

Planar Talyum Sintigrafisi

Uz. Dr. Vedat SANSOY, Prof. Dr. Deniz GÜZELSOY

Istanbul Üniversitesi Kardiyoloji Enstitüsü, Haseki, Istanbul

ÖZET

Son on yılda kardiyak noninvazif görüntüleme yöntemlerinde önemli aşamalar olmuş, sintigrafik yöntemler de çeşitli kalp hastalıklarının tanı ve değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Talyum-201 1975'den beri miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Planar talyum-201 sintigrafisi kantitatif analizin de yardımıyla koroner arter hastalığı tanısında yüksek duyarlılık ve özgüllük değerlerine ulaşmış olup, ayrıca değişik klinik durumlarda prognoza ait bilgi sağlamaktadır. "Single photon emission computerized tomography" (SPECT) teorik olarak planar yöntemle üstün görünmesine rağmen, bu yöntemle özgüllükte düşme olmaktadır. Kaliteli planar talyum-201 miyokard görüntülemesi bugün hala klinik kardiyoloji-deki önemli yerini korumaktadır.

Anahtar kelimeler: Planar talyum sintigrafisi, koroner arter hastalığı

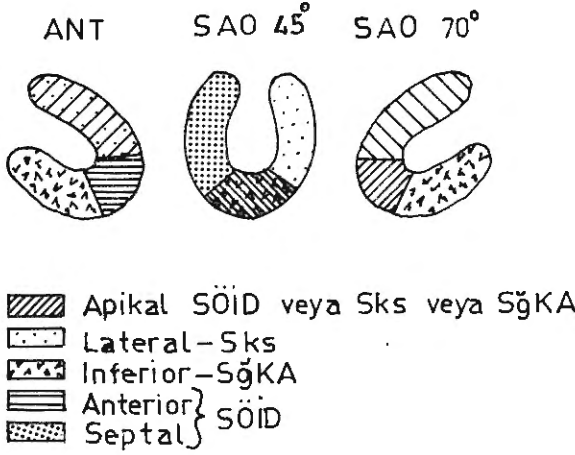
Son on yılda kardiyak görüntüleme yöntemlerinde büyük gelişmeler olmuş, bunlar arasında da sintigrafik yöntemler değişik kalp hastalıklarında yaygın kullanım alanı bulmuştur. Sintigrafik yöntemler içinde talyum-201 ile miyokard perfüzyonunun araştırılması kardiyologlar tarafından en çok kabul gören yöntem olmuştur. Bu yazıda planar talyum sintigrafisinin metodu, değerlendirilmesi ve klinik uygulamaları kısaca gözden geçirilecektir.

Talyum-201'in Kinetiği

Miyokardın perfüzyon durumunu göstermek için kullanılan radyoaktif maddenin şu özellikleri olmalıdır: 1) İntravenöz olarak verilebilmelidir, 2) Pulmoner kapiller yataktan en az tutulumla geçmelidir, 3) Kandan hızla temizlenmelidir, 4) Özellikle miyokard tarafından tutulmalı ve miyokard içinde görüntülemeye yetecek süre kalmalıdır, 5) Akciğer veya karaciğer gibi komşu organlarda tutulumu az olmalıdır,

6) Yarı ömrü görüntülemeye yetecek kadar kısa olmalı, radyasyon zararı yaratacak kadar uzun olmamalıdır. Düşük foton enerjisi nedeniyle ideal bir ajan olmamakla birlikte halen bütün bu ölçütlere en uygun monovalan katyon talyum-201'dir.

Talyumun miyokard hücresine girişi hem pasif difüzyonla hem de Na-K ATPaz sistemiyle aktif olarak yapılır (1). İntravenöz verildikten 1 dakika sonra tutulumun % 85'i gerçekleşir (1). Verilen dozun % 5'i kalpte tutulur, % 0.5'den azı ise kanda kalır. IV uygulamadan hemen sonra talyumun miyokarddaki bölgesel dağılımı kan akımına bağlıdır. Egzersiz sonunda normal koroner damarlarla beslenen bölgelerde perfüzyon artarken, darlık bulunan damarların beslediği bölgelerde kan akımı artmaz ve bölgesel bir faklılık oluşur. Bu sırada verilen talyum-201'in miyokarddaki tutulumu bu farklılığa uygun olur. Bolustan sonra miyokarddaki ve kandaki talyum arasında potasyumunki gibi bir denge oluşur, kan düzeyi azaldıkça miyokard tutulumu da azalır (2). Talyumun miyokarddan temizlenme hızı (wash-out) iki faktörle belirlenir. Perfüzyonu iyi olan, yüksek tutulum olan bölgelerde temizlenme hızlıdır. Kan düzeyi düşüklüğü de temizlenmeyi hızlandıran bir faktördür. Maksimal egzersiz sonunda, temizlenme hızının miyokarddaki gibi yavaş olduğu iskelet kasındaki tutulum yüksek olduğundan, kan düzeyi düşük, miyokarddan temizlenme hızlı olur. Bunun tersi de iskelet kasında tutulumun az, splanknik alanda çok olduğu submaksimal egzersiz ve dipiridamol hiperemisi gibi durumlarda görülür (3). Egzersizden sonra istirahat durumunda bölgesel kan akımındaki farklılık kaybolacağından başlangıçta talyum tutulumu az olan bölgede canlı miyokard hücresi varsa, tutulum artar. Başlangıçta tutulumu iyi olan bölge ise kan düzeyi düşüğe hızla temizlenir ve kan akımı normal ve düşük olan bölgeler arasındaki fark zamanla azalır. Bu olay "redistribüsyon" olarak tanımlanır ve talyum veril-



Şekil 1. Anterior, sol anterior oblik 45° ve sol anterior oblik 70° pozisyonlarda miyokard bölgeleri ve bu bölgeleri besleyen arterler. Koroner arterlerle bölgeler arasındaki ilişki koroner arterlerin çapı, dominantlığı ve kollaterallerin durumuna göre değişiklik gösterebilir. SÖİD=Sol ön inen dal, Sks=Sirkumfleks arter, SğKA=Sağ koroner arter.

Tablo 1. EgTS'inde ilk ve geç görüntülerdeki perfüzyon defektlerinin durumuna göre tanımlar (*).

| Egzersiz sonrası görüntü | Geç görüntü | Yorum |
|--------------------------|---------------------|------------------------|
| Normal | Normal | Normal |
| Perfüzyon Defekti | Normal | İskemi |
| Perfüzyon Defekti | Kısmen Perf. Artışı | Mİ Alanında iskemi |
| Perfüzyon Defekti | Perfüzyon Defekti | Mİ |
| Hafif Perf. Defekti | Hafif Perf. Defekti | Mİ Alanında Canlı Doku |

Mİ: Miyokard infarktüsü

(*) Kaynak 7'den değiştirilerek alınmıştır.

dikten 2-4 saat sonraki görüntüler ilk görüntülerle karşılaştırıldığında ortaya konur. Redistribüsyonun tamamlanması için gerekli süre koroner arter darlık derecesi azaldığında 30 dakika gibi kısa, subtotal darlıklarda da 5-6 saat gibi uzun olabilir. İlk durumda egzersizden sonra kayıt alınmasında gecikme olursa perfüzyon bozukluğu saptanmayabilir. Redistribüsyon uzun sürdüğünde iskemi ile miyokard infarktüsü (Mİ) veya Mİ alanında iskemi ayırıcı tanısı yapılması güçleşebilir. Bu durumda 24 saat sonra yeni bir redistribüsyon kaydı gerekebilir.

Bazen egzersiz sonrası perfüzyonun normal olduğu bir bölgede redistribüsyon sonrasında perfüzyon diğer bölgelerden düşük bulunabilir. "Reverse redistribü-

yon" denen bu durum henüz kesin olarak açıklığa kavuşmamıştır. Normal kişilerde görülebileceği gibi, çok damar hastalığında kanlanmanın en iyi olduğu bölgeyi gösterdiğini (4) veya akut Mİ varlığında başarılı reperfüzyonu (5), Mİ bulunmadığında kontrateral bölgede iskemi gösterdiğini bildirenler (6)'de vardır.

TALYUM SİNTİGRAFİSİ UYGULAMALARI

İstirahat Talyum Sintigrafisi

Stress uygulanmadan yalnız istirahatte yapılan talyum sintigrafisinin klinik uygulamadaki yeri sınırlı olmuştur. Akut miyokard infarktüsü (AMİ), stabil olmayan angina pectoris, Prinzmetal angina pectoris tanılarında, AMİ'nin yaygınlığının değerlendirilmesinde, trombolitik tedavinin etkinliğinin belirlenmesinde kullanılmakla birlikte (6) egzersiz talyum sintigrafisi (EgTS) kadar sık ve yaygın kullanım alanı bulamamıştır.

Egzersiz Talyum Sintigrafisi

En sık yapılan uygulama şeklidir. EgTS standart bir egzersiz testinden (ET) sonra yapılır, bu amaçla genellikle treadmill cihazı kullanılır çok aşamalı ET protokolü uygulanır. Test en az dört saatlik açlık durumunda yapılır. ET öncesinde hastaya İV kanül takılır, egzersiz sırasında semptomlar, kan basıncı ve EKG izlenir. Giderek artan göğüs ağrısı, aşırı yorgunluk, 3 mm'den fazla ST segment çökmesi, hipotansiyon, aritmi oluşumu gibi sonlandırma nedenlerinden biri ortaya çıkınca 2-3 mCi talyum-201 hastaya enjekte edilir, izotonik NaCl ile damar yıkanır, maksimal egzersiz sırasında tutulum bitene kadar miyokard kan akımının sabit kalması amacıyla hasta 1 dakika daha yürütüldükten sonra ET sonlandırılır ve en geç 5 dakika içinde sintigrafik kayıtlara başlanır. Anterior ve en az iki sol anterior oblik pozisyonda (genellikle 45 ve 70 derecelerde) yeterli sayım alınmaya kadar kayıt yapılır. Hastanın kalbinin anatomik yapısına göre pozisyonlarda değişiklik yapılabilir. Üç veya dört saat sonra aynı pozisyonlarda, aynı süre kayıt tekrarlanır.

Diğer Uyarı Yöntemleriyle Talyum Sintigrafisi

Birçok koroner arter hastası periferik damar hastalığı, serebrovasküler hastalık, ortopedik problemler, artirit, kronik akciğer hastalığı gibi nedenlerle yeterli egzersiz yapamazlar. Bu hastalarda atriyal "pacing", kol ergometresi, katekolamin infüzyonu, dipiridamol ile hiperemi oluşturulması gibi çeşitli stres yöntemleri kullanılır. Bunlar içinde talyum sintigrafisi ile birlikte en sık kullanılanı dipiridamol olmuştur. 0,56 mg/kg dozda 4 dakikalık perfüzyon şeklinde verildikten 4 dakika sonra talyum enjekte edilir, 4-5 dakika sonra da görüntüler kaydedilir. Dipiridamol adenosine deaminazı inhibe eder ve güçlü bir arterioller dilatatör olan adenosinin damar cidarında artışına neden olur. Bunun sonucunda normal koroner arterlerde dört katına yakın bir akım artışı olurken darlık bulunan arterlerde bu artış gerçekleşemez. Bu da aynen egzersizde olduğu gibi bölgesel akım farklılığını ortaya çıkarır. Darlık bulunan koroner arterin distalinde maksimal koroner vazodilatasyon olduğundan perfüzyon basıncının düşmesi bir koroner çalma sendromu yaratır ve iskemi oluşur, geç görüntülerde de redistribüsyon gözlenir. Dipiridamolün yarattığı göğüs ağrısı, baş ağrısı, bulantı, nefes darlığı gibi yan etkileri teofilinle gidermek mümkündür. EgTS'nin uygulanmasının kontrendike olduğu durumlarda dipiridamol talyum sintigrafisi (DpTS)'de kontrendikedir.

Görüntülerin Yorumlanması

Görüntü değerlendirilmesi sol ventrikül miyokard segmentlerindeki talyum dağılımının analizine dayanır. Şekil 1'de anterior, sol anterior oblik 45 ve 70 derece pozisyonlarda miyokard bölgeleri ve bu bölgeleri besleyen arterler gösterilmiştir. Normal talyum sintigrafisinde radyoaktif madde homojen olarak dağılır. Aktivitenin bölgesel azlığı koroner arter hastalığına (KAH) bağlı perfüzyon defektleri olarak değerlendirilir. Tablo 1'de ilk ve geç görüntülerdeki perfüzyon defektlerinin durumuna göre normal, iskemi, miyokard infarktüsü (Mİ), Mİ alanında canlı doku, Mİ alanında iskemi tanularının nasıl konduğu gösterilmiştir (7). İlk görüntülerde tutulum yok, geç görüntülerde de redistribüsyon olmuyorsa sabit defektin varlığından sözedilir. Sabit defekt bu bölgedeki tutulumla ilgili olarak değişik derecelerde olabilir. Tutulum normal bölgelerin % 50'sinden azsa bu transmural miyokard infarktüsünü gösterir. Başlan-

gıçta normal bölgelerin % 50-75'i kadar tutulum var ve redistribüsyon yoksa bu canlı doku ile nekroz karışımı bir bölgeyi düşündürür. Reaskülarizasyon sonrası böyle bölgelerde tutulum artabilir. İlk görüntülerdeki perfüzyon defektinin geç görüntülerde tamamen redistribüsyon göstermesi iskemi, kısmen redistribüsyon göstermesi Mİ alanında iskemi veya ağır iskemi olarak değerlendirilir (7).

Homojen olmayan tutulum KAH olmadan anatomik varyasyonlar nedeniyle de oluşabilmektedir, bu ise yorumu en çok güçleştiren nedendir (8). Göğüs duvarı yapıları, diyafragma veya karaciğerin kamera ile kalp arasına girerek oluşturduğu atenüasyon artefaktları, normal apikal inceleme, asimetrik hipertrofi bölgeleri, belirgin papiller kaslar, septumun paradoks hareketi, kalbin bazal bölümünde kapaklara bağlı olarak oluşan aktivite azalması, sağ ventrikül, akciğerler veya splanknik alan gibi komşu bölgelerdeki aşırı tutulumun kalp görüntüsüyle üst üste gelmesi, "background" fazlalığı en sık görülen homojenite bozukluğu nedenleridir.

KAH dışında miyokard köprüleri, diffuz miyokard hastalığı, aort darlığı ve normal koroner arterleri olan hastalarda geçici, hipertrofik obstrüktif kardiyomyopati, amiloidozu, metastatik kalp hastalığı olanlarda sabit, miyokard tutulması olan sklerodermada da sabit veya geçici perfüzyon defektleri görülebilmektedir (9). Sol dal bloku olan normal koroner arterli hastalarda da septumun asenkron kasılmasının yarattığı fonksiyonel hipoperfüzyona bağlı olarak redistribüsyon gösteren perfüzyon defektleri görülmektedir (10).

Bölgesel tutulum dışında talyum sintigrafisinde dört özellik daha değerlendirilir. Bunlar splanknik tutulum, sağ ventrikül ve akciğer tutulumu ve sol ventrikül kavitesinin büyüklüğüdür. Egzersizle splanknik vazokonstriksiyon olduğundan splanknik tutulumun fazlalığı egzersizin yeterli olmadığı bir işareti olarak değerlendirilir. Sağ ventrikül normalde egzersiz sonrası ilk görüntülerde sol ventrikülün yanında ince bir hat halinde görülür, geç görüntülerde ise kaybolur. Sağ ventrikül kan akımını etkileyen sağ koroner arterin hastalığı, redistribüsyon gösteren perfüzyon defektlerine neden olabilir (11). Sağ ventrikül hipertrofisine yol açan edinsel veya konjenital kalp hastalıklarında da sağ ventrikül sol ventrikül kadar büyük

ve kalın görülebilir. Akciğerlerde tutulum artışı yaygın miyokard iskemisi veya nekrozuna bağlı sol kalp yetersizliği, konjestif kardiyomiyopati veya mitral hastalığı gibi talyumun pulmoner geçiş zamanının uzadığı durumlarda görülür (12,13). Sol ventrikül kavitesinin, ilk görüntülerde geç görüntülere göre daha büyük görülmesi de koroner yetersizliği lehine bir bulgudur (13).

Talyum sintigrafisinin değerlendirilmesinde gözle kalitatif analizin yanısıra bilgisayarla kantitatif analiz de yapılır. Böyle bir analiz madde tutulum ve temizlenmesinin daha nesnel olarak değerlendirilmesine olanak verir, bölgesel farklılıklar, temizlenme hızı hesaplanabilir, bir bölgedeki tutulum komşu bir bölgeyle veya önceden tanımlanmış normal bir popülasyonla karşılaştırılabilir. Kantitatif analiz EgTS'nin tanı doğruluğunu artırmıştır (14,15). Ancak bu programlar da belli varsayımlara, belli normal gruplara göre hazırlandığından zaman zaman yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle genellikle son değerlendirmede bilgisayar analizi esas alınmamakla birlikte tanıları destekleyici olarak her değerlendirmede bilgisayar ile kantitatif analiz kullanılmaktadır.

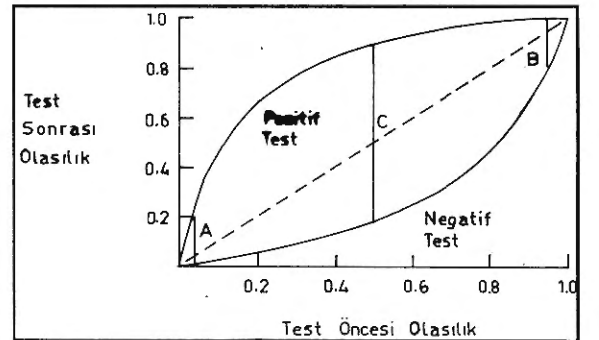
KLİNİK UYGULAMA

Kah Tanısında Kullanımı

EgTS'nda saptanan perfüzyon bozuklukları KAH'nın "mihenk taşı" olan koroner anjiyografi ile karşılaştırıldığında duyarlılığı ve özgüllüğü % 80 ile % 90 sınırları arasında değişmektedir (16). Bu değerler EgTS sırasında yapılan ET'lerinde elde edilen % 60 duyarlılık ve % 80 özgüllük değerlerine oldukça üstündür. Testin duyarlılığı tutulmuş olan damar sayısına göre değişmektedir. Tek damar hastalığında % 80, iki damar hastalığında % 83 olarak bildirilen duyarlılık üç damar veya sol ana koroner damar hastalığında % 96'ya ulaşmaktadır (17). Tek damar hastalığında tutulan damara göre duyarlılığın fazla değişmediği gösterilmiştir (17,18). Tipik sol ana koroner hastalığı görüntüsü olarak tanımlanan hem sol ön inen dal hem sirkumfleks arter bölgelerinde perfüzyon defektine bu hasta grubunun ancak % 14'ünde rastlanmaktadır (19). İki veya daha fazla koroner arter bölgesinde perfüzyon defekti veya temizlenme bozukluğu bulunması, egzersiz sonrası akciğer madde tutulumunda artış ve sol ventrikül kavitesinde geniş-

leme çok damar hastalığını düşündürden parametrelerdir. Bu parametrelerin özgüllüğü yüksek (% 95'e yakın) ancak duyarlılığı % 70 civarındadır. Çok damar hastalığı olanlarda duyarlılığın sağ koroner arter veya sirkumfleks arter lezyonları için düşük olduğu bildirilmişse de (17,20,21), bu hastalarda gerek perfüzyon defekti saptanan bölgelerin beslendiği arterlerin belirlenmesinde olabilecek varyasyonlar (16,20), gerekse bir damarda oluşan iske mi veya ağrı nedeniyle testin sonlandırılmasının diğer damarlardaki iskeminin ortaya çıkarılmasını zorlaştırması bu konuda sonuca varmayı güçleştirmektedir. Testin duyarlılığını etkileyen faktörlerden biri de egzersiz sonunda ulaşılan kalp hızıdır. Single Photon Emission Computerized Tomography (SPECT) yöntemiyle yapılan bir çalışmada egzersizle yeterli yüke ulaşamayan hastalarda duyarlılığın düştüğü bildirilirken (22), bir başka çalışmada ulaşılan kalp hızının sadece tek damar hastalığı bulunanlarda duyarlılığı etkilediği ileri sürülmüştür (23). Egzersiz sonu kalp hızı 120/dakikadan düşük olanlarda kantitatif analizde saptanan talyumun miyokarddan temizlenme hızındaki düşüklüğün iske mi lehine yorumlanmaması gerektiği bildirilmiştir (24). Anterior Mİ geçirmiş hastalarda EgTS'nin birlikte bulunan sağ koroner veya sirkumfleks arter lezyonlarını ortaya çıkarmadaki duyarlılığı çok düşükken (% 8), inferior Mİ geçirenlerde sol ön inen dal lezyonlarını % 69 duyarlılıkla ortaya koyabildiği gösterilmiştir (25).

Melin ve ark. (26) Mİ geçirmemişlerden oluşan KAH'lı bir grupta EgTS ile duyarlılığı % 87, özgüllüğü % 87 saptamışlar, aynı grupta ET ile duyarlılığı % 74, özgüllüğü % 70 bulmuşlardır. Bu çalışmada EgTS ve ET'nin ikisi de pozitif olduğunda



Şekil 2. Duyarlılığı % 80, özgüllüğü % 90 varsayılan EgTS'nin testi sonrası hastalık olasılığı üzerine etkisi. Üstteki eğri pozitif testin, alttaki eğri negatif testin etkisini göstermektedir. A,B ve C dikey çizgilerinin anlamı metinde belirtilmiştir.

KAH olasılığı % 100, her ikisi normal iken KAH olmama olasılığı % 84, (+) testin prediktif değeri EgTS için % 75, ET için % 27 bulunmuştur.

EgTS'nin tanıda en yararlı olduğu hasta grubu test öncesi KAH olasılığı % 30 ile % 70 arasında olanlardır. Şekil 2'de EgTS'nin, duyarlılığı % 80, özgüllüğü % 90 olduğu varsayılarak bir hastada KAH bulunma olasılığı üzerine etkisi gösterilmiştir (27). Altta eğri negatif testten sonraki, üstteki eğri pozitif testten sonraki hastalık olasılığını, eğriler arasındaki dikey çizgiler ise üç tipik klinik durumda EgTS'nin tanı değerini göstermektedir. 40 yaşında atipik ağrısı olan kadın hastada (A) (+) EgTS hastalık olasılığını % 3'ten ancak % 20'ye çıkarırken, (-) test hastalık olasılığını % 3'ten % 0.7'ye düşürür. 65 yaşında tipik angina pectorisi olan hastada ise (B) test öncesi hastalık olasılığı % 95'tir, (+) test bunu % 99'a çıkarır, (-) test sadece % 81'e indirir. 50 yaşında atipik ağrısı olan erkek hastada ise (C) test öncesi KAH olasılığı % 50'dir, (+) EgTS bunu % 89'a yükseltirken (-) test bunu % 18'e düşürür. Görüldüğü gibi EgTS'nin en yararlı olduğu hasta grubu yaş, cinsiyet ve ağrı karakteri yönünden KAH olasılığı ne çok düşük, ne de çok yüksek olanlardır. Herhangi bir olguda test öncesi KAH olasılığı % 1 (35 yaşında asemptomatik kadın) ile % 95 (65 yaşında tipik anginası olan erkek) arasında değişir. Bunun bilincinde olmak hastadan istenecek testlerin seçiminde ve yorumunda büyük önem kazanır. Asemptomatik ve ET negatif olan olgularda EgTS'nin gerçek pozitiflik oranı çok düşüktür, bu nedenle böyle olgularda EgTS'ne gerek yoktur. EgTS'nin KAH tanısında ET'ne özellikle üstün olduğu hasta grupları şunlardır: 1) İstirahat EKG'sinde ST segment değişimi, sol dal bloku veya sol ventrikül hipertrofisi olanlar, 2) Digital kullananlar, 3) WPW sendromu olanlar, 4) Hiperventilyasyonda ST segment çökmesi olanlar, 5) Kadınlar (28), 6) İnför Mİ geçirip egzersizle anterior derivasyonlarda ağrısız ST segment çökmesi olanlar.

DpTS'nin tanı değeri de EgTS'ne yakın bulunmuş, çeşitli çalışmalarda % 80 ile % 95 arasında değişen duyarlılık, % 67 ile % 95 arasında değişen özgüllük değerleri bildirilmiştir (29,30). Testin yararlı olabileceği ancak kullanımının sınırlı olduğu bir grubu bronkospazm komponenti hakim kronik obstrüktif akciğer hastalığı olanlar oluşturur. Dp bronkospazmı

provoke ettiğinden bu hastalarda kullanılamaz. DpTS oral verilen 300-400 mg Dp'den 45 dakika sonra talyum enjeksiyonu yapılarak da uygulanmış ve IV uygulamada elde edilene yakın tanı değerleri elde edilmiştir (31). Son zamanlarda Dp yerine direkt olarak adenosin kullanılmakta ve daha az yan etkiyle benzer tanı değerleri bildirilmektedir (32).

EgTS'nin KAH tanısındaki yerini değerlendirirken unutulmaması gereken bir husus koroner anjiyografi ile yapılan karşılaştırmalarda bazı uyumsuzlukların olabileceği ve bunun testin kendisinden veya yorumundan kaynaklanmayabileceğidir. Anatomiyi gösteren koroner anjiyografi ile fonksiyonu gösteren EgTS her zaman uyumlu olmaz, olması da beklenmemelidir. Koroner anjiyografide önemli gibi görünmeyen bir lezyon perfüzyon bozukluğuna yol açabilir (32), veya önemli lezyonlu bir arterin suladığı bölgede kollateraller nedeniyle iskemi saptanmayabilir. Ayrıca koroner anjiyografi yorumlarının da yorumcular arasında farklılık gösterdiği unutulmamalıdır (34).

Kah Bilinenlerde Prognoz Değerlendirilmesi

EgTS'nin en sık kullanıldığı alanlardan biri de KAH bilinenlerde prognozun değerlendirilmesidir. Brown ve ark. (35) medikal tedaviyle 3-5 yıl izledikleri 100 Mİ geçirmemiş hastada koroner anjiyografideki hasta damar sayısı veya ejskiyon fraksiyonu ve ET sonucu kardiyak ölüm veya Mİ'nü öngöremezken, EgTS'inde saptanan reversibil defekt sayısı ile gelecekteki koroner olaylar arasında bağlantı bulmuşlardır. Gibson ve ark. (36) Mİ sonrası da EgTS'nin koroner olayları öngörmekte koroner anjiyografi ve ET'ne üstün olduğunu göstermişlerdir. Göğüs ağrısıyla başvurup EgTS normal bulunanlarda ölüm veya Mİ geçirme olasılığı çok düşük (yıllık % 1) bulunmuştur. Bu değer koroner anjiyografisi normal göğüs ağrılı hastaların prognozuyla aynıdır (37).

Tedavi Yöntemlerinin Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Koroner anjioplasti ve aorta-koroner by-pass cerrahisi (AKBC) gibi mekanik girişimler sonrasında hastaların değerlendirilmesi ve izlenmesi EgTS'nin tanı değerinin en yüksek olduğu alanlardan biridir. AKBC sonrasında bir greftte veya arterde oluşan bir

lezyonun tanınmasında göğüs ağrısının duyarlılık ve özgüllüğü % 60 ve % 86, ET'nin % 60 ve % 20, EgTS'nin ise % 77 ve % 100 olarak bulunmuştur (38).

Koroner anjioplasti yapılacak hastalarda lezyonlu arterin beslediği bölgenin perfüzyonunun değerlendirilmesinde, sonrasında da işlemin başarısını değerlendirmeye ve restenoz yönünden izlemede EgTS'nin en iyi yöntem olduğu gösterilmiştir (39).

Trombolitik tedavi öncesinde ve sonrasında yapılan sintigrafik kayıtlarla tedavinin başarısını değerlendirmek mümkündür (40).

Revaskülarizasyon Öncesi Miyokard Canlılığının Araştırılması

Bu konu kardiyologların ve kardiyovasküler cerrahların en çok üstünde durdukları konulardan biridir. Bilindiği gibi Mİ sonrasında Mİ bölgesinde normal veya normale yakın duvar hareketi saptanan hastalar revaskülarizasyondan yararlanırlar (41). Buna karşılık duvar hareket bozukluğu saptanan hastalarda bu bölgenin revaskülarizasyondan yararlanıp yararlanmayacağına belirlemek için canlılığının araştırılması gerekir. Bu amaçla halen en sık başvurulan yöntem EgTS'dir. Duvar hareket bozukluğu saptanan bölgede tam veya kısmi redistribüsyon gözlenmesi veya saptanan perfüzyon bozukluğunun hafif veya yamalı tarzda oluşu bu bölgelerin revaskülarizasyondan yararlanacağını gösterir (42,43). Son yıllarda geliştirilen ve "tekrar enjeksiyon yöntemi" olarak adlandırılan yöntemle EgTS'nin bu konudaki duyarlılığı artırılmıştır. Geleneksel yöntemle canlılık saptanamayan bölgelerde birçok hastada bu yöntemle canlılığın olduğu ve revaskülarizasyondan yararlandığı gösterilmiştir (44). Bu yöntemde redistribüsyon görüntüleri kaydedildikten sonra 1 mCi talyum daha enjekte edilmekte ve kayıtlar tekrarlanmaktadır. Geleneksel yöntemle saptanan sabit perfüzyon defektinde enjeksiyon sonrası redistribüsyon saptanması bu bölgenin canlı olduğunu işaretleri olarak değerlendirilmektedir. Tablo 2'de talyum-201 sintigrafisi ile miyokard canlılığının değerlendirilmesi gösterilmiştir.

Son yıllarda SPECT yöntemiyle yapılan talyum sintigrafisi birçok merkezde tercih edilen yöntem olmuştur. SPECT'in miyokard talyum tutulumunu üç

Tablo 2. Talyum-201 sintigrafisi ile miyokard canlılığının değerlendirilmesi.

Revaskülarizasyondan yararlanan miyokard bölgeleri:

1. Ventrikülografide akinezi veya diskinezi bulunmasına rağmen Talyum-201 redistribüsyonu saptanan bölgeler.
2. Ventrikülografide akinezi veya diskinezi bulunmasına rağmen hafif derecede (normale göre % 50'den az) sabit perfüzyon defekti saptanan bölgeler
3. Sabit perfüzyon defekti (% 50'den fazla) saptanmasına rağmen ventrikülografide duvar hareketi kısmen korunmuş bölgeler.
4. Geleneksel yöntemle sabit perfüzyon defekti bulunmasına rağmen "tekrar enjeksiyon yöntemi" ile redistribüsyon saptanan bölgeler.

Revaskülarizasyondan yararlanmayan miyokard bölgeleri:

1. Ventrikülografide akinezi veya diskinezi, Talyum-201 sintigrafisinde sabit perfüzyon defekti saptanan bölgeler.

boyutlu gösterme, miyokard yapılarının süperpoze olmaması, perfüzyon defektlerinin lokalizasyonunun daha iyi belirlenmesi gibi üstünlükleri vardır. Fintel ve ark. (45) SPECT'in SÖİD ve SksA'deki lezyonları saptamada planar yöntemden üstün olduğunu, SğKA'deki lezyonları göstermede ve Mİ'li hasta grubundaki tanı değerinin ise planar yöntemden farklı olmadığını bildirmişlerdir. Maddahi ve ark. (46) ise SÖİD ve SğKA'deki darlıkları saptamada her iki yöntemin tanı değeri aynı iken, SksA'deki darlıkları saptamada SPECT'in üstün olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak Talyumun fiziksel özellikleri (düşük enerjili foton emisyonu ve düşük sayım yoğunluğu) nedeniyle bu yöntemle özgüllükte azalma olduğu ileri sürülmektedir (47). Akciğer tutulumu ve sol ventrikül kavitesinin büyüklüğünü değerlendirmek de daha güçtür (48). Uygulamada teknik kusursuzluk doğru sonuçlar yönünden planar yöntemden göre çok daha önemli olduğundan teknik eleman ve bakım desteği çok güçlü laboratuvarlar tarafından tercih edilmesi önerilmektedir (49). Talyum-201 ile görüntüleme planar yöntemin, teknesyum 99m ile işaretlenen isonitrillerle (Tc 99m Hexamiti) ise SPECT'in daha iyi sonuç vereceği öne sürülmüştür (47). KAH tanısında planar yöntemle duyarlılık ve özgüllüğü % 90'ın üzerinde olan laboratuvarlarda SPECT yönteminde deneyim kazanmak için gerekli sürede tanı değerinin düşmesi (17) kaçınılmaz olmaktadır.

Sonuç

Planar EgTS yeni miyokard görüntüleme ajanları (MİBİ) ve yöntemleri (SPECT) uygulamaya konmasına rağmen bugün hala miyokardın perfüzyon durumunu incelemeye ideal olmasa da en sık kullanılan yöntemlerden biridir.

KAYNAKLAR

1. Grunwald AM, Watson DD, Holzgreffe HH, et al: Myocardial thallium-201 kinetics in normal and ischemic myocardium. *Circulation* 64:610, 1981
2. Granato JE, Watson DD, Flanagan TL, et al: Myocardial thallium-201 kinetics during coronary occlusion and reperfusion: Influence of method of reflow and timing of thallium-201 administration. *Circulation* 73:150, 1986
3. Ruddy TD, Gill JB, Finklestein DM, et al: Myocardial uptake and clearance of thallium-201 in normal subjects: Comparison of dipyridamole-induced hyperemia with exercise stress. *J Am Coll Cardiol* 10:547, 1987
4. Tanasescu D, Berman D, Staniloff H, et al: Reverse redistribution: What does it mean? *J Nucl Med* 20:688, 1979
5. Touchstone DA, Beller GA, Nygaard TW, Watson DD, Tedesco C, Kaul S: Functional significance of predischarge exercise thallium-201 findings following intravenous streptokinase therapy during acute myocardial infarction. *Am Heart J* 116:1500, 1988.
6. Kaul S: A look at 15 years of planar thallium-201 imaging. *Am Heart J* 118:581, 1989
7. Botvinick EH, Dae M, O'Connell W, Ortendahl D, Hattner R: The scintigraphic evaluation of the cardiovascular system. Parmley WW and Chatterjee K (eds). *Cardiology*. Philadelphia, J B Lippincott Comp., 1989. Chap. 42.
8. Dunn RF, Wolff L, Wagner S, et al: The inconsistent pattern of thallium defects: a clue to the false positive perfusion scintigram. *Am J Cardiol* 48:224, 1981
9. Berman DS, Garcia EV, Meddahi J: Thallium-201 myocardial scintigraphy in the detection and evaluation of coronary artery disease. Berman DS and Mason DT (eds). *Clinical Nuclear Cardiology*, New York, Grune and Stratton, 1981. p.49
10. Braat SH, Brugada P, Bar PW, Gorgels APM, Wellens HJJ: Thallium-201 exercise scintigraphy and left bundle branch block. *Am J Cardiol* 55:224, 1985
11. Brown KA, Okada RD, Boucher CA, et al: Serial right ventricular thallium-201 imaging after exercise: relation to anatomy of the right coronary artery. *Am J Cardiol* 50:1217, 1982
12. Boucher CA, Zir LM, Beller GA, et al: Increased lung uptake of thallium-201 during exercise myocardial imaging: clinical, hemodynamic and angiographic implications in patients with coronary artery

disease. *Am J Cardiol* 46:189, 1980

13. Canhasi B, Dae M, Botvinick E, et al: The interaction of "supplementary" scintigraphic indicators and stress electrocardiography in the diagnosis of multivessel coronary disease. *J Am Coll Cardiol* 6:581, 1985
14. Wackers FJTh, Fetterman RC, Mattera JA, Clements JP: Quantitative planar thallium-201 stress scintigraphy: a critical evaluation of the method. *Semin Nucl Med* 15:46, 1985
15. Maddahi J, Garcia EV, Berman DS, et al: Improved noninvasive assessment of coronary artery disease by quantitative analysis of regional stress myocardial distribution and wash-out thallium-201. *Circulation* 64:924, 1981
16. Boucher CA, Kantor HL, Okada RD, Strauss HW: Radionuclide imaging and magnetic resonance imaging. Eagle KA, et al (ed). *The Practice of Cardiology*, Boston, Little, Brown and Company 1989, p.1607
17. Güzelsoy D, Sansoy V, Eren İ, Yüksel H, Özcan M, Demiroğlu C: Planar egzersiz talyum sintigrafisinin koroner arter hastalığı tanısında değerini etkileyen faktörler. *Türk Kardiyol Dern Arş* 18:190, 1990
18. Kaul S, Keiss MC, Liu P, et al: Comparison of exercise electrocardiography and quantitative thallium imaging for one-vessel coronary artery disease. *Am J Cardiol* 56:257, 1985
19. Maddahi J, Abdulla A, Garcia EV, Swan HJC, Berban DS: Noninvasive identification of left main and triple vessel coronary artery disease: improved accuracy using quantitative analysis of regional myocardial stress distribution and wash-out of thallium-201. *J Am Coll Cardiol* 7:53, 1986
20. Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC: Value and limitations of segmental analysis of stress thallium myocardial imaging for localisation of coronary artery disease. *Circulation* 61:973, 1980
21. Güzelsoy D, Özcan M, Meriç M, et al: Egzersiz elektrokardiografisi ve egzersiz talyum sintigrafisinin koroner arter hastalığı tanısında değeri. *Türk Kardiyol Dern Arş* 17:147, 1989
22. Iskandrian AS, Heo J, Kong B, Lyons E: Effect of exercise level on the ability of thallium-201 tomographic imaging in detecting coronary artery disease: analysis of 461 patients. *J Am Coll Cardiol* 14:1477, 1989
23. Esquivel L, Pollock SG, Beller GA, Gibson RS, Watson DD, Kaul S: Effect of the degree of effort on the sensitivity of the exercise thallium-201 stress test in symptomatic coronary artery disease. *Am J Cardiol* 63:160, 1989
24. Kaul S, Chesler DA, Pohost GM, Strauss HW, Okada RD, Boucher CA: Influence of peak exercise heart rate on normal thallium-201 myocardial clearance. *J Nucl Med* 27:26, 1986
25. Rigo P, Bailey IK, Griffith LSC, Pitt B, Wagner HN, Becker LC: Stress thallium-201 myocardial scintigraphy for the detection of individual coronary arterial lesions in patients with and without previous myocardial infarction. *Am J Cardiol* 48:209, 1981
26. Melin JA, Piret LJ, Vanbustsele RJM, et

- al: Diagnostic value of exercise electrocardiography and thallium myocardial scintigraphy in patients without previous myocardial infarction. A bayesian approach. *Circulation* 63:1019, 1981
27. Gibbons RJ: Nuclear Cardiology. RD Brandenburg et (eds). *Cardiology: Fundamentals and Practice*. New York, Yearbook Med Publ 1987, p.353
28. Sansoy V, Eren İ, Berkyürek A, Güzelsoy D, Demiroğlu C: Kadınlarda egzersiz talyum sintigrafisinin koroner arter hastalığı tanısındaki değeri (Abstr). *Türk Kardiyol Dern Arş* 18 (Ek 1) VII. Ulusal Kardiyoloji Kongresi Bildiri Özetleri, s.80
29. Leppo JA: Dipyridamole-thallium imaging: the lazy man's stress test. *J Nucl Med* 30:281, 1989
30. Younis LT, Chaitman BR: Update on intravenous dipyridamole cardiac imaging in the assessment of ischemic heart disease. *Clin Cardiol* 13:3, 1990
31. Taillefer R, Lette J, Phaneuf DC, Leveille J, Lemire F, Essiambre R: Thallium-201 myocardial imaging during pharmacologic coronary vasodilation: comparison of oral and intravenous administration of dipyridamole. *J Am Coll Cardiol* 8:76, 1986
32. Nguyen T, Ogilby JD, Iskandrian AS: Single photon emission computed tomography with thallium-201 during adenosine induced coronary hyperemia: correlation with coronary arteriography, exercise thallium imaging and two-dimensional echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 16:1375, 1990
33. Brown KA, Osbakken M, Boucher CA, et al: Positive exercise thallium-201 test responses in patients with less than 50 percent maximal coronary artery stenoses: Angiographic and clinical predictors. *Am J Cardiol* 55:54, 1985
34. White CW, Wright CB, Doty DB, et al: Does visual interpretation of coronary arteriogram predict the physiologic importance of coronary stenoses? *N Engl J Med* 310:819, 1984
35. Brown KA, Boucher CA, Okada RD, et al: Prognostic value of exercise thallium-201 imaging in patients presenting for evaluation of chest pain. *J Am Coll Cardiol* 1:994, 1983
36. Gibson RS, Watson DD, Craddock GB, et al: Prediction of cardiac events after uncomplicated myocardial infarction: A prospective study comparing predischarge exercise thallium-201 scintigraphy and coronary angiography. *Circulation* 2:321, 1983
37. Pamela FX, Gibson RS, Watson DD, et al: Prognosis with chest pain and normal thallium-201 exercise scintigrams. *Am J Cardiol* 55:920, 1985
38. Kollbash AJ, Call TD, Bush CA, et al: Myocardial perfusion as an indicator of graft patency after coronary artery bypass surgery. *Circulation* 56:830, 1977
39. Hirzel HO, Nuesch K, Gruentzig AR, Luetolf UM: Short and long term changes in myocardial perfusion after percutaneous transluminal coronary angioplasty assessed by thallium-201 exercise scintigraphy. *Circulation* 63:1001, 1981
40. Zaret BL, Wackers FJ: Radionuclide methods for evaluating the results of thrombolytic therapy. *Circulation* 76:8, 1985
41. Rozanski A, Berman DS, Gray R: Use of thallium-201 redistribution scintigraphy in the preoperative differentiation of reversible and nonreversible myocardial asynergy. *Circulation* 64:936, 1981
42. Liu P, Kiess MC, Okada RD, et al: The persistent defect on exercise thallium imaging and its fate after myocardial revascularization: Does it represent scar or ischemia? *Am Heart J* 110:996, 1985
43. Gibson RS, Watson DD, Taylor GT, et al: Prospective assessment of regional myocardial perfusion before and after coronary revascularization surgery by quantitative thallium-201 scintigraphy. *J Am Coll Cardiol* 1:804, 1983
44. Dilsizian V, Rocco TP, Freedman NMT, Leon MB, Bonow RO: Enhanced detection of ischemic but viable myocardium by the reinjection of thallium after stress redistribution imaging. *N Engl J Med* 323:141, 1990
45. Fintel DJ, Links JM, Brinker JA, Frank TL, Parker M, Becker LC: Improved diagnostic performance of exercise thallium-201 SPECT over planar imaging in the diagnosis of coronary artery disease: a receiver operating characteristic analysis. *J Am Coll Cardiol* 13:600, 1989
46. Maddahi J, Van Train KF, Wong C, et al: Comparison of Thallium-201 SPECT and planar imaging for evaluation of coronary artery disease. *J Nucl Med* 27:999, 1986.
47. Wackers FJTh: Thallium-201 stress imaging: SPECT or planar? (Abstr) *J Nucl Med* 31 (Suppl):926, 1990
48. Strauss HW: Thallium-201 imaging: SPECT or planar? The case for planar imaging (Abstr) *J Nucl Med* 31 (Suppl): 926, 1990
49. Berman DS: Thallium-201 stress imaging: SPECT versus Planar (Pro SPECT) (Abstr) *J Nucl Med* 31 (Suppl):926, 1990