

Tl-201 Miyokard Perfüzyon Sintigrafisinin Koroner Arter Hastalığındaki Yerinin Görsel ve Sayısal Analiz Yöntemleri ile Değerlendirilmesi

The Evaluation of Tl-201 Myocardial Perfusion Scintigraphy by Visual and Quantitative Analysis Methods in the Diagnosis of Coronary Artery Disease

Dr. Mustafa SERDENGEÇTİ,^a
Dr. Emre ENTOK,^b
Dr. Oktay SARI,^a
Dr. Seyfettin İLGAN^c

^aNükleer Tıp AD,
Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi,
Konya

^bNükleer Tıp AD,
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Tıp Fakültesi, Eskişehir

^cNükleer Tıp AD,
Gülhane Askeri Tıp Akademisi, Ankara

Geliş Tarihi/Received: 15.07.2009
Kabul Tarihi/Accepted: 19.01.2010

Yazışma Adresi/Correspondence:
Dr. Mustafa SERDENGEÇTİ
Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi,
Nükleer Tıp AD, Konya,
TÜRKİYE/TURKEY
mserden1@yahoo.com

ÖZET Amaç: Bu çalışmada Tl-201 miyokard perfüzyon SPECT (MPS) görüntüleme metodunun koroner arter hastalığı tanısındaki değeri retrospektif olarak araştırıldı. Görsel ve sayısal analiz tekniklerinin doğru tanıya katkıları kendi arasında karşılaştırıldı. Sayısal analiz skorları ile koroner arter stenoz yüzdeleri arasında anlamlı bir korelasyon olup olmadığına bakıldı. **Gereç ve Yöntemler:** Hem koroner anjiyografi ve hem de Tl-201 MPS görüntülemesi yapılmış 60 olgu çalışmaya alındı. Olguların SPECT görüntüleri görsel, yarı sayısal ve sayısal analiz yöntemleri ile değerlendirildi. Koroner anjiyografi sonuçları "altın standart" kabul edilerek Tl-201 MPS görüntülemesinin duyarlılık ve özgüllüğü saptandı. Sayısal analiz yöntemi ile elde edilen skorlar, koroner anjiyografide saptanan stenoz yüzdeleri ile karşılaştırıldı. **Bulgular:** Görsel ve sayısal değerlendirme yöntemleri arasında koroner arter hastalığı tanısında anlamlı bir fark bulunamazken, koroner anjiyografide saptanan stenoz yüzdeleri ile sayısal analiz yöntemlerinde elde edilen boyut ($r=0.657$, $p<0.002$) ve şiddet ($r=0.684$, $p<0.001$) skorları arasında istatistiksel olarak korelasyon olduğu bulundu. **Sonuç:** Yaptığımız bu çalışmada Tl-201 MPS görüntülemesinin koroner arter hastalığı tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu, görsel ve sayısal analizleri arasında belirgin bir fark olmadığı ve sayısal analiz yöntemleri ile elde edilen extent ve severity skorları ile koroner anjiyografide saptanan stenoz yüzdeleri arasında istatistiksel olarak korelasyon olduğu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Talyum klorid; koroner arter hastalığı, miyokard perfüzyon görüntülenmesi; koroner anjiyografi

ABSTRACT Objective: The importance of Tl-201 myocardial perfusion SPECT(MPS) imaging in the diagnosis of coronary artery disease was evaluated and significant difference between visual and quantitative analysis and statistically significant correlation between quantitative values and percentage of coronary artery stenosis was inquired. **Material and Methods:** Sixty patients who were applied both coronary angiography and Tl-201 MPS were included into study. SPECT imaging were assessed by visual and quantitative analysis. The sensitivity and specificity of SPECT were defined by assuming coronary angiography as "gold standart". It was compared that SPECT analysis methods each other and percentage of stenosis determined by selective coronar angiography and quantitative values. **Results:** There was no significant difference between visual and quantitative analysis in the diagnosis of coronary artery disease. There was statistically significant correlation between percentage of coronary artery stenosis and quantitative values of extent ($r=0.657$, $p<0.002$) and severity ($r=0.684$, $p<0.001$). **Conclusion:** It is concluded that Tl-201 MPS imaging has high sensitivity and specificity in the diagnosis of coronary artery disease and there is no significant difference between visual and quantitative analysis. There is statistically significant correlation between quantitative extent and severity values and percentage of coronary artery stenosis.

Key Words: Thallium chloride; coronary artery disease; myocardial perfusion imaging; coronary angiography

Koroner arter hastalığı (KAH), endüstrileşmiş toplumlarda en önde gelen ölüm nedenidir. KAH tanısında kullanılan yöntemlerin bir çoğunun duyarlık ve özgüllükleri düşüktür. Duyarlılık ve özgüllükleri nisbeten yüksek invaziv yöntemlerin ise kullanım alanları kısıtlıdır.¹⁻⁴

Tl-201 MPS görüntülemeleri noninvaziv, tekrarlanabilir, fizyolojik, yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olmaları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. SPECT [Single photon emission computed tomography (tek foton emisyon tomografisi)] görüntüleri genellikle görsel olarak değerlendirilir. Doğru görsel değerlendirme, büyük ölçüde görüntünün kalitesine ve yorumcunun deneyimlerine bağlıdır.^{5,6} Yorumlayan kişi ve kişiler arası farklılıklar testin duyarlılık ve özgüllüğünü düşürmektedir. SPECT değerlendirmesini objektif kriterlere oturtmak amacıyla kantifikasyon seçeneği gündeme gelmiş ve bu amaçla bir çok yöntem geliştirilmiştir. SPECT görüntülerini segmentlere ayırıp perfüzyon derecesini skorlamaya dayanan yarı sayısal bir yöntem ile, bilgisayar destekli yapılan, olguyu normal populasyon ile karşılaştırıp, standart sapmalarını hesaplayabilen tam sayısal yöntemler bu bağlamda kullanılmıştır.⁷⁻¹⁰

Bu çalışmanın amacı, Tl-201 MPS'leri retrospektif olarak araştırarak en geç 6 ay içerisinde koroner anjiyografi (KA) yapılan olgularda, KA sonuçları altın standart kabul edilip MPS'leri görsel ve sayısal açıdan tekrar değerlendirmek ve bu yöntemlerin duyarlılık ve özgüllük üzerine olan etkilerini araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

GATA Nükleer Tıp Anabilim Dalında Tl-201 MPS çalışması yapılan olguların kayıtları, Kardiyoloji Anabilim Dpılmış koroner anjiyografi kayıtları ile karşılaştırıldı. Altı ay içerisinde her iki testi de yaptırmış olgular seçilerek çalışmaya alındı. Bu şekilde yaş ortalaması 46.6 yıl, MPS ve anjiyografi arasında geçen süre ortalaması 1.9 ay ve 17'si kadın, 43'ü erkek olmak üzere 60 olgu seçildi.

Tl-201 SPECT çalışmaları stres ve istirahat görüntüleri aynı gün protokolu ile yapılmıştır.⁵ Stres görüntüleri Bruce protokolü ile yapılan egzersiz

testi veya egzersiz testi yapılamayan hastalara 300 mg dipiridamolun oral yoldan verilmesi ile uygulanan farmakolojik egzersiz ile elde edilmiştir.⁶ Maksimum egzersiz anında veya oral dipiridamolun 45. dakikasında yapılan yaklaşık 3, 3.5 mCi Tl-201 enjeksiyonu sonrası 5 dakika içerisinde SPECT görüntüleme gerçekleştirilmiştir. İstirahat görüntüleri yeni bir enjeksiyon yapılmaksızın 3-4 saat sonra elde edilmiştir. SPECT görüntüleme 180 derece ve 32 frame olarak alınmıştır.^{5,6}

Retrospektif yöntemle yaptığımız bu çalışmada seçilen olguların ham verileri çıkartıldı. CEEqual adlı bir yazılım programı ile rekonstrüksiyon işlemleri ve prosesleri yapılarak görsel ve sayısal değerlendirmeleri gerçekleştirildi.

Tl-201 MPS çalışmaları, iki ayrı nükleer tıp uzmanı tarafından ayrı oturumlarda, birbirlerinin yorumlarından habersiz ve hastaların koroner anjiyografi raporlarını bilmeden görsel ve sayısal olarak değerlendirildi. İki uzmanın incelemesi sonrası uyumsuz çıkan sonuçlar birlikte tekrar değerlendirilerek ortak bir sonuca varıldı.

GÖRSEL DEĞERLENDİRME

MPS çalışmalarının stres ve istirahat tomografik kesitleri alt alta getirilerek görsel açıdan perfüzyon defektleri olup olmadığına bakıldı. Perfüzyon defekti olmayan olgular normal olarak değerlendirilirken, saptanan perfüzyon defektleri 3 kategoride incelendi:

a- Reversible defekt: Stres görüntülerinde görülen fakat istirahat görüntülerinde reperfüze olan perfüzyon defekti olup *miyokard iskemisi* olarak yorumlandı.

b- İrreversible defekt: Hem stres hem de istirahat görüntülerinde izlenen perfüzyon defekti olup diyafagma veya meme atenuasyonu dışında genellikle *miyokard infarktüsü* olarak yorumlandı.

c- Reversible + irreversible defekt: Her iki tip defektin birlikte bulunduğu durumlardır. Genellikle *miyokard infarktüsü* ve *periinfarkt iskemik canlı doku* olarak yorumlandı.

SAYISAL DEĞERLENDİRME

Tl-201 MPS çalışmalarının CEEqual proses işlemi ile Bull's eye görüntüleri oluşturuldu. Stres görüntülerinin Bull's eye analizine göre *boyut (kapsam)* ve

şiddet değerleri hesaplandı. Boyut değeri normaller ile karşılaştırıldıktan sonra -2.5 standart sapmayı aşan ve defekt olarak izlenen alanların piksel sayısını, şiddet değeri ise bu defektin standart sapma sayısını göstermekteydi.

Bull's eye görüntüleri üzerine CEqual programı arter haritasını yerleştirdikten sonra boyut ve şiddet değerlerinin arter bazında dağılımı da belirlendi. Bull's eye görüntülerinde izlenen perfüzyon defektlerinin bu alanları besleyen koroner arterlere göre hesaplanan boyut ve şiddet değerleri koroner anjiyografi sonuçları ile karşılaştırılmak üzere kaydedildi.^{9,10}

KORONER ANJİYOGRAFI RAPORLARININ ANALİZİ

Koroner arterlerde %50'nin üzerindeki stenoz ciddi darlık kabul edilip pozitif olarak değerlendirildi. Koroner arterlerde izlenen plaklar ve kongenital anomalilerin (kısa sol ana koroner arter, muscle bridge ve ektazi) perfüzyon üzerine önemli etkilerinin olmadığı düşünülüp negatif olarak değerlendirildi.¹¹⁻¹⁴

MİYOKARD PERFÜZYON SPECT ÇALIŞMALARININ, KORONER ANJİYOGRAFI İLE KARŞILAŞTIRILMASI:

1- Hasta bazında karşılaştırma: Çalışmaya dahil edilen tüm olguların MPS sonuçları ile koroner anjiyografi sonuçları karşılaştırıldı. Perfüzyon defekti saptanırsa, aynı bölgeye uyan ciddi stenoz olup olmadığına bakıldı. Hasta bazında, doğru veya yanlış olarak saptanan pozitif ve negatif sonuçlar kaydedildi.

2- Koroner arter bazında karşılaştırma: MPS çalışması ile perfüzyon defekti veya defektleri saptanırsa, koroner anjiyografi raporlarındaki bu bölgeye uyan arterlere bakıldı. Anomali, stenoz veya kollateral olup olmadığı, stenoz varsa stenoz yüzdesi ve varsa kollateralin yönü ve anomalilerin tipi kaydedildi. Koroner arterler bazında doğru veya yanlış olarak saptanan pozitif ve negatif sonuçlar kaydedildi.

Böylece MPS çalışmalarının hasta ve koroner arter bazında doğru pozitif (DP), doğru negatif (DN), yanlış pozitif (YP) ve yanlış negatifliği (YN) belirlendi. Buna göre duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü değeri (PÖD) ve negatif öngörü değeri (NÖD) hesaplandı.

İSTATİSTİKSEL DEĞERLENDİRME

Kantitatif değerlendirme sonucunda ise CEqual yazılım tarafından oluşturulan arter haritası yerleştirilmiş stres Bull's eye analizlerinden elde edilen boyut ve şiddet değerleri ile aynı arterlerin KA raporlarında belirtilen stenoz yüzdeleri arasında bir korelasyon olup olmadığına bakıldı.

Doğru pozitif olgularda *Ki-kare* ve *Fischer Ki-kare anlamlılık* ve *Pearson korelasyon* testleri kullanılarak istatistiksel değerlendirme yapıldı.

BULGULAR

Tl-201 SPECT Bulgularının Hasta Bazında Değerlendirilmesi: Tl-201 MPS çalışmalarının hasta bazında KA sonuçları ile karşılaştırılması sonrası 60 olgunun 27'si DN (%45), 11'i YP (%18.3), 3'ü YN (%5) ve 19'u DP (%31.6) olarak tanımlandı. Buna göre Tl-201 SPECT'in duyarlılığı: %86, özgüllüğü: %71, pozitif öngörü değeri: %63 ve negatif öngörü değeri: %90 olarak saptandı.

Tl-201 SPECT Bulgularının Koroner Arter Bazında Değerlendirilmesi: Koroner arter bazında değerlendirme yapmak amacıyla önce tüm olguların anjiyo ve sintigrafi sonuçları karşılaştırılarak her koroner arter için sintigrafik tanının doğruluğu veya yanlışlığı belirlendi.

Koroner arter bazında değerlendirme yapmak amacıyla toplam 60 olgudan DN olan 27 olgu çıkarıldıktan sonra geriye kalan 33 olgu, her 3 arter için ayrı ayrı değerlendirilmek üzere 99 bölgeye ayrıldı. Bu arterlere karşılık gelen bölgelerin anjiyografik ve sintigrafik sonuçları karşılaştırıldı. Anjiyografide %50'nin üzerindeki stenozlar pozitif, kongenital veya kazanılmış damar anomalileri ve kapak anomalileri negatif olarak değerlendirildi (Tablo 1).

Bu bulgular ile her 3 arter için ayrı ayrı duyarlılık, özgüllük, pozitif öngörü ve negatif öngörü değerleri hesaplandı (Tablo 2 ve Şekil 1).

Tl-201 SPECT Bulgularının İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi: İstatistiksel değerlendirme yapmak amacıyla iskemik olup doğru pozitif olarak belirlenen 12 olgunun toplam 19 arteri seçildi. Bu olguların kantitatif değerlendirmede stres görüntülerinin Bulls'eye analizinde elde edilen boyut ve şiddet skorları, bu defektlerin bulunduğu bölgeyi

TABLO 1: Otuz üç olguda koroner arter alanlarına göre DN, YP, YN ve DP değerleri.

	LAD	CX	RCA	Toplam
DN	9	20	14	43
YP	6	3	6	15
YN	5	4	1	10
DP	13	6	12	31
Toplam	33	33	33	99

DN: Doğru negatif, YP: Yanlış negatif, YN: Yanlış pozitif, DP: Doğru pozitif.
LAD: Sol ön inen dal, CX: Sirkümlüks arter, RCA: Sağ koroner arter.

TABLO 2: Koroner arter bazında hesaplanmış istatistiksel değerler (%).

	LAD	CX	RCA	Ortalama
Duyarlılık	72	60	92	74
Özgüllük	60	86	70	72
Pozitif öngörü değeri	68	66	66	67
Negatif öngörü değeri	64	83	93	80

LAD: Sol ön inen dal, CX: Sirkümlüks arter, RCA: Sağ koroner arter.

**ŞEKİL 1:** Koroner arter bazında hesaplanmış istatistiksel (%) değerler.

LAD: Sol ön inen dal, CX: Sirkümlüks arter, RCA: Sağ koroner arter.

besleyen koroner arterlerdeki stenoz yüzdeleri ile karşılaştırıldı. İstatistiksel olarak bir korelasyon olup olmadığına bakıldı (Tablo 3).

KAH tanısında görsel ve sayısal değerlendirme arasında belirgin bir farklılık saptanmadı. Koroner arterlerdeki stenoz yüzdeleri ile, sayısal analiz yoluyla elde edilen boyut ($r= 0.657$, $p< 0.002$) ve şiddet ($r= 0.684$, $p< 0.001$) skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar bulundu.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Koroner arter hastalığının değerlendirilmesinde kullanılan bütün testlerin olduğu gibi MPS'lerin de duyarlılık ve özgüllüğü, mevcut *altın standart* olan koroner anjiyografi ile karşılaştırılarak belir-

lenmektedir.^{1,2} Mutlak miyokard perfüzyonunu değerlendirebilen bir yöntem olmaması nedeniyle, koroner anjiyografi bu işlevi yerine getirmektedir. Ancak koroner anjiyografinin de belirli kısıtlılıkları vardır.¹¹⁻¹⁴ Koroner anjiyografi, öncelikle koroner arter anatomisi hakkında bilgi verir. Fakat MPS, doku düzeyinde perfüzyonu gösteren fizyolojik bir testtir.

IV olarak uygulanan radyonüklidin miyokard hücrelerinde lokalize olabilmesi için iki temel şart gerekmektedir;

- Kan akımının intakt olması
- Kan akımı ile miyosite ulaşan radyonüklidin hücre tarafından tutulması

Koroner arter bütünlüğü ve lümen açıklığının koroner anjiyografi ile ortaya konması mümkün iken miyositin uptake'i ancak miyokard perfüzyon sintigrafisi ile gösterilebilir.

Koroner anjiyografi ile sadece 100 mikron üzerinde çapı olan damarların değerlendirilmesi mümkündür. Koroner sirkülasyonun önemli bir kısmını oluşturan 100 mikrondan daha küçük çaplı damar-

TABLO 3: İstatistiksel değerlendirilmeye alınan doğru pozitif hastaların boyut ve şiddet skorları ile koroner arter stenoz yüzdeleri.

Olgu sırası	Arter	Boyut Skoru	Şiddet Skoru	Stenoz yüzdesi
1	LAD	8	72	60
2	CX	9	84	100
3	RCA	16	113	70
4	LAD	39	170	90
5	LAD	38	214	90
	RCA	14	142	50
6	LAD	16	147	60
	RCA	17	130	60
7	LAD	13	132	85
	CX	13	106	50
8	LAD	38	174	95
9	LAD	27	168	90
10	RCA	23	176	100
11	LAD	28	210	100
	CX	11	70	50
	RCA	24	150	80
12	LAD	41	378	90
	CX	24	132	100
	RCA	34	187	80

lardaki patolojilerin miyokard perfüzyonu üzerine etkisi ancak miyokard perfüzyon sintigrafisi ile ortaya konabilir.

Miyokard perfüzyonunu bozmayan ancak normale göre oldukça farklı çap, şekil ve boyutta kendini gösterebilen konjenital koroner arter varyasyonlarına koroner anjiyografide "normal" koroner arter tanısı konulabilmektedir.¹⁵⁻¹⁸

Koroner arterler normal olmasına karşın miyokard perfüzyonunun bozulduğu kardiyomiopati, aort stenozu, sendrom x, hipertansiyon ve sol dal bloğu gibi fizyopatolojik durumların oluşturduğu "iskemik kalp hastalığı" ancak miyokard perfüzyon sintigrafisi ile teşhis edilebilir.^{17,18}

Koroner anjiyografi görsel değerlendirmeye dayanan bir tetkik yöntemidir. Kantitatif koroner anjiyografi henüz klinikte yaygın olarak kullanılmamaktadır.¹⁹ Görsel değerlendirmeye dayalı koroner anjiyografi yorumlarının değerlendirilmeyi yapan kişiler arası farklılıklar göstermesi kaçınılmazdır.^{15,16} Zir ve ark.nın yaptığı bir incelemede deneyimli 4 anjiyografi yorumcusu 20 olgunun sadece 13'ünde fikir birliğine varabilmişlerdir.²⁰ Detre ve ark., deneyimli 22 anjiyografi yorumcusu üzerinde yaptığı araştırmada; ikinci yorumlama sırasında, aynı hastalar üzerinde aynı yorumcunun birinci yorumu ile ancak %9-72 oranında uyuşabilecek bir yorum yaptığını göstermiştir.²¹ Başka bir çalışmada ise koroner anjiyografi sonuçları ile otopsi bulgularının yarısının uyuşmadığı ortaya çıkmıştır.²²

Koroner arterdeki diffüz, uniform bir daralma anjiyografide patolojik olarak değerlendirilmeyebilir. Spontan olarak veya kateter teması ile ortaya çıkan koroner arter spazmı, proksimalindeki segmentte dilatasyona sebep olurken distalindeki olası bir stenozun olduğundan daha büyük olarak yorumlanmasına yol açabilir. Stenotik bir segmentte kollaterallerle gelen kan akımı miktarı stenozun distalindeki arter çapının daha geniş olarak algılanmasına neden olabilir. Bu da stenozun yüzdesinin daha yüksek şekilde belirlenmesine neden olur. Ayrıca lezyonun eksantrik ve asimetrik oluşu da anjiyografi yorumunda yanılgılara yol açabilir.

Yorum ve tekniğe yönelik kısıtlılıklar dikkate alındığında koroner anjiyografi ile belirlenen stenoz derecesinin sadece tahmini bir değer olduğu ortaya çıkmaktadır. Stenozun miyokard perfüzyonu üzerine olan fizyopatolojik etkisinin anjiyografi ile ortaya konması mümkün değildir. Buna karşılık, stenoz lokalizasyonu yalnız koroner anjiyografi ile belirlenebilir.

Bazen koroner anjiyografide, tek bir arterde %50'in üzerinde stenoz saptanmasına karşılık miyokard perfüzyon sintigrafisi normal olarak değerlendirilmektedir. Koroner anjiyografi altın standart kabul edildiğinde olgunun yanlış negatif olarak yorumlanması gerekmektedir. Ancak bu olguda koroner anjiyografi ile saptanamayan bir kollateralin varlığını veya stenoz yüzdesinin olduğundan daha yüksek yorumlandığını ekarte ettirebilecek bir yöntem mevcut değildir. Diğer taraftan %50'in altındaki stenozlarda miyokard sintigrafisinde perfüzyon defekti izlenebilmektedir. Bu tür olguların da sadece anatomik detay veren koroner anjiyografi altın standart alınarak yanlış pozitif olarak değerlendirilmesi doğru değildir.

Miyokard perfüzyon sintigrafilerinin yalancı pozitif ve yalancı negatif sonuçları, bu testin eksikliklerine bağlı olabileceği gibi, koroner anjiyografinin altın standart olarak sahip olduğu kısıtlılıklara da bağlı olabileceği dikkate alınmalıdır. Miyokard perfüzyon sintigrafisinin duyarlılık ve özgüllüğünü düşüren bütün bu eksikliklerine rağmen retrospektif yolla yaptığımız, Tl-201 SPECT olgularını (n= 60) içeren bu çalışmada; ortalama duyarlılık, ortalama özgüllük olarak bulunmuştur. Literatürler Tl-201'in duyarlılığını, özgüllüğünü vermektedirler. Bizim sonuçlarımızda özgüllüğün düşük olduğu dikkati çekmektedir. Bu durum, doğru negatif olguların fazlalığı nedeniyledir. Çünkü hasta grubunda normal koroner arter sayısı artıca duyarlılık ve özgüllük düşer. Özellikle asemptomatik hastalarda duyarlılık ve özgüllük kabul edilemeyecek kadar düşük olabilir. Hastaların KAH prevalansı düşük ise yalancı pozitiflik oranı artar. Bu da özgüllüğü düşürür.

Eğer sadece anjiyografide %50'nin üzerinde stenozları olan olgular çalışmaya dahil edilselerdi, duyarlılık ve özgüllük %100'e yaklaşırdı. Eğer sadece genç ve asemptomatik hastalar seçilseydi testin duyarlılık ve özgüllüğü sifıra yaklaşırdı.

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografisi, koroner arter stenozunu göstermede kullanılan en son tekniklerden biridir. MPS ile otomatik bilgisayar programları yardımlarıyla birlikte oluşturulan füzyon görüntülerde KAH tanısında %96 duyarlılığa ulaştığı ve bu tekniklerin tek başlarına kullanılanlardan daha değerli olduğu gösterilmiştir.^{23,24}

Tl-201 MPS sadece koroner arter stenozuna bağlı iskemiye değil aynı zamanda miyokard infarktüsü geçirmiş olgularda canlılık araştırması amacıyla kullanılabilir. Bu konuda ekokardiyografiden daha üstündür.²⁵

Tl-201 MPS incelemesinde kullanılan görsel ve sayısal değerlendirmeler arasında ve sayısal analiz değerleri ile stenoz yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğunun saptanması literatür bulguları ile uyumludur (Tablo 4, Tablo 5).²⁶⁻²⁹

TABLO 4: Tc-99m MIBI ve Tl-201 SPECT'in multicenter klinik çalışmalarda saptanan duyarlılık değerleri.

	DUYARLILIK			
	Genel		Damar Bazında	
	Tc-99m MIBI	Tl-201	Tc-99m MIBI	Tl-201
Kiat ve ark. ²⁶	14/15 (%93)	12/15(%80)	31/35(%87)	27/35(%77)
Kahn ve ark. ²⁷	36/38 (%95)	32/38(%84)	59/75(%79)	45/75(%60)
İskandrian ve ark. ²⁸	23/28 (%82)	23/28(%82)	-	-
Larock ve ark. ²⁹	-	-	36/41(%88)	34/41(%83)
Toplam	73/81 (%90)	67/81(%83)	126/151(%83)	106/151(%70)

Sonuç olarak, yaptığımız bu çalışmada Tl-201 MPS'nin KAH tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu, görsel ve sayısal analizleri arasında belirgin bir fark olmadığı ve sayısal analiz değerleri ile koroner arter stenoz yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olduğu gösterilmiştir.

TABLO 5: Tc-99m MIBI ve Tl-201 SPECT'in çok merkezli klinik çalışmalarda saptanan özgüllük değerleri

	ÖZGÜLLÜK					
	Genel				Damar Bazında	
	Normal Angiografi		Düşük Olasılıklı Anjiyografi		Tc-99m MIBI	Tl-201
	Tc-99m MIBI	Tl-201	Tc-99m MIBI	Tl-201	Tc-99m MIBI	Tl-201
Kiat ve ark. ²⁶	3/4(%75)	3/4(%75)	17/17(100)	13/17(%77)	19/22(%86)	19/22(%86)
Kahn ve ark. ²⁷	-	-	-	-	28/39(%72)	27/39(%69)
İskandrian ve ark. ²⁸	11/11(100)	9/11(%82)	-	-	-	-
Larock ve ark. ²⁹	-	-	-	-	-	-
Toplam	14/15(%93)	12/15(%80)	17/17(100)	13/17(%77)	47/61(%77)	46/61(%75)

KAYNAKLAR

- Güzelsoy D, Yiğit Z. [The value of nuclear cardiologic methods in the diagnosis of coronary artery disease]. *Turkiye Klinikleri J Cardiol* 2003;16(1):23-8.
- Yalin S, Aydın N, Kocakavak C. [The diagnostic value of myocardial perfusion imaging method with stres thallium-201 spect in the coronary heart disease]. *Turkiye Klinikleri J Med Sci* 1996;16(4):272-6.
- Yiğit Z. [The prognostic value of nuclear cardiologic methods]. *Turkiye Klinikleri J Cardiol* 2003;16(1):40-6.
- Dinçkal MH, Aksoy M. [The use of radionuclide imaging in the acute ischemic syndrome]. *Turkiye Klinikleri J Cardiol* 2003;16(1):29-32.
- Kıraç FS. [The radiopharmaceutical agents of cardiac imaging and imaging protocols]. *Turkiye Klinikleri J Cardiol* 2003;16(1):4-12.
- Değirmencioğlu F. [Pharmacologic stress in the myocard perfusion imaging]. *Turkiye Klinikleri J Cardiol* 2003;16(1):13-7.
- Berman DS, Kang X, Van Train KF, Lewin HC, Cohen I, Areeda J, et al. Comparative prognostic value of automatic quantitative analysis versus semiquantitative visual analysis of exercise myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1998;32(7):1987-95.
- Hassan IM, Mohammed MM, Constantinides C, Sadek S, Nair M, Belani N, et al. Segmental analysis of SPECT 99mTc-methoxy isobutyl isonitrite and 201Tl myocardial imaging in ischaemic heart disease. *Eur J Nucl Med* 1990;16(8-10):705-11.

9. Niemeyer MG, Laarman GJ, van der Wall EE, Cramer MJ, Verzijlbergen FJ, Zwinderman AH, et al. Is quantitative analysis superior to visual analysis of planar thallium 201 myocardial exercise scintigraphy in the evaluation of coronary artery disease? Analysis of a prospective clinical study. *Eur J Nucl Med* 1990;16(8-10):697-704.
10. Cohen Y, Acio E, Heo J, Hughes E, Narula J, Iskandrian AE. Comparison of the prognostic value of qualitative versus quantitative stress tomographic perfusion imaging. *Am J Cardiol* 1999;83(6):945-8, A9.
11. Kubicka RA, Smith C. How to interpret coronary arteriograms? *Radiographics* 1986;6(4):661-701.
12. DeRouen T.A, Murray J.A, Owen W. Variability in the analysis of coronary angiograms. *Circulation* 1977;55(2):324-8.
13. Murphy ML, Galbraith JE, DeSoyza N. The reliability of coronary angiogram interpretation. *Am Heart J* 1979;97(5):578-84.
14. Galbraith JE, Murphy NL, DeSoyza N. Coronary angiogram interpretation: interobserver variability. *JAMA* 1978;240(3):2053-6.
15. Channer KS, Bukis E, Hartnell G, Rees JR. Myocardial bridging of coronary arteries. *Clin Radiol* 1989;40(4):355-9.
16. Duru E, Kütük E, Korkmaz Ş, Şaşmaz H. [The results of ecg-stress test and thallium-201 myocardial perfusion scintigrafic cases of myocardial bridges]. *Türkiye Klinikleri J Cardiol* 1990;3(4):247-51.
17. Sözen SB, Özhan H. [Chest pain in patients with normal coronary arteries (cardiac syndrome x and variant angina)]. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci* 2007;3(15):44-9.
18. Rosen SD, Camici PG. Syndrome X: radionuclide studies of myocardial perfusion in patients with chest pain and normal coronary arteriograms. *Eur J Nucl Med* 1992;19(5):311-4.
19. Aytakin V, Görmez S, Erdoğan O. [The future of coronary angiography]. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci* 2007;3(42):80-8.
20. Zir LM, Miller SW, Dinsmore RE, Gilbert JP, Harthorne JW. Interobserver variability in coronary angiography. *Circulation* 1976;53(4):627-32.
21. Detre KM, Wright E, Murphy ML, Takaro T. Observer agreement in evaluation coronary angiograms. *Circulation* 1975;52(6):979-86.
22. Eng C, Patterson RE, Horowitz SF, Halgash DA, Pichard AD, Midwall J, et al. Coronary collateral function during exercise. *Circulation* 1982;66(2):309-16.
23. Slomka PJ, Cheng VY, Dey D, Woo J, Ramesh A, Van Kriekinge S, et al. Quantitative analysis of myocardial perfusion SPECT anatomically guided by coregistered 64-slice coronary CT angiography. *J Nucl Med* 2009;50(10):1621-30.
24. Santana CA, Garcia EV, Faber TL, Sirineni GK, Esteves FP, Sanyal R, et al. Diagnostic performance of fusion of myocardial perfusion imaging (MPI) and computed tomography coronary angiography. *J Nucl Cardiol* 2009;16(2):201-11.
25. He YM, Yang XJ, Wu YW, Zhang B. Twenty-four-hour thallium-201 imaging enhances the detection of myocardial ischemia and viability after myocardial infarction: a comparison study with echocardiography follow-up. *Clin Nucl Med* 2009;34(2):65-9.
26. Kiat H, Maddahi J, Roy LT, Van Train K, Friedman J, Resser K, et al. Comparison of technetium 99m methoxy isobutyl isonitrile and thallium 201 for evaluation of coronary artery disease by planar and tomographic methods. *Am Heart J* 1989;117(1):1-11.
27. Kahn JK, McGhie I, Akers MS, Sills MN, Faber TL, Kulkarni PV, et al. Quantitative rotational tomography with 201Tl and 99mTc 2-methoxy-isobutyl-isonitrile. A direct comparison in normal individuals and patients with coronary artery disease. *Circulation* 1989;79(6):1282-93.
28. Iskandrian AS, Heo J, Kong B, Lyons E, Marsch S. Use of technetium-99m isonitrile (RP-30A) in assessing left ventricular perfusion and function at rest and during exercise in coronary artery disease, and comparison with coronary arteriography and exercise thallium-201 SPECT imaging. *Am J Cardiol* 1989;64(5):270-5.
29. Larock MP, Cantineau R, Legrand V, Kulbertus H, Rigo P. 99mTc-MIBI (RP-30) to define the extent of myocardial ischemia and evaluate ventricular function. *Eur J Nucl Med* 1990;16(4-6):223-30.