



MPS'de SPECT/BT ve EKG-Gated ile Atenüasyon Düzeltmeli Görüntülerin Eklenmesi Hangi Hasta Grubu İçin Faydalıdır?

Adding Attenuation Corrected Images with SPECT/CT and ECG-Gated in MPI is Usefull for Which Group of Patient?

Ayşe Esra Arslan¹, İrfan Peksoy², Rıza Şefizade³

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Erzurum Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Bölümü, Erzurum, Türkiye.

²Ankara Özel Koru Hastanesi, Nükleer Tıp Bölümü, Ankara, Türkiye.

³Sağlık Bilimleri Üniversitesi Ankara Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Kliniği, Türkiye.

ÖZET

Amaç: Miyokard perfüzyon sintigrafisinde (MPS), meme dokusu atenüasyonu ve diyafragma atenüasyonu gibi yanlış pozitifliğe neden olan çok sayıda neden vardır. Çalışmamızda MPS'de rest görüntülemeye çağırma, Tek foton komputerize tomografi/Bilgisayarlı tomografi (SPECT/BT) ve elektrokardiyografi (EKG) gated Tek foton komputerize tomografi (SPECT) 'yi etkileyen faktörlerin katkısını araştırmak istedik.

Gereç ve Yöntemler: Şubat 2012 ve Mayıs 2013 tarihleri arasında MPS SPECT/BT yapılan ve normal çalışma olarak yorumlanan 258 hasta çalışmaya dahil edildi. Stres atenüasyon düzeltmeli (AD), atenüasyon düzeltmeli olmayan (NAD) ve EKG-gated SPECT görüntüleri ayrı ayrı analiz edildi ve rest MPS gerekip gerekmediğine karar verildi. Ayrıca rest gerekliliği ile vücut kitle indeksi (VKİ), yaş ve cinsiyet arasındaki ilişki değerlendirildi.

Bulgular: NAD MPS görüntüleri tek başına değerlendirildiğinde, 258 hastanın 127'sinde (%49.2) rest MPS ihtiyacı olduğu saptandı. MPS görüntüleri SPECT/BT ile yapılan AD ile yorumladığımızda bu oran %11.2'ye düştü. SPECT/BT'ye EKG-gated SPECT görüntüleri eklendiğinde bu oranın %6.6'ya düşmekte olduğu ve bu görüntülerin VKİ<35kg/m² olan hasta grubunda en büyük katkı sağladığı görüldü.

Sonuç: SPECT/BT ile yapılan AD ve EKG-Gated ile MPS'nin özellikle VKİ<35 kg/m² olan hastalar için faydalı olacağını düşünüyoruz.

Anahtar Kelimeler: Atenüasyon düzeltme, miyokard perfüzyon sintigrafisi, SPECT/BT

ABSTRACT

Aim: There are large number of reasons which causes false positivity in myocardial perfusion imaging (MPI) as breast tissue and diaphragm attenuation. In our study, we want to investigate that the factors which affect MPI rest recall, single photon emission computerized tomography/computerized tomography (SPECT/CT) and electrocardiography ECG-Gated SPECT's contribution.

Material and Methods: Between February 2012 and May 2013, 258 patient included the study who have done MPI SPECT/CT and interpreted as normal study. The attenuation corrected (AC), non-attenuation-corrected (NAC) and ECG-Gated SPECT images were analyzed separately and decided to rest MPI need or not. The relationship between body mass index (BMI), age and gender were evaluated.

Results: When the NAC MPI images are evaluated alone, in 127 of 258 patient (49.2%) was found that they need rest MPI. When we interpret AC images with SPECT/CT, this ratio fell down to 11.2%. When ECG-gated SPECT images added to AC with SPECT/CT, this ratio decreases to 6.6% and these images provides the greatest contribution to the group of patients whose BMI <35kg/m².

Conclusion: We think that AC MPI with SPECT/CT and EKG-gated can be done especially for patients with BMI<35 kg/m².

Keywords: Attenuation correction, myocardial perfusion imaging, SPECT/CT

GİRİŞ

Miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS), koroner arter hastalığı (KAH) riskinin değerlendirilmesi için iyi bilinen bir tanı yöntemidir (1). Bununla birlikte, çalışmanın kullanılabilirliğini sınırlayabilecek çeşitli potansiyel tuzaklar ve artefaktlar mevcuttur (2). Fotonların hasta vücudu tarafından zayıflatılması (atenüasyon), MPS'deki en yaygın artefaktlardan biridir (2). Konvansiyonel SPECT görüntüle-

menin özgüllüğü, özellikle meme dokusu ve diyafragma atenüasyonu artefaktları nedeniyle suboptimal kalmıştır (3). Bu nedenle atenüasyon düzeltmesi için birçok teknik geliştirilmiştir. İlk zamanlarda atenüasyon artefaktlarını önlemeye çalışmak için ek düzlemsel görüntüler kullanılmıştır (4). Daha sonra EKG-gated MPS gündeme gelmiştir (5).

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ayşe Esra Arslan, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Erzurum Şehir Hastanesi, Nükleer Tıp Bölümü, Erzurum, Türkiye **email:** ayseesra82@hotmail.com

Cite this article as: Arslan AE, Peksoy İ, Şefizade R. Adding Attenuation Corrected Images with SPECT/CT and ECG-Gated in MPI is Usefull for Which Group of Patient?. JAMER 2023;8(4)54-9.

Geliş Tarihi:08.11.2023

Kabul Tarihi:16.11.2023

Online Yayın: 05.12.2023

Günümüzde transmisyon kaynağı veya bilgisayarlı tomografi (BT) ile atenüasyon düzeltmesi (AD) yapabilen cihazlar mevcuttur.

Hibrid kardiyak SPECT/BT ile MPS, seçilmiş hasta gruplarında kardiyak hastalığın anatomik ve fonksiyonel yönlerinin birlikte değerlendirilmesine olanak sağlar (6). AD görüntüleme, miyokardiyal perfüzyon SPECT görüntüleme tekniğinin tanılma değerini artırır, yorumlanmasını kolaylaştırır, yanlış pozitif ve şüpheli sonuçların sayısını azaltır (7). Bu nedenle SPECT/BT, MPS'deki atenüasyon artefaktlarını azaltmak için birçok merkezde kullanılmaktadır.

EKG-gated SPECT MPS, fonksiyonel miyokardiyal görüntülemenin gelişiminde, ileriye doğru büyük bir adım temsil etmektedir (8). Ayrıca EKG-gated SPECT MPS, yaygın kullanılabilirliğe sahiptir, uygun maliyetlidir ve radyasyon açısından güvenlidir. Duvar kalınlaşmasını saptayarak atenüasyonu doğrulamak için EKG-gated SPECT'i kullanabiliriz.

MPS bir gün veya iki gün protokolü ile yapılabilmektedir. İki gün protokolünde stres ve rest görüntüleri farklı günlerde elde edilir. Stres çalışması tamamen normale, rest çalışmasına gerek yoktur. Sadece stres MPS görüntüleri, gereksiz rest MPS'yi azaltır, zamandan tasarruf sağlar ve hastaya verilen radyasyon dozunu azaltabilir. Bu nedenle atenüasyon artefaktları nedeniyle sıklıkla rest MPS'ye ihtiyaç duyarız. SPECT/BT ve EKG-gated çalışma ile atenüasyonu düzeltirsek gereksiz rest MPS'den kaçınabiliriz. Bu çalışmanın amacı, BT ve EKG-gated ile atenüasyon düzeltmenin, KAH olmayan hasta grubunda gereksiz rest MPS'yi azaltabileceğini göstermek ve bu tekniklerin hangi hasta grubunda faydalı olduğunu araştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEMLER

Hasta Seçimi

Bu çalışmada, Şubat 2012 ile Mayıs 2013 tarihleri arasında Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nükleer Tıp Kliniği'nde, iki gün protokolü ile stres ve rest MPS EKG-gated SPECT/BT yapılan 258 hasta incelendi. Dahil edilme kriterleri; düşük ön test riskine sahip olmak ve görüntülerin normal MPS şeklinde yorumlanmasıdır. Hasta seçimi için dışlama kriterleri: EKG'de KAH için spesifik bulgulara sahip olmak (örneğin patolojik Q dalgaları), ekokardiyografide izlenen sol ventrikül segmental duvar hareketi anormallikleri, bypass cerrahisi öyküsü, miyokard enfarktüsü, kalp nakli ve orta-şiddetli kalp kapak hastalığı öyküsüdür. Tüm hastalar Eylül 2013'e kadar (16±3 ay) takip edilmiş ve akut koroner sendrom (AKS) açısından izlenmiştir. Takip sırasında hiçbir hastada AKS görülmemiştir.

Yaşları 23 ile 80 arasında değişen 258 hastanın yaş ortalaması 54±10'dur. Hastaların %61.6'sı (n=159) kadın, %38.4'ü (n=99) erkektir. Tüm hastaların vücut kitle in-

deksi (VKİ) hesaplanmış ve tabloda gösterilmiştir (Tablo 1). Hastalar VKİ'ne göre altı gruba ayrılmıştır. Zayıf hasta sayısı (ilk grup) istatistiksel analiz için çok az olduğundan dolayı bu grup çalışmamıza dahil edilmedi.

Tablo 1. Vücut kitle indeksi grupları

Grup	VKİ	n=258	%
Zayıf	<18.5kg/m ²	1	0.4
Normal	18.5-24.9 kg/m ²	48	18.6
Fazla kilolu	25-29.9 kg/m ²	63	24.4
Obez	30-34.9 kg/m ²	73	28.3
II. derecede obez	35-44.9 kg/m ²	40	15.5
III. derecede morbid obez	Over 45 kg/m ²	33	12.8
VKİ: Vücut Kitle İndeksi			

Görüntüleme Protokolü

MPS çalışmaları iki gün protokolü (Stres-rest Gated SPECT/BT) ile gerçekleştirilmiştir. Hastalara stres görüntüleme için fiziksel egzersiz veya farmakolojik stres yapılmıştır. Farmakolojik strete hastaya adenozin 6 dakika süreyle infüze edilerek 4. dakikada hastaya radyoaktif madde enjeksiyonu yapılmıştır. Diğer tüm hastalar Bruce protokolü ile koşu bandında egzersiz yaparak strese sokulmuştur. Hasta maksimum kalp hızının (220-yaş) %85'ine ulaştığında Tc 99m MIBI enjekte edilmiştir.

Stres ve rest görüntüleri 555-740 Megabekquerel (MBq) eşdeğeri 15-20 milicurie (mCi) Tecnetium 99m (Tc 99m) metoksiizobutilizonitril (MIBI) enjeksiyonundan yaklaşık 45 dakika sonra başlatılmıştır.

Görüntüleme Tekniği

MPS SPECT/BT görüntülemesi için, düşük enerjili yüksek çözünürlüklü kolimatörlü (LEHR) GE Infinia Hawkeye 4 marka SPECT/BT cihazı L modunda kullanıldı. Görüntüler supin pozisyonda 45° sağ anterior oblikten başlayarak sol posterior oblik açığı kadar elde edildi. Hastaya EKG elektrotları bağlanarak EKG-gated ile SPECT görüntüleme elde edildi. SPECT görüntülemesinden hemen sonra AD için kullanılan BT çekildi. Tüm stres ve rest EKG-gated SPECT verileri 64x64 matris, 30 saniyelik 32 projeksiyon, 140 keV + -10 kullanılarak elde edildi. Düşük doz BT görüntülemesi 140 kV, 1.0 mAs, 5 mm kesit kalınlığında alındı. Atenüasyon haritası BT görüntülerinden bilgisayar programı tarafından otomatik olarak oluşturuldu.

Görüntülerin Yeniden Yapılandırılması

Proses işlemi, Xeleris iş istasyonunda QGS / QPS programı, Butterworth filtre (kritik frekans 0.35:güç 10), OSEM/ MLEM rekonstrüksiyon tip I (iterasyon 2, subset 10) ile yapılmıştır.

AD için mediastinal pencere kullanıldı ve sol ventrikül

aktivitesinin kalp üzerinde olup olmadığı ve akciğerlerin içine doğru uzanmadığı kontrol edilmiştir. Ham verilerden kısa eksen, yatay uzun eksen ve dikey uzun eksen kesitleri oluşturulmuştur.

Görüntü Yorumlama

MPS görüntüleri iki deneyimli nükleer tıp uzmanı tarafından görsel olarak semikantitatif bir yöntem uygulanarak analiz edildi. Anlaşmazlık olması halinde bu görüntüler üçüncü bir nükleer tıp hekimine danışıldı. İlk olarak NAD stres MPS incelendi ve rest çalışmasına gerek olup olmadığına karar verildi. İkinci olarak AD görüntülerini BT ve EKG-gated görüntüleri ile semikantitatif ve duvar kalınlığının görsel analizi ile değerlendirildi. EKG-gated görüntüler QPS/QGS yazılımı (Cedars-Sinai Medical Center) ile analiz edildi. Son olarak AD ve EKG-gated görüntüler birlikte yorumlandı ve rest çalışması gerekip gerekmediği hakkında yorum yapıldı.

İstatistiksel Analiz

Veri analizi SPSS for Windows 11.5 paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sürekli ve kesikli sayısal değişkenlerin dağılımının normale yakınlığı Kolmogorov-Smirnov testi ile araştırılmıştır. Sürekli ve kesikli sayısal değişkenler için tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standart sapma şeklinde, kategorik değişkenler ise gözlem sayısı ve (%) şeklinde gösterilmiştir.

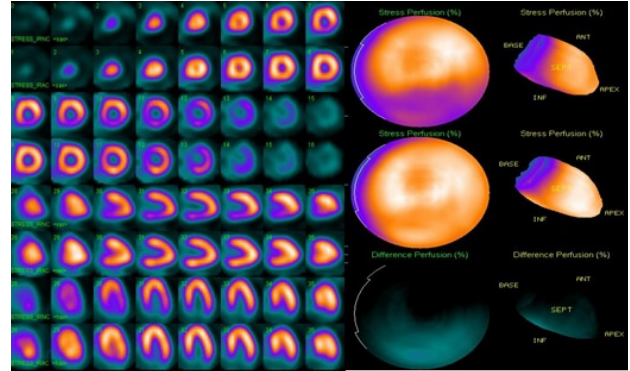
Gruplar arasında yaş ve VKİ açısından farkın anlamlılığı Student's t testi ile Mann-Whitney U testi ile incelenmiştir. Nominal değişkenler Pearson Ki-kare veya olabirlik oran testi ile değerlendirilmiştir. NAD görüntüleri sırasıyla, AD ve AD + EKG-gated görüntüleri McNemar testleri ile rest çalışmasına ihtiyaç duyma oranlarının anlamlı farklılığı açısından incelenmiştir.

Gruplar arasında yaş, cinsiyet ve VKİ ile birlikte çevresel etkileri ayırt etmek için çok değişkenli lojistik regresyon analizi belirlendi. Her bir değişkenin odds oranı ve %95 güven aralıkları hesaplanmıştır. p değerinin <0.05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

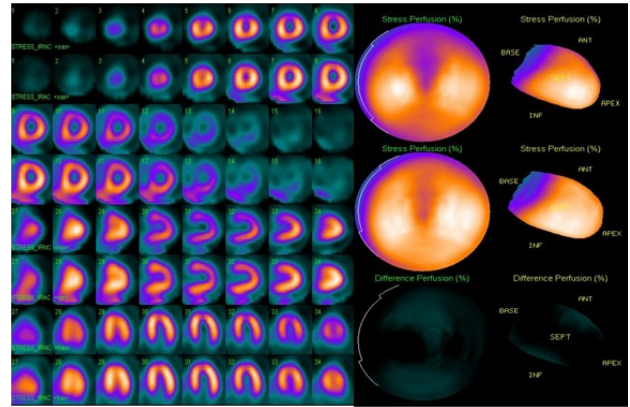
MPS'de izlenen yaygın artefaktlardan biri olan erkeklerde diafragma atenüasyonunun (Resim 1), kadınlarda meme dokusu atenüasyonunun (Resim 2) BT ile yapılan AD ile düzeltilebildiği görüldü.

Çalışmamızda sadece NAD görüntülerini yorumladığımızda rest çalışmasına çağrılma oranı %49.2'dir. AD görüntülerini incelediğimizde bu oran %11.2 olarak tespit edilmiştir. NAD+EKG-gated görüntülerini birlikte değerlendiresek bu oran %29.8 olmaktadır. AD ve EKG-gated görüntülerinin her ikisini de yorumlamak için kullanırsak, rest çalışmasına çağrılma oranı %6.6 olarak bulunmuştur.



*Üst sırada NAD MPS kesitlerinde inferior duvarda izlenen hipoperfüze görünümün, alt sırada izlenen AD MPS kesitlerinde düzeldiği izlenmiş olup bu görünüm diafragma atenüasyonu ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Resim 1. Erkek hastada inferior duvarda diafragma atenüasyonu



*Üst sırada NAD MPS kesitlerinde anterior duvarda izlenen hipoperfüze görünümün, alt sırada izlenen AD MPS kesitlerinde düzeldiği izlenmiş olup bu görünüm meme dokusu atenüasyonu ile uyumlu olarak değerlendirilmiştir.

Resim 2. Bayan hastada anterior duvarda meme dokusu atenüasyonu

Bu sonuçlar Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Rest MPS Gereksinimi

MPS	n=258	%
NAD	127	49.2
AD	29	11.2
NAD+EKG-gated	77	29.8
AD+EKG-gated	17	6.6

MPS: Miyokard perfüzyon sintigrafisi NAD: Atenüasyon düzeltilmeli olmayan
AD: Atenüasyon düzeltilmeli

Ayrıca VKİ, cinsiyet ve yaş gibi parametrelerin AD, NAD+gated, AD+gated MPS görüntüleri ile rest çalışması gerekliliği ile ilişkili olup olmadığını araştırdık. AD MPS'nin özellikle VKİ<35 kg/m² (ortalama 31 \pm 6) olan hastalarda daha yararlı olduğunu bulduk (Tablo 3).

Ek olarak hastaların yaş ve cinsiyet gibi diğer özellikleri de rest MPS ihtiyacı açısından değerlendirildi. Bunlar ile rest çalışması gerekliliği arasında herhangi bir ilişki bulamadık. Çalışmamızda EKG-gated MPS'nin özellikle kadın hastalarda rest MPS gereksinimini azalttığı tespit edilmiş olup (Tablo 4) bu durum istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak yaş, cinsiyet, BMI ve TC gibi diğer parametreler rest MPS gerekliliği ile ilişkili değildir.

Tablo 3. Rest MPS gereksinimi ile AD MPS ve VKİ arasındaki ilişki

VKİ Grup	AD ile rest MPS gereksinimi olmayan hastalar	AD ile rest MPS gereksinimi olan hastalar
2. grup	47 hasta (%20.5)	2 hasta (%6.9)
3. grup	59 hasta (%25.8)	4 hasta (%13.8)
4. grup	66 hasta (%28.8)	7 hasta (%24.1)
5. grup	30 hasta (%13.1)	10 hasta (%34.5)
6. grup	27 hasta (%11.8)	6 hasta (%20.7)
Toplam	229 hasta	29 hasta

VKİ: Vücut kitle endeksi AD: Atenüasyon düzeltilmeli MPS: Miyokard perfüzyon sintigrafisi

Tablo 4. Rest MPS gereksinimi ile EKG-gated MPS ve Cinsiyet arasındaki ilişki

Cinsiyet	EKG-gated ile rest MPS gereksinimi olmayan hastalar	EKG-gated ile rest MPS gereksinimi olan hastalar	Toplam
Erkek	52 hasta (%28.7)	47 hasta (%61)	99 (%38.4)
Kadın	129 hasta (%71.3)	30 hasta (%39)	159 (%61.6)
Toplam	18 hasta	77 hasta	258 (%100)

MPS: Miyokard perfüzyon sintigrafisi

AD MPS ve AD+EKG-gated MPS görüntülerine birlikte baktığımızda benzer sonuçlar elde edilmiştir. VKİ ortalaması 31 ± 6 olması rest MPS gereksinimi ile ilişkilidir (Tablo 5). Yaş ve cinsiyet ile rest gereksinimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır.

Tablo 5. Rest MPS gereksinimi ile AD EKG-gated MPS ve VKİ arasındaki ilişki

VKİ Grup	AD EKG-gated ile rest MPS gereksinimi olmayan hastalar	AD EKG-gated ile rest MPS gereksinimi olan hastalar
2. grup	47 hasta (%19.5)	2 hasta (%11.8)
3. grup	61 hasta (%25.3)	2 hasta (%11.8)
4. grup	72 hasta (%29.9)	1 hasta (%5.9)
5. grup	32 hasta (%13.3)	8 hasta (%47.1)
6. grup	29 hasta (%12.0)	4 hasta (%23.5)
Toplam	241 hasta	17 hasta

VKİ: Vücut kitle endeksi AD: Atenüasyon düzeltilmeli MPS: Miyokard perfüzyon sintigrafisi

TARTIŞMA

MPS SPECT, bilinen veya şüphelenilen KAH'nın değerlendirilmesi için iyi bilinen bir yöntemdir ve birçok çalışma SPECT MPS'nin güçlü prognostik değerini göstermiştir (9). Fotonların hasta vücudu tarafından atenüasyonu MPS'deki en yaygın artefaktlardan birinden sorumludur ve yumuşak doku atenüasyonu çalışmanın sensitivitesini azaltır. Yıllar içerisinde çeşitli teknikler deneyimlenmiştir. Genellikle atenüasyon artefaktlarının Tc-99m radyofarmasötikleri ile MPS yapıldığında talyum-201'e (TL-201) göre daha az görüldüğü kabul edilir (3). Prone görüntüleme, ek maliyet olmaksızın daha doğru sintigrafik yorum-

lar sağlar, ucuzdur ve hastaya fazladan radyasyon vermez (10). Ancak prone görüntüleme büyük meme dokusuna sahip kadınlar ve obez hastalar için uygun değildir (11). MPS ile atenüasyon düzeltilmesi yapıldığında KAH tespiti için tanısal doğrulukta (daha yüksek özgüllük yoluyla) bir artış olduğunu bildirmiştir (6). Bu nedenle Amerikan Kardiyoloji Derneği AD MPS çalışmalarını önermektedir. Yine de MPS raporlanırken hem AD hem de NAD çalışmaları değerlendirilmelidir (12). Birçok atenüasyon düzeltme yöntemi vardır. EKG-gated bunlardan biridir ve EKG-gated AD için önemli bir role sahiptir. Nekrotik miyokardın normal şekilde hareket etmesi veya kalınlaşması beklenmediğinden, EKG-gated çekimi, yumuşak doku atenüasyonunu gerçek perfüzyon defektlerinden ayırt edebilir ve ek fonksiyonel bilgi sağlar (13). Sabit bir perfüzyon defektinde normal duvar hareketinin varlığı genellikle atenüasyon artefaktı ile uyumludur; ancak küçük skarlar veya nontransmural enfarktlerde benzer görünüm olabilir (14). EKG-gated SPECT'in MPS özgüllüğünü ve doğruluğunu artırabileceğini söyleyen çalışmalar vardır (15).

Çalışmamızda, KAH olmayan hasta grubunda NAD, AD, EKG-gated+NAD, EKG-gated+AD görüntüleri kullandığımızda rest MPS ihtiyacı olup olmadığını araştırdık. AD ve EKG-gated görüntülerinin eklenmesinin sadece NAD görüntülerinin kullanılmasına göre daha üstün olduğunu bulduk. AD+ECG gated görüntüleri birlikte kullanıldığında 241 (%93.4) hastaya gereksiz rest MPS çekilme-yebileceğini tespit ettik. Böylece rest çalışması sayısını minimuma indirerek, hastaya radyasyon maruziyetini azaltabilir, zamandan tasarruf edebilir, gereksiz radyofarmasötik dozundan kaçınabilir ve laboratuvar verimliliğini artırabiliriz.

Taillefer ve arkadaşları (16) kadınlarda KAH tespitinde EKG-gated SPECT'in özgüllüğünün arttığını göstermişlerdir. Thompson RC ve arkadaşları, özellikle VKİ 30 veya daha fazla olan hastalarda, EKG-gated AD Tc 99m sestamibi SPECT MPS'nin, EKG-gated NAD SPECT MPS ile karşılaştırıldığında özgüllüğü artırdığını bulmuşlardır (15).

Rest MPS gereksinimi ile EKG-gated SPECT, AD ve VKİ arasında İstatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bizim çalışmamızda sadece EKG-gated MPS ile yapılan AD kadın hastalar için faydalıdır. Bu sonuca benzer bir literatür bulamadık.

AD için çeşitli stratejiler değerlendirilmiştir ve BT ile AD bunlardan biridir. Çalışmalar ayrıca AD kullanımının tanısal doğruluğu, özellikle de testin özgüllüğünü artırdığını göstermiştir (17). Ancak Hibrid SPECT/BT kullanılarak yapılan atenüasyon düzeltilmesinin RCA lezyonlarında özgüllüğü artırdığı, ancak LAD lezyonlarında özgüllüğü azalttığı bulunmuştur. Bu tekniğin erkeklerde kadınlara göre daha faydalı olması muhtemeldir (18). Ancak biz çalışmamızda cinsiyet ile AD SPECT görüntüleme, rest

MPS gerekliliği arasında herhangi bir ilişki tespit etmedik. Etkin görüntüleme süresi ve hasta dozunun azaltılması, rest MPS taramasının ortadan kaldırılmasıyla da gerçekleştirilebilir. Mevcut kılavuzlar da önce stres çalışmasının yapılmasını önermektedir, çünkü stres çalışması normal olarak yorumlanırsa dinlenme çalışması atlanabilir (19). Rozanski ve arkadaşları (20), son yirmi yılda anormal MPS çalışmalarının sıklığında 1991'de %41'den 2009'da %9'a kademeli bir düşüş olduğunu bildirmiştir. Sadece stres (SS) görüntüleme böylece test süresini kısaltır (3-5 saatten 1-2 saate) ve test edilen hastaların önemli bir kısmında radyasyon maruziyetini en az %30 azaltır. Yalnızca stres yaklaşımı çeşitli çalışmalarda araştırılmıştır. SS MPS'de başarı için, hastaların dikkatli seçilmesi önemlidir. SS MPS Dinlenme EKG'si normal olan ve bilinen KAH'ı olmayanlar için en uygun yöntemdir (21). Worsley ve arkadaşları (22) egzersiz veya farmakolojik stres sonrasında normal görüntüleme bulguları elde edilmişse rest görüntülerine gerek olmadığını göstermiştir. Bu durum, daha sonra Schroeder-Tanka ve arkadaşları (23) tarafından yapılan büyük bir çalışma ile doğrulanmıştır.

SS MPS atenüasyon düzeltilmesi ile de yapılabilir. Tragerdh ve arkadaşları (24), 1261 hastada MPS çalışmasını incelemiş ve hekimler NAD stres görüntülerine sadece AD stres görüntülerinin eklenmesinin, gereksiz rest çalışmalarının sayısını önemli ölçüde azalttığını göstermişlerdir. Bu çalışmalar bizim çalışmamızı doğrulamaktadır. Ancak SS AD MPS'nin hangi hasta grubu için yararlı olduğuna dair herhangi bir literatür bulunmamaktadır.

Heller ve arkadaşları (17), SS MPS ile yapılan çalışmalara uygulanan AD'nin, çalışmaları normal veya anormal olarak yorumlama yeteneğini önemli ölçüde artırdığını ve rest görüntüleme ihtiyacını azalttığını bulmuştur. AD verilerinin eklenmesi, kesinlikle normal veya anormal olarak nitelendirilen çalışmaların sayısının %84'e çıktığını göstermiş ve şüpheli olarak değerlendirilen hasta sayısının azaldığı görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada rest görüntüleme ihtiyacının, AD verilerinin eklenmesi ile %77'den %43'e düştüğü tespit edilmiştir. Çalışmalarında hasta seçerken, sadece bilinen KAH olan hastaların veya KAH olasılığı düşük olan hastaların kullanılması, ihtiyaç duyulan rest MPS çalışmalarının sayısındaki daha büyük farkın nedeni olabilir (24). Bizim çalışmamızda da benzer olarak büyük bir fark vardır. Örneğin AD MPS eklediğimizde istirahat MPS gerekliliği %49.2'den %11.6'ya düşmektedir. Bunun KAH olmayan hastaların seçilmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

SS AD MPS'nin rest MPS'ye olan ihtiyacı azalttığına dair birçok çalışma vardır ancak hangi hasta grubunun bu yöntemden faydalanabileceğine dair bir literatür bulunmamaktadır. Bu çalışmada, AD MPS çalışmalarının eklenmesinin VKİ grubu ikinci, üçüncü ve dördüncü olan hastalar için yararlı olduğunu saptadık. Yaş ile AD ile dinlenme çalışması gerekliliği arasındaki ilişki hakkında herhangi

bir literatür bulamadık. Ayrıca çalışmamızda bu korelasyon istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Links ve meslektaşları AD SPECT ve EKG-gated SPECT'in kombine edilebileceğini ve analizde en iyi sonucun elde edildiğini belirtmişlerdir (5). Bizim sonuçlarımız da onların görüşünü desteklemektedir. Çalışmamızda 241 hasta (çalışma popülasyonunun %93.4'ü) AD ve EKG-gated MPS görüntüleri eklendiğinde rest çalışması gerektirmemiştir.

Sonuç olarak, BT ve EKG-gated MPS ekleyerek yapılan AD'nin gereksiz rest görüntülerini azaltabileceğini ve bu yaklaşımın VKİ <35 kg/m² (ortalama 31±6) olan hastalar için yararlı olduğunu bulduk. EKG-gated çalışması eklenmesinin rest MPS'ye çağırılma oranında kadın hastalar için katkısı olduğu saptanmıştır. GATED ve AD birlikte yorumlandığında benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sınırlamalar

Çalışmanın sınırlılığının sadece iki hekimin çalışmaları değerlendirmiş olması olduğunu düşünüyoruz. Eğer bir anlaşmazlık olursa üçüncü bir doktorun görüşüne başvurduk. Çalışmayı yorumlarken gözlemciler arası değişkenlik de söz konusudur.

Ayrıca BT ile atenüasyon düzeltilmesinin hasta hareketi, solunum hareketi ve torasik kavite kayması gibi yanlış hizalama artefaktları gibi dezavantajları vardır.

Sonuç

MPS'de AD ve gated çalışmasını birlikte kullanarak, özellikle VKİ <35 kg/m² (ortalama 31±6) olan ve bilinen KAH olmayan hastalarda gereksiz rest görüntülerini azaltabiliriz. Bununla birlikte özellikle yoğun çalışma şartları olan merkezlerin iş yükünü ve hastaya verilen radyasyon dozunun azaltma imkanı sağlayabiliriz.

Etik Kurul Onayı: Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Bilimsel Araştırmalar Değerlendirme Komisyonunun 569/2013 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Çıkar Çatışması: Bu çalışmada yazarlar çıkar çatışması bildirmemektedir.

Finansal Destek: Bu çalışma için herhangi bir kurum ya da kuruluşun finansal destek alınmamıştır.

KAYNAKLAR

1. Sharma, Patel CD, Karunanithi S, Maharjan S, Malhotra A. Comparative accuracy of CT attenuation-corrected and non-attenuation-corrected SPECT myocardial perfusion imaging. *Clinical Nuclear Medicine*. 2012; 37(4): 332-8.
2. Burrell S, MacDonald A. Artifacts and pitfalls in myocardial perfusion imaging. *Journal Of Nuclear Medicine Technology*. 2006; 34(4): 193-211.
3. DePuey EG. How to detect and avoid myocardial perfusion SPECT artifacts. *Journal of Nuclear Medicine*. 1994; 35(4): 699-702.
4. Berman DS, Kang X, Nishina H, Slomka PJ, Shaw LJ, Hayes SW et al. Diagnostic accuracy of gated Tc-99m sestamibi stress myocardial perfusion SPECT with combined supine and prone acquisitions to detect coronary artery disease in obese and nonobese patients. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2006; 13(2): 191-201.

5. Links JM, DePuey EG, Taillefer R, Becker LC. Attenuation correction and gating synergistically improve the diagnostic accuracy of myocardial perfusion SPECT. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2002; 9(2): 183-7.
6. Gaemperli O, Kaufmann PA, Alkadhi H. Cardiac hybrid imaging. *European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging*. 2014; 41(1): 91-103.
7. Ansheles AA. Specific features of interpretation of myocardial perfusion single-photon emission computed tomography with computed tomographic absorption correction. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*. 2014; (2): 5-20.
8. Bonow RO. Gated myocardial perfusion imaging for measuring left ventricular function. *J Am Coll Cardiol*. 1997; 30(7): 1649-50.
9. Gimelli A, Rossi G, Landi P, Marzullo P, Iervasi G, L'abbate A et al. Stress/Rest Myocardial Perfusion Abnormalities by Gated SPECT: Still the Best Predictor of Cardiac Events in Stable Ischemic Heart Disease. *Journal of Nuclear Medicine*. 2009; 50(4): 546-53.
10. Hedén B, Persson E, Carlsson M, Pahlm O, Arheden H. Disappearance of myocardial perfusion defects on prone SPECT imaging: comparison with cardiac magnetic resonance imaging in patients without established coronary artery disease. *BMC Medical Imaging*. 2009; 9: 1-9.
11. Heiba SI, Hayat NJ, Salman HS, Higazy E, Sayed ME, Saleh Z et al. Technetium-99m-MIBI myocardial SPECT: supine versus right lateral imaging and comparison with coronary arteriography. *Journal of Nuclear Medicine*. 1997; 38(10): 1510-4.
12. Notghi A, Low CS. Myocardial perfusion scintigraphy: past, present and future. *Br J Radiol*. 2011 ;84 Spec No 3(Spec Iss 3):229-36.
13. DePuey EG, Rozanski A. Using gated technetium-99m-sestamibi SPECT to characterize fixed myocardial defects as infarct or artifact. *Journal of Nuclear Medicine: official publication, Society of Nuclear Medicine*. 1995; 36(6): 952-5.
14. Bateman TM, Cullom SJ. Attenuation correction single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging. *Semin Nucl Med*. 2005;35(1):37-51.
15. Thompson RC, Heller GV, Johnson LL, Case JA, Cullom SJ, Garcia EV et al. Value of attenuation correction on ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging related to body mass index. *Journal of Nuclear Cardiology*. 2005; 12(2): 195-202.
16. Taillefer R, DePuey EG, Udelson JE, Beller GA, Latour Y, Reeves F. Comparative diagnostic accuracy of Tl-201 and Tc-99m sestamibi SPECT imaging (perfusion and ECG-gated SPECT) in detecting coronary artery disease in women. *Journal of the American College of Cardiology*. 1997; 29(1): 69-77.
17. Heller GV, Bateman TM, Johnson LL, Cullom SJ, Case JA, Galt JR, et al. Clinical value of attenuation correction in stress-only Tc-99m sestamibi SPECT imaging. *J Nucl Cardiol*. 2004; 11(3):273-81.
18. Huang R, Li F, Zhao Z, Liu B, Ou X, Tian R, Li L. Hybrid SPECT/CT for attenuation correction of stress myocardial perfusion imaging. *Clinical Nuclear Medicine*. 2011; 36(5): 344-9.
19. Hesse B, Tägil K, Cuocolo A, Anagnostopoulos C, Bardiés M, Bax J et al. EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *European Journal Of Nuclear Medicine And Molecular Imaging*. 2005; 32: 855-97.
20. Rozanski A, Gransar H, Hayes SW, Min J, Friedman JD, Thomson LE et al. Temporal trends in the frequency of inducible myocardial ischemia during cardiac stress testing: 1991 to 2009. *Journal of the American College of Cardiology*. 2013; 61(10): 1054-65.
21. Bhavnani SP, Heller GV. Stress-only myocardial perfusion imaging. It is time for a change! *Journal of Nuclear Cardiology*. 2011; 18: 836-9.
22. Worsley DF1, Fung AY, Coupland DB, Rexworthy CG, Sexsmith GP, Lentle BC. Comparison of stress-only vs. stress/rest with technetium-99m methoxyisobutylisonitrile myocardial perfusion imaging. *European Journal of Nuclear Medicine*. 1992;19: 441-4.
23. Schroeder-Tanka JM, Tiel-van Buul MM, van der Wall EE, Roolker W, Lie KI, van Royen EA. Should imaging at stress always be followed by imaging at rest in Tc-99m MIBI SPECT? A proposal for a selective referral and imaging strategy. *The International Journal of Cardiac Imaging*. 1997; 13: 323-9.
24. Trägårdh E, Valind S, Edenbrandt L. Adding attenuation corrected images in myocardial perfusion imaging reduces the need for a rest study. *BMC Medical Imaging*. 2013; 13(1): 1-5.