incelenebilir. MPS, hastaya radyofarmasötik ajan enjekte edildikten belli bir süre sonra hastanın etrafında gama kamerasının toplam 180° açı ile elde ettiği seri görüntülerden oluşan SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) tekniği kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Elde edilen ham verilerin bilgisayar işleme sonrası kalbin tomografik kesitleri (kısa eksen, vertikal ve horizontal uzun eksen) ve polar haritası elde edilmektedir. Sol ventrikül miyokardında homojen radyofarmasötik tutulumu normal miyokard perfüzyonu olarak değerlendirilir (şekil 1). Miyokardın herhangi bir bölgesinde düşük düzeyde radyofarmasötik tutulumu ise defekt olarak değerlendirilir. Egzersiz sonrası elde edilen MPS görüntülerinde izlenen bir perfüzyon defekti alanında, istirahat görüntülerinde normal perfüzyon görülmesi durumu redistribüsyon veya reverzibilite olarak tanımlanmakta ve bu durum iskemiye düşündürmekte iken (şekil 2); stres ve istirahat görüntülerinde defektte değişiklik izlenmemesi durumunda bulgunun skar dokusu ile uyumlu olduğu düşünülmektedir (4).

### Miyokard perfüzyon sintigrafisinde kullanılan radyofarmasötik ajanlar

MPS'de en sık kullanılan radyofarmasötik ajanlar; talyum-201 (Tl-201) ve teknesyum-99m (Tc-99m) ile işaretli kationik komplekslerdir. Tl-201 potasyum analogu olup miyokarda tutulumu koroner kan akımı ve hücre canlılığı ile ilgilidir. Kapiller yatakta ilk geçiş tutulumu %85 oranındadır. K<sup>+</sup> gibi, Na-K ATPase pompası ile aktif transportla hücre membranını geçerek hücre içine girer. Tl-201'in miyokarddaki dağılımı zamana bağlı olarak değişir. Dağılımdaki bu değişime redistribüsyon denir. Miyokarddaki başlangıç tutulumundan sonra yavaşça miyokardan ayrılarak vasküler bölüme geçer. Buna <sup>201</sup>Tl'in miyokardan washout'u denir. İskemik bölgede Tl-201'in washout hızı azalır. Böylece başlangıçta iskemik ve normal olan bölgeler arasında geç dönemde traser aktivitesi dengelenir. Tl-201 miyokard kan akımının değerlendirilmesinde en çok kullanılan ajan olmasına karşın fizik özellikleri suboptimaldir. Düşük enerji düzeyi nedeniyle atenüasyon problemleri ve rölatif uzun fiziksel yarı ömrü nedeniyle radyasyon dozunun yüksek olması ile karşı karşıya kalınmaktadır. Maksimum efor düzeyinde Tl-201'in enjekte edilmesinden 10 dakika sonra stres, ve 3-4 saat sonra istirahat görüntüleri gerçekleştirilir. Eğer stres ve istirahat görüntülerinde sabit perfüzyon defekti izleniyorsa ek doz Tl-201 enjekte edilerek (reenjeksiyon), reenjeksiyon görüntüleri alınır. Stres ve istirahat görüntülerinde izlenen sabit perfüzyon defektleri-

nin yaklaşık %50'sinin reenjeksiyon görüntülerinde düzel-  
diği bilinmektedir (5).

MPS'de sık kullanılan Tc-99m bileşikler i se; Tc-99m metoksiizobütizonitril (MIBI) ve Tc-99m tetrofosmindir. Tc-99m MIBI'nin başlangıç miyokardiyal tutulumu böl-  
gesel kan akımı bağımlıdır. İlk geçiş ekstraksiyon fraksiyo-  
nu Tl-201'den düşüktür (6). MIBI'nin parankimal hücre  
permeabilitesi ve dağılım volümü Tl-201'den daha geniştir.  
Bu durum miyokard hücreleri içinde daha uzun süre kal-  
masına yol açar (7). Tl-201'in yüksek ve daha hızlı ekstrak-  
siyonuna rağmen traser enjeksiyonu sonrası görüntüleme  
anında Tl ve MIBI'nin net miyokardiyal traser konsant-  
rasyonu benzerdir. Tc-99m MIBI'nin miyokarddaki was-  
hout'u oldukça yavaştır ve enjeksiyondan 3-4 saat sonraki  
redistribüsyonu yok denecek kadar azdır. Reversibilitenin  
gösterilmesi için stres ve istirahat esnasında olmak üzere  
iki ayrı enjeksiyon yapılması gerekir. Teknesyumun uygun  
enerji seviyesi yumuşak doku atenüasyon problemlerini  
ortadan kaldırır. Yarı ömrü kısa olduğu için Tl-201'e göre  
daha fazla dozda enjekte edilebilir.

Tc-99m tetrofosmin'in başlangıç miyokardiyal tutulumu  
bölgesel kan akımı bağımlıdır ancak ilk geçiş ekstraksiyon  
fraksiyonu Tl-201 ve Tc-99m MIBI'den düşüktür. MIBI  
gibi hızlı miyokardiyal uptake ve stabil retansiyon gösterir.  
MIBI çalışmasında olduğu gibi, stres ve istirahat esnasında  
olmak üzere iki ayrı enjeksiyon yapılması gerekir. MIBI'ye  
göre daha erken görüntüleme avantajına sahiptir (4, 8).

MPS'nin KAH'nın saptanmasında duyarlılık ve özgül-  
lüğü sırasıyla %90 ve %80 civarında bildirilmektedir (4,  
9) MPS'de kullanılan radyoaktif ajanların önemli bir yan  
etkisi bilinmemektedir. MPS'de dinamik egzersiz ve far-  
makolojik stresin bilinen komplikasyon oranı mevcuttur  
(%0.01 ölüm ve % 0.02 morbidite) (10-13).

### **Egzersiz/farmakolojik stres yöntemleri**

MPS'de fizik egzersiz veya farmakolojik stres yöntemleri  
kullanılmaktadır. İki yöntemin duyarlılık ve özgüllüğü eşit  
(14) olmasına karşın fizik egzersiz; egzersiz toleransı, ST  
depresyonu varlığının değerlendirilmesi, hastanın egzersize  
uygun hemodinamik cevabının olup olmadığının değeren-  
dirilmesi gibi farklı prognostik bilgiler sağlamaktadır. MPS  
normal olan hastalar içinde egzersiz EKG'de ST depresyonu  
olanlar olmayanlara göre yüksek risk taşımaktadır (13).

Fizik egzersiz koşu bandı (treadmill) veya sabit bir bi-  
siklet kullanılarak gerçekleştirilmektedir (4). Amaç kalbin  
iş yükünün ve metabolik ihtiyaçlarının artırılarak koroner  
rezervin test edilmesidir. Genellikle egzersiz testi öncesinde  
hastanın en az 48 saat hemodinamik ve klinik olarak stabil  
olması istenmektedir. Egzersize kan basıncı ve kalp hızı ce-  
vabını etkileyen ilaçların (beta blokürler ve kalsiyum kanal

blokürleri gibi) tıbbi bir engel olmadıkça test öncesinde  
kesilmesi önerilmektedir.

Farmakolojik stres test için vazodilatör ajanlar (dipirida-  
mol ve adenozin) ve pozitif inotropik ajanlar (dobutamin-  
arbutamin) kullanılmaktadır. Dipiridamol ve adenozin,  
egzersiz yapamayan hastalarda veya sol dal bloğu olanlarda  
seçilecek ajanlardır. Bu ajanların düşük düzey egzersiz ile  
kombine edilerek uygulanması tercih edilmektedir. Bron-  
kospazm riskini artırmalarından dolayı astım ve kronik  
obstrüktif akciğer hastalığı olanlarda ve hipotansiyon yan-  
etkisinden dolayı çalışma öncesinde hipotansiyonu olan-  
larda bu ajanların kullanılması kontrendikedir. İkinci veya  
3.derece AV bloğu olanlarda ise adenozin kullanımı kont-  
rendikedir. Egzersiz yapamayan ve bronkospazmı olan has-  
talarda ise en uygun yöntem dobutamin MPS'dir (13).

### **MPS'nin yorumlanmasında dikkat edilmesi gereken faktörler**

MPS'nin doğru yorumlanabilmesi için, hastanın efor  
düzeyinin yeterli olması (maksimum kalp hızının %85'ine  
ulaşılması), verilen radyofarmasötik dozunun ve görün-  
tülleme zamanının uygun olması, görüntüleme sırasında  
hareket olmaması gerekmektedir. Meme dokusu ve diyafr-  
agma atenüasyonu en sık karşılaşılan artefakt nedenleri-  
dir. Ayrıca, hipertansiyon, mitral kapak prolapsusu, kapak  
hastalıkları, idyopatik hipertrofik subaortik stenoz, kardi-  
yomiyopatiler, sol dal bloğu varlığı, miyokardit ve papiller  
adale gibi faktörlerin varlığında MPS'de yanlış pozitif so-  
nuçların olabileceği unutulmamalıdır. Yetersiz stres uygu-  
lanması durumunda ve üç damar hastalığında yanlış nega-  
tif test sonuçları elde edilebilmektedir (15).

### **Miyokard perfüzyon sintigrafisinin prognostik değeri**

MPS'si normal olan olgularda KAH varlığı kesin olarak  
dışlanamaz. Koroner arter hastalığından şüphelenilen veya  
tanı alan hastalarda miyokardiyal perfüzyonun normal sı-  
nırlarda olması ise iyi prognoz göstergesidir (16). MPS'de  
gelecekte kardiyak olay olasılığını belirleyen en önemli be-  
lirleyiciler; perfüzyon bozukluğu alanının büyüklüğü ve  
ciddiyeti (16), pulmoner kapiller basınç artışını gösteren  
akciğerde artmış aktivite tutulumu (17), egzersiz görüntü-  
sünde istirahattekinden daha belirgin sol ventrikül dilatas-  
yonu (18) ve miyokard enfarktüsü alanının yaygınlığı ve  
sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonudur (19).

MPS revaskülarizasyon etkinliğinin değerlendirilme-  
sinde de kullanılmaktadır. Koroner bypass sonrasında ve-  
nöz greft açıklığının değerlendirilmesinde, PTCA sonra-  
sında iskemik bölgedeki perfüzyonun değerlendirilmesi ve  
restenoz riskinin belirlenmesinde MPS önemlidir. PTCA  
işleminde 2-4 hafta sonra gerçekleştirilen egzersiz MPS'de  
iskemi varlığı restenoz için yüksek risk göstergesidir(20).

## Sonuç

Miyokard perfüzyon sintigrafisi, miyokardiyal iskemi ve skar dokusunun saptanmasında, miyokard canlılığının değerlendirilmesinde, prognoz belirlenmesinde ve revas-

külarizasyon etkinliğinin değerlendirilmesinde kullanılan, damar darlığının hemodinamik önemini belirleyen nonin-vazif ve güvenilir bir yöntemdir.

## Kaynaklar

1. Gould K, Lipscomb K. Effects of coronary stenosis on coronary flow reserve and resistance. *Am J Cardiol* 1974;34:48-55.
2. Upton MT, Rerych SK, Newman GE, et al. Detecting abnormalities in left ventricular function during exercise before angina and ST-segment depression. *Circulation* 1980;62:341-9.
3. Bonow RO, Bacharach SL, Green MV, et al. Impaired left ventricular diastolic filling in patients with coronary artery disease: Assessment with radionuclide angiography. *Circulation* 1981;64:315-23.
4. Zaret BL, Wackers FJ. Nuclear Cardiology (1): Review Article. *N Engl J Med* 1993; 329:775-83.
5. Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, et al. Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of Thallium after stress-redistribution imaging. *N Engl J Med* 1990; 323: 141-146.
6. DePuey EG, Berman DS, Garcia EV. *Cardiac SPECT imaging*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996.
7. Leppo J, Meerdink D. Comparison of the myocardial uptake of a technetium-labeled isonitrile analog and thallium. *Circ Res* 1989;65:632-9.
8. Montz R, Perez-Castejon MJ, Jurado JA, et al. A Spanish-Portuguese multicentre clinical trial: Technetium-99m tetrofosmin rest/ stress myocardial SPET with a same day 2 hour protocol: comparison with coronary angiography. *Eur J Nucl Med* 1996; 23:639-47.
9. Machac J, Henzlova MJ. Basis of myocardial perfusion, metabolism, infarction, and receptor imaging in coronary artery disease and congestive heart failure. The pathophysiologic basis of nuclear medicine. Elgazzar AH (ed). Springer Verlag Berlin, 2001. p: 221-257.
10. Rochmis P, Blackburn H. Exercise tests. A survey of procedures, safety and litigation experience in approximately 170,000 tests. *JAMA* 1971;217:1061-6.
11. Cerqueira MD, Verani MS, Schwaiger M, et al. Safety profile of adenosine stress perfusion imaging: results from the Adenoscan multicenter trial registry. *J Am Coll Cardiol* 1994;23:384-9.
12. Klodas E, Miller TD, Christian TF, et al. Prognostic significance of ischemic electrocardiographic changes during vasodilator stress testing in patients with normal SPECT images. *J Nucl Cardiol* 2003;10:4-8.
13. Travain MI, Wexler JP. Pharmacological stress testing. *Semin Nucl Med* 1999; 29:298-318.
14. Samady H, Wackers FJ, Joska TM, et al. Pharmacologic stress perfusion imaging with adenosine: role of simultaneous low-level treadmill exercise. *J Nucl Cardiol* 2002;9:188-96.
15. Kirch D, Koss J, Bublitz T, et al. False-positive findings on myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med*. 2004 Sep;45(9):1597.
16. Hachamovitch R, Berman DS, Kiat H, et al. Exercise myocardial perfusion SPECT in patients without known coronary artery disease: incremental prognostic value and use in risk stratification. *Circulation* 1996;93:905-14.
17. Gill JB, Ruddy TD, Newell JB, et al. Prognostic importance of thallium uptake by the lungs during exercise in coronary artery disease. *N Engl J Med* 1987;317:1486-9.
18. Weiss AT, Berman DS, Lew AS, et al. Transient ischemic dilation of the left ventricle on stress thallium-201 scintigraphy: a marker of severe and extensive coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 1987;9:752-9.
19. Gioia G, Milan E, Giubbini R, et al. Prognostic value of tomographic redistribution thallium 201 imaging in medically treated patients with coronary artery disease and left ventricular dysfunction. *J Nucl Cardiol* 1996;3:150-6.
20. Newhouse HK, Wexler JP. Myocardial perfusion imaging for evaluating interventions in coronary artery disease. *Semin Nucl Med*. 1995;25:15-27.