

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI**

**KORONER ANJİYOĞRAFI TEMEL ALINARAK
MİYOKARD PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ İLE
BT ANJİYOĞRAFINİN KARŞILAŞTIRMASI**

**UZMANLIK TEZİ
Dr. Bekir TAŞDEMİR**

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Tansel Ansal BALCI**

**ELAZIĞ
2009**

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince ve tezimin hazırlanmasında yardım ve desteğini esirgemeyen hocam Nükleer Tıp Anabilim Dalı Başkanı Yrd.Doç.Dr. Tansel Ansal BALCI'ya, Kardiyoloji Anabilim Dalı öğretim üyelerine, ayrıca Radyoloji Anabilim Dalı öğretim üyeleri Doç.Dr. Ayşe Murat AYDIN ve Yrd.Doç.Dr. Zülkif BOZGEYİK'e, istatistiki değerlendirmede yardımcı olan Enfeksiyon Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç.Dr. Mehmet ÖZDEN'e, Anabilim Dalımızda görevli tüm asistan arkadaşlarıma ve personelimize, üzerimde büyük emekleri bulunan anneme, babama ve kardeşlerime, sevgisini ve desteğini esirgemeyen eşime ve bana neşe kaynağı olan kızıma teşekkür ederim.

ÖZET

Koroner arter hastalığı günümüzde dünya çapında en sık görülen ve en önemli sağlık sorunlarından birisidir. Dolayısıyla bu hastalığın erken dönemde tanısı, ciddi miyokard hasarı oluşmadan tedavi edilmesi açısından çok önemlidir. Koroner arter hastalığı açısından; Miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS), bölgesel miyokard perfüzyonu ve bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografi ise koroner arterleri değerlendirmede güvenilir ve non-invaziv yöntemlerdir.

Bu çalışmada amacımız; miyokard perfüzyon sintigrafisi ile BT anjiyografiyi, koroner anjiyografi baz alınarak karşılaştırmaktır. Çalışmamıza toplam 60 vaka dahil edildi. Bu 60 vakanın 30'una koroner anjiyografi ve MPS, diğer 30'una ise koroner anjiyografi ve BT anjiyografi yapıldı. Bu görüntüleme yöntemlerindeki lezyonlar hafif, orta ve şiddetli olarak gruplandırıldı ve sonrasında MPS ve BT anjiyografi koroner anjiyografi ile ki kare ve Fischer'in kesin ki kare testi kullanılarak karşılaştırıldı. MPS ve BT anjiyografinin *p* değerleri sırasıyla sol ön inen arter (LAD) için *p*:0, *p*:0,271; sirkumfleks (Cx) için *p*:0,256, *p*:0,08; sağ koroner arter (RCA) için *p*:0,033, *p*:0,271 olarak bulundu. Ayrıca MPS ve BT anjiyografinin sırasıyla sensitivite %81, %87; spesifite %70, %49; doğrulukları %73, %72; pozitif prediktif değerleri %54, %72; negatif prediktif değerleri %90, %71 olarak hesaplandı. Koroner anjiyografi sonuçları, LAD ve RCA lezyonları için MPS, Cx lezyonları için ise BT anjiyografi koroner anjiyografi ile daha uyumlu bulundu. Bunun yanı sıra pozitif prediktif değer MPS'de, negatif prediktif değer ise BT anjiyografide belirgin yüksek bulunmuştur.

Sonuç olarak koroner arter hastalığının tanısı için MPS ve BT anjiyografi birbirine alternatif olmaktan ziyade birbirini tamamlayıcı tetkikler olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Miyokard perfüzyon sintigrafisi, BT anjiyografi, koroner anjiyografi.

ABSTRACT

COMPARISON OF MYOCARDIAL PERFUSION SCINTIGRAPHY AND COMPUTED TOMOGRAPHY (CT) ANGIOGRAPHY BY BASED ON CORONARY ANGIOGRAPHY

Todays, coronary artery disease is one of the most common and important health problems in the world. Early diagnosis of this disease is very important to treat before occurred severe myocardial damage. Myocardial perfusion scintigraphy (MPS) by which evaluate regional myocardial perfusion and computed tomography (CT) angiography by which evaluate coronary arteries are reliable and non-invasive methods in terms of coronary artery disease.

In this study we aimed to compare myocardial perfusion scintigraphy and CT angiography by based on coronary angiography. A total of 60 cases were included in our study. 30 of these 60 cases were performed coronary angiography and MPS, other 30 cases were performed coronary angiography and CT angiography. Lesions were classified as mild, moderate and severe in these imaging methods and then MPS and CT angiography are compared with coronary angiography by using chi-square and Fisher's exact test. MPS and CT angiography's p values were found for left anterior descending artery (LAD) $p:0, p:0,271$; for circumflex artery (Cx) $p:0,256, p:0,08$ and for right coronary artery (RCA) $p:0,033, p:0,271$, respectively. Furthermore MPS and CT angiography's sensitivity 81%, 87%; specificity 70%, 49%; accuracy 73%, 72%; positive predictive value 54%, 72% and negative predictive value 90%, 71% were calculated respectively. Coronary angiography results found more concordant with MPS for LAD and RCA lesions and more concordant with CT angiography for Cx lesions. It was also found that positive predictive value was significantly higher at MPS and negative predictive value was significantly higher at CT angiography.

As a result, MPS and CT angiography were suggested as complementary techniques for the diagnosis of coronary artery disease, not as alternatives to each other.

Key words: Myocardial perfusion scintigraphy, CT angiography, coronary angiography.

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	1
1.1. Kalbin Anatomisi	2
1.2. Koroner Arter Anatomisi	3
1.2.1. Sol Ana Koroner Arter	3
1.2.2. Sağ Ana Koroner Arter (RCA)	4
1.3. Kalbin Vasküler Beslenmesi	5
1.4. Kalbin Embriyolojisi	6
1.5. Kalp Kasının Fizyolojisi	7
1.6. İskemik Kalp Hastalığı	8
1.6.1. Ateroskleroz	9
1.6.2. Koroner Arter Hastalığında Risk Faktörleri	10
1.6.3. Koroner Arter Hastalığı Semptomları	11
1.6.4. Koroner Arter Hastalığında Miyokard Perfüzyonu	12
1.7. Koroner Anjiyografi	12
1.7.1. Koroner Anjiyografi Endikasyonları	13
1.7.2. Koroner Anjiyografi Kontrendikasyonları	14
1.7.3. Koroner Anjiyografi Tekniği	15
1.8. Koroner BT Anjiyografi	15
1.8.1. Bilgisayarlı Tomografinin Esasları	17
1.8.2. Koroner Arter Darlıklarının Değerlendirilmesi	19
1.9. Miyokard Perfüzyon Sintigrafisi	20
1.9.1. MPS’de Kullanılan Başlıca Radyofarmasötikler	21
1.9.1.1. Talyum-201 (TI-201)	21
1.9.1.2. Teknesyum-99m (Tc-99m) ile İşaretli Ajanlar	22
1.9.2. MPS’de Uygulanan Stres Testleri	24
1.9.2.1. Egzersiz Stres Test	25
1.9.2.2. Farmakolojik Stres Test	25
1.9.3. Görüntüleme Yöntemi	27
1.9.3.1. Planar Görüntüleme	27
1.9.3.2. SPECT Görüntüleme	27
1.9.4. Görüntü Analizi ve Değerlendirme	28

2. GEREÇ ve YÖNTEM	31
3. BULGULAR	34
4. TARTIŞMA	42
5. KAYNAKLAR	50
6. ÖZGEÇMİŞ	58

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.	BT-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, CX ve RCA' da izlenen lezyonların şiddetine göre hasta dağılımı.	34
Tablo 2.	MPS-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, CX ve RCA' da izlenen lezyonların şiddetine göre hasta dağılımı.	35
Tablo 3.	LAD lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.	35
Tablo 4.	CX lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.	36
Tablo 5.	RCA lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.	36
Tablo 6.	LAD lezyonları açısından MPS-koroner anjiyografi karşılaştırması.	37
Tablo 7.	CX lezyonları açısından MPS-koroner anjiyografi karşılaştırması.	38
Tablo 8.	RCA lezyonları açısından MPS-koroner anjiyografi karşılaştırması.	38
Tablo 9.	MPS ve BT anjiyografi tetkiklerinin hasta bazında değerlendirilmesi.	40
Tablo 10.	MPS tetkikinin koroner arterler bazında değerlendirilmesi.	40
Tablo 11.	BT Anjiyografi tetkikinin koroner arterler bazında değerlendirilmesi.	41

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.	Sol ana koroner arter ve dalları.	4
Şekil 2.	Sağ ana koroner arter ve dalları.	5
Şekil 3.	Ateroskleroz şiddetine göre damar tutulumu.	10
Şekil 4.	Ventrikül duvarlarının SPECT kesitlerinde şematik görünümü.	29
Şekil 5.	Short aksis kesitlerinden polar harita elde edilmesi ve polar harita üzerinde koroner arter dağılımının şematik görünümü.	29
Şekil 6.	Sol ventrikül anterior ve apikal duvarda reversible perfüzyon defekti (iskemi)	30
Şekil 7.	Sol ventrikül inferior duvarda fiks defekt (MI)	30
Şekil 8.	BT anjiyografi ve MPS hasta gruplarındaki kardiyovasküler risk faktörleri izlenen hasta sayıları	34
Şekil 9.	BT-Koroner anjiyografi hasta grubunda lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon saptanan hastaların toplam hasta sayısına oranı.	39
Şekil 10.	MPS-Koroner anjiyografi hasta grubunda lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon mevcudiyeti.	39

KISALTMALAR LİSTESİ

BT	: bilgisayarlı tomografi
Cx	: circumflex artery (sirkumfleks arter)
EBCT	: elektron beam computerized tomography (elektron demetli bilgisayarlı tomografi)
EKG	: elektrokardiyografi
KAH	: koroner arter hastalığı
keV	: kiloelektrovolt
KOAH	: kronik obstrüktif akciğer hastalığı
LAD	: left anterior descending artery (sol ön inen arter)
mCi	: millicurie
MDBT	: multidedektör bilgisayarlı tomografi
MPS	: miyokard perfüzyon sintigrafisi
RCA	: right coronary artery (sağ ana koroner arter)
SPECT	: single photon emission computed tomography (tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi)
Tc-99m	: Teknesyum-99m
Tl-201	: Talyum-201

1. GİRİŞ

Koroner arter hastalığı günümüzde en sık görülen ve en önemli sağlık sorunlarından biridir. Koroner arter hastalığı kalp kasını besleyen koroner arterlerin tıkanıklığına verilen isimdir ve nedeni ateroskleroz denilen damar sertliğidir. Bu hastalığın en önemli özelliği, erken dönemde miyokard dokusunda iskemilere, ileri evrelerde ise hayatı tehdit edebilen miyokard enfarktüsüne yol açabilmesidir. Dolayısıyla bu hastalığın erken dönemde tanısı, ciddi miyokard hasarı oluşmadan tedavi edilebilmesi açısından oldukça önemlidir.

Her hastalığın tanısında olduğu gibi koroner arter hastalığının tanısında da anamnez oldukça önemlidir ve hastaların büyük bölümü göğüs ağrısı şikayetiyle doktora gelir. Ancak göğüs ağrısı subjektif bir kriter olup nedeni kardiyak olabileceği gibi non-kardiyak sebepler de olabilir. Bu nedenle göğüs ağrısının nedeninin kardiyak kaynaklı olup olmadığının belirlenmesi gerekir.

Koroner arter hastalığının tanısı için birçok non-invaziv tetkik geliştirilmiş olup hastalığın tanısı için rutin uygulamada izlenen algoritma sırasıyla; istirahat elektrokardiyografisi (EKG), egzersiz stres testi, miyokard perfüzyon sintigrafisi (MPS) ve bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografidir. Ancak bunlardan istirahat EKG'si ve egzersiz stres testinin özgüllüğü düşük düzeyde olup lokalizasyon tayininde yani iskemik odağı belirlemede her iki tetkik de yetersiz kalmaktadır (1). Bu amaçla bu tetkikleri pozitif olan veya şüpheli olarak değerlendirilen hastalarda daha ileri tetkikler olan miyokard perfüzyon sintigrafisi ve/veya BT anjiyografiye başvurulmaktadır.

MPS, bölgesel miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesinde güvenilir ve non-invaziv bir yöntemdir. Stenotik koroner arter dalları ile beslenen miyokard bölgelerinde, egzersizin tepe noktasında periferik bir venden verilen radyofarmasötüğün miyokarddaki tutulumunda, istirahata göre geri dönüşlü bir azalma görülmesi ile miyokard iskemisi tanısı konulmasına olanak verir (1).

Kontrast maddenin periferik bir venden enjeksiyonu ile yapılan çok kesitli BT anjiyografi ise koroner stenozunun non-invaziv olarak saptanmasında cazip ve pratik bir yöntemdir (1). Bu yöntem oldukça yeni olup rutin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

BT anjiyografi ile koroner arterlerdeki tıkanıklık anatomik olarak gösterilirken, miyokard perfüzyon sintigrafisi ile miyokard dokusunda hasar oluşup oluşmadığı belirlenir. Yani BT anjiyografi anatomik bir görüntüleme tekniği iken miyokard perfüzyon sintigrafisi fonksiyonel bir yöntemdir.

Bu çalışmada amacımız; miyokard perfüzyon sintigrafisi ile BT anjiyografiyi, koroner arter hastalığının tanısı için gold standart yöntem olan koroner anjiyografi ile birlikte değerlendirerek, bu iki farklı görüntüleme yönteminin koroner arter hastalığının tanısındaki etkinliklerini karşılaştırmaktır.

1.1. KALBİN ANATOMİSİ

Kalp orta mediastende, *perikard* adı verilen sağlam bir kese içerisinde bulunur. Kalp hemen hemen bir yumruk büyüklüğünde olup 1/3 kısmı orta hattın sağında, 2/3 kısmı ise orta hattın solunda yer alır (2).

Kalp emme basma tulumu gibi çalışan 2 adet atrium ve 2 adet ventrikül olmak üzere 4 odacıklı müsküler bir keseden ibarettir. Kalbin sağ tarafındaki sağ atrium ve sağ ventrikülden oluşan bölüme sağ kalp, solda sol atrium ve sol ventrikülden oluşan bölüme ise sol kalp denir. Bu iki tarafın sağladıkları dolaşimler ayrı ayrıdır. Atriumlar ventriküllerden *sulcus coronarius* ile ayrılır ve *sulcus coronarius*, yalnızca önde *turuncus pulmonalis*'in çıktığı kısım hariç kalbin tabanını çepeçevre sarar. Atriumları birbirinden ayıran *sulcus interatrialis* arkada görülür ve bu oluk önde *turuncus pulmonalis* tarafından gizlenmiştir. Ventriküllerin ise dış yüzden ayrımını *sulcus interventricularis anterior* ve *posterior* belirler. Kalbin tepesine *apex cordis* denir ve bu iki sulcus, apeksin sağ tarafındaki *incisura apicis cordis*'de birleşir (3).

Atriumlarla ventriküller arasından geçen, daire şeklindeki düzlem kalbin tabanıdır ve çevresini *sulcus coronarius* belirler. Kalp tabanı ayakta dururken 6.-9. vertebralardan; *pericard*, *vena pulmonalis dextralar*, *özefagus* ve *aorta* tarafından ayrılır ve esas olarak sol atrium tarafından oluşturulmuştur. Kalb tabanının düzlemi anatomik olarak sağa, yukarıya ve arkaya bakar. Sol ventrikülün oluşturduğu sivri uç ise kalbin apeksini oluşturur (2, 3).

Kalbin sağ yüzü ise sağ atrium tarafından oluşturulur ve *vena cava superior* ile *vena cava inferior*'u birleştiren, hafif sağa konveks bir çizgi durumundadır. Bu kenarı perikard dışından *n. phrenicus dextra* ile *a., v. pericardiacophrenicae dextra*

çaprazlar. Kalbin ön yüzü anatomik olarak öne, yukarıya ve sola bakar. Bu yüzün üst-sağ kısmında sağ atrium, alt-sol kısmında sol ventrikül, ortadaki geniş alanda ise sağ ventrikül bulunur. Dikeye yakın bir şekilde, sağ tarafında *sulcus coronarius*, sol tarafında ise *sulcus interventricularis* yer alır. Üstte aortanın çıkış bölgesi ve sulcuslar yarı yağ ile doludur. Aorta kökünde bu yağ dokusu oldukça fazla olup içinde sağ koroner arterin seyrettiği bu yağ dokusuna *rindfleisch plikası* adı verilir. Kalbin diyafragmatik yüzü ise anatomik olarak horizontale yakın bir konumda olup aşağıya ve hafifçe arkaya bakar. Perikard aracılığıyla *centrum tendineum*'un üstüne oturmuştur. Bu yüzün büyük kısmını sol ventrikül oluşturur ve önden arkaya doğru eğik olarak uzanan *sulcus interventricularis posterior* bu yüzü 1/3 sağ ve 2/3 sol kısımlara böler. Bu yüz diafragma aracılığı ile mide ve karaciğer ile komşudur. Bu yüzden midenin aşırı dolgunluğu ve şişkinliği kalbi etkiler (3).

1.2. KORONER ARTER ANATOMİSİ

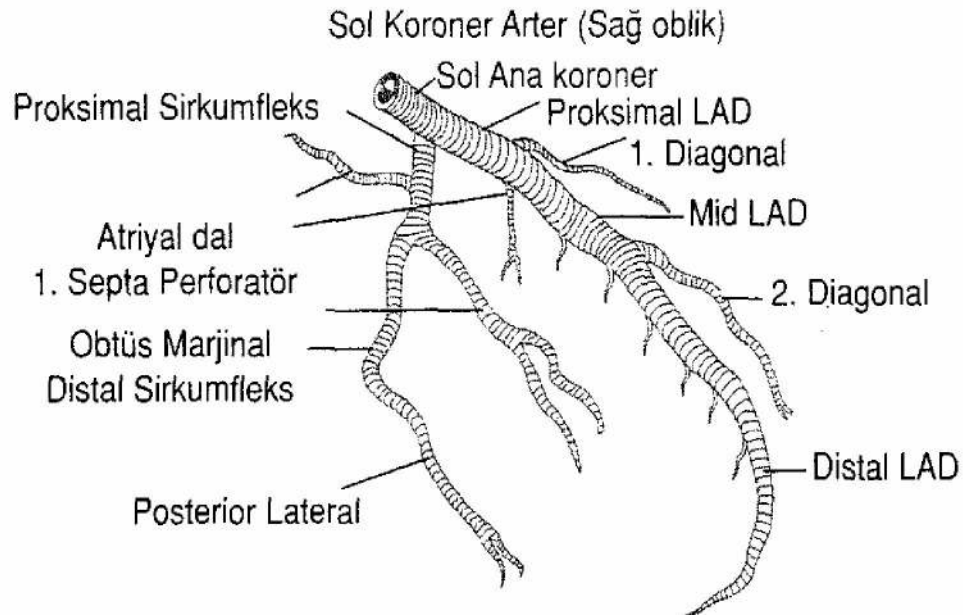
Sağ ve sol olmak üzere iki büyük koroner arter vardır. Bu damarların büyük bir kısmı sağ ve sol koroner olukta bulundukları için koroner arterler olarak adlandırılırlar (4). Sağ ve sol aortik sinüsten önce sağ, daha sonra ise sol koroner arter çıkar. Arterlerin çıkış yerleri, aortik anülüs ile sinotübüler bileşke arasındaki mesafenin 2/3'lük kısmında ve aortik komissürler arası mesafenin yarısındadır. Sol ana koroner arter aortadan dar bir açıyla, sağ ana koroner arter (RCA) ise dik bir açıyla çıkar. Sol ön inen arter (LAD) ve sirkumfleks arter (Cx) ise sol ana koroner arter ostiumundan ayrı ayrı çıkarlar (5).

1.2.1. Sol Ana Koroner Arter

Çapı sağ ana koroner arterden daha geniştir ve genellikle 10-20cm uzunluğundadır. Sinotübüler bileşkenin yakınındaki sol valsalva sinüsünden sol koroner arterin ostiumu başlamaktadır. Sol ana koroner arter genellikle sola ve hafifçe öne yönelir. Değişen bir mesafe sonrasında neredeyse dik açıyla sirkumfleks arteri verir ve düz bir çizgide LAD olarak devam eder (Şekil 1) (6).

LAD, interventriküler olukta apekse doğru ilerlerken m. septumun derinliklerine uzanan septal perforan arterleri verir. Bu dalları ile septumun 2/3 ön kısmını ve kalbin apikal kısmını besler. LAD genellikle apeks etrafında devam eder, ancak nadir olarak uzun posterior desandan arter varlığında apeksten önce sonlanabilir. LAD, sol ventrikülü diagonal arterler adı verilen yan dallarla besler.

Diagonal arterler yukarıdan aşağı doğru adlandırılırlar ve sol ventrikülün anterolateral bölgesini beslerler. LAD, septal delici dalları ile ise septumun 2/3 ön kısmını ve kalbin apikal kısmını beslerler (4).



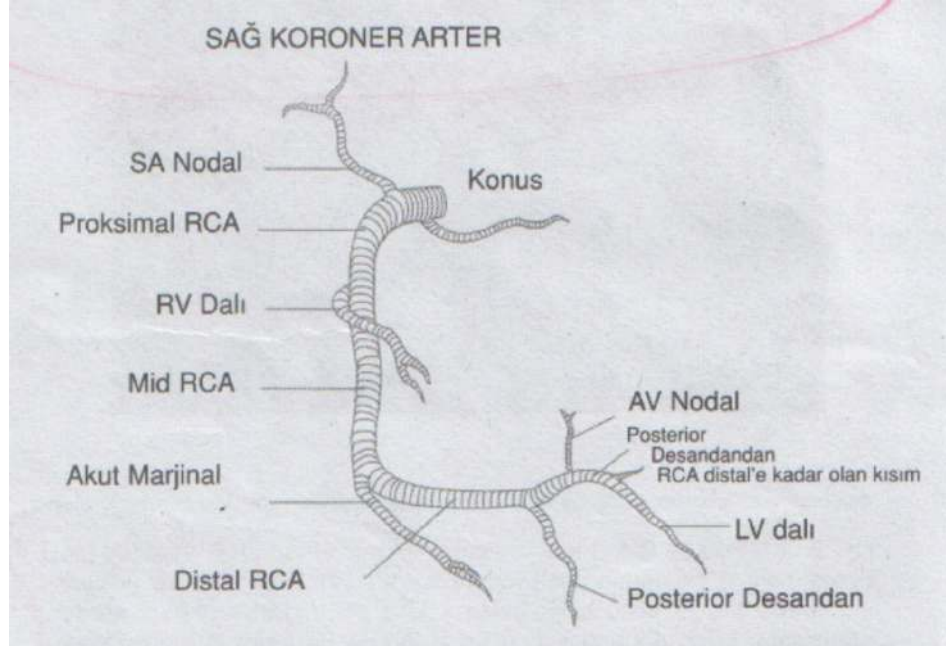
Şekil 1: Sol ana koroner arter ve dalları.

Sol sirkümfleks arter, sol atrioventriküler boşluktaki yağlı doku içerisinde ilerler ve büyük obtüs marjinal dalını vererek sonlanır. Sol ventrikül serbest duvarının lateral kısmı ile anterolateral mitral papiller kasların bir bölümünü sirkumfleks arter besler (5).

1.2.2. Sağ Ana Koroner Arter

Sağ ana koroner arter atrioventriküler oluk içinde seyreder ve seyri boyunca adipoz dokuyla kaplıdır. Sağ ventrikül serbest duvarını besleyen birçok marjinal dalı vardır (Şekil 2) ve en büyük marjinal dalı kalbin tabanından apeksine doğru akut marjin boyunca uzanır (5).

Sağ ana koroner arter, sağ sinüs valsaldan çıkarak sağ atrium ve trunkus pulmonalis arasından geçerek sağ atrioventriküler oluğa girer ve posterior interventriküler septuma doğru ilerler. Konus arteri sağ koroner arterin ilk dalıdır. Bu arter RCA'dan ayrılabilceğı gibi sağ koroner sinüsten ayrı bir orifis şeklinde de çıkabilir (7).



Şekil 2: Sağ ana koroner arter ve dalları.

1.3. KALBİN VASKÜLER BESLENMESİ

Kalp sağ ve sol koroner arter adı verilen iki koroner arter tarafından beslenir. Ventriküler sistol sırasında kasılan miyokard lifleri, aralarında bulunan koroner kapillerleri sıkıştırdığından ve bu kapiller yatak ancak diastolde açıldığından, koroner dolaşım diğer organların tersine diastolde gerçekleşir (8).

Kalbin vasküler beslenmesi açısından koroner arter dominantlığı söz konusudur. Koroner arter dominantlığı posterior desandan arteri hangi koroner arterin beslediğine bağlı olarak belirlenir. Posterior desandan arter genellikle sağ ana koroner arterden köken alır (%85) ve bu durum sağ dominantlığı olarak adlandırılır. %8 gibi bir olasılıkla posterior desandan arter sol sirkumfleks arterden köken alır ve bu da sol dominantlığı olarak adlandırılır. %7'lik bir grupta ise eş dominantlıktan söz edilir. Bu, dengeli bir dolaşım anlamına gelir ve bu durumda *patent duktus arteriosus*'u RCA ve Cx birlikte besler (7, 9).

Sol ana koroner arter, LAD ve Cx olmak üzere iki dala ayrılır. Ancak vakaların yaklaşık %30'unda ramus intermedius olarak adlandırılan ve LAD ve Cx dalları ile 90 derece açı yapan üçüncü bir dal bulunabilir. Ayrıca çok düşük bir oranda sol ana koroner arter olmayabilir. Bu durumda LAD ve Cx dalları ostium çıkışında ayrılırlar veya koroner arter sinüsündeki tek bir ostiumu paylaşırlar. LAD

interventriküler arkusu takip ederek apekse kadar ulaşır ve apekte posteroapikal ve distal posteroseptal duvarda değişen oranlarda beslenme sağlar. Vakaların %90 kadarında LAD bütün apikal bölgeyi besler. Genel olarak LAD sol ventrikül anterior duvarını (1-5 arasında değişen diagonal dallarıyla), apeksi (çoğu vakalarda) ve interventriküler septumun 2/3 anterior kısmını (1-6 arasında değişen septal dallarıyla) ve septuma yakın olan sağ ventrikülün anterior parçasını besler. Proksimal LAD lezyonu olduğu zaman hem septum hem de anterior duvar birlikte etkilenir. Distal lezyonlarda ise anterior duvar kısmen korunurken, septum kısmen de olsa etkilenir. LAD diagonal dalları ise anterolateral duvarı beslediğinden, lezyonunda defekt anterolateral duvarda olur ve apeks ve septum etkilenmez. Ramus intermedius sol ana koroner arter 3 dallı olduğunda çıkan büyük bir koroner arter dalı olup lezyonunda defekt daha çok beslediği posterolateral duvarda olur. Cx ise sol atrioventriküler yarıktan ilerleyerek akut marjinal dallarını verir ve sol ventrikül duvarının posterolateralini ve sol atriumu besler. Dolayısıyla Cx lezyonunda sol ventrikülün posterolateral duvarı etkilenir. Ancak bu durum non-dominant olduğu durumlar için geçerlidir. Eğer sol dominansı söz konusu ise posterolateral duvar ile birlikte inferior duvar da etkilenir (7, 10).

Sağ ana koroner arter, sağda sağ ventrikül ön yüzünden septuma paralel olarak ilerler ve daha sonra sağ atrioventriküler sulkusu dolaşır. RCA'nın ilk dalı konus arteridir ancak bu damar bazen sağ koroner sinüsten direkt olarak çıkabilir. Sinoatrial nod arteri de %60 vakada proksimal RCA'dan çıkar. Bu arter RCA'nın başlangıcından birkaç milimetre sonra ayrılır (bazen de Cx'den köken alır). Devam eden kısmında çok sayıda dal aracılığıyla serbest sol ventrikül duvarının beslenmesini sağlar. Sağ ventrikülde marjinal dallar orta ve distal RCA'dan ayrılırlar ve ayrılma noktalarının hepsi atrioventriküler yarık kısmındadır. Genel olarak RCA interventriküler septum 1/3 arka kısmını, sağ atrium ve sağ ventrikülü ve apeksin yaklaşık 1/3'lük kısmını beslemektedir (7, 9-12).

1.4. KALBİN EMBRİYOLOJİSİ

Kalbin embriyolojik gelişiminin ilk safhalarında miyokardiyal hücrelerin beslenmesi, tamamı ile ventriküler kavite içerisindeki dolaşımdan difüzyonla sağlanmaktadır (13). Üçüncü haftanın ortasına kadar beslenme gereksinimini yalnızca difüzyonla sağlayan embriyo, bu haftadan sonra yeni bir sisteme ihtiyaç

duyar ve bu dönemde insan embriyosunun damar sistemi belirir. Bu evrede, geç presomit embriyonun splanknik mezodermal tabakası, altındaki endoderm tarafından anjioblastları oluşturmak üzere aktive edilir. Bu hücreler, çoğalarak anjiokist olarak adlandırılan izole endotelial hücre topluluklarını oluşturur (14).

Başlangıçta embriyonun her iki yanında yer alan bu kümeler hızla sefalik yönde dağılırlar. Zamanla, bu hücre toplulukları birleşerek, küçük kan damarlarından oluşmuş at nalı şeklinde bir pleksusu meydana getirirler. Bu pleksusun ön-orta kısmına kardiyojenik alan denir. Bu bölgenin üzerinde yer alan intraembriyojenik kölomik boşluk, daha sonra perikardiyal boşluğun içine doğru gelişir. At nalı şeklindeki bu pleksusa ek olarak, diğer anjiyojenik hücre kümeleri de embriyonun orta hattına yakın ve paralel şekilde her iki tarafta belirir. Bu hücre kümesi içinde de bir lümen meydana gelir ve her biri dorsal aorta olarak bilinen bir çift longitudinal damar oluşur. Daha sonraki bir evrede bu damarlar, kalp tüpünü oluşturacak olan at nalı şeklindeki pleksus ile aortik arkuslar aracılığıyla bağlantılar yapar (14).

Miyokard gelişip kalınlaştıkça beslenmenin yeterli olabilmesi için yüzeyini artırmaya yönelik olarak trabekülasyonlar oluşturur. Daha sonra bu trabekülasyonlar sinüzoidlere dönüşerek miyokard derinliklerindeki hücrelerin de beslenmesi sağlanır. Bir süre sonra sinüzoidal dolaşım da yetersiz kalır. Bu aşamada karaciğerden göçen bazı hücreler kalbin etrafını sararak epikard tabakasını ve yüzeyel koroner dolaşım sistemini oluşturur. Bu ilkel dolaşım sistemi daha sonra subepikardiyal mezenkimal hücrelerle birleşerek miyokardın derinliklerinin de beslenmesini sağlarken diğer yandan aortaya doğru ilerleyerek sinüslerine penetre olur (13).

1.5. KALP KASININ FİZYOLOJİSİ

Kalp başlıca üç tip kalp kasından meydana gelir. Bunlar atrium kası, ventrikül kası, özelleşmiş uyarıcı ve iletici kas lifleridir. Kasılma süresinin daha uzun olması dışında, atrium ve ventrikül kasları iskelet kasına oldukça benzer şekilde kasılırlar. Çok az miktarda kasılabilir fibril içeren özelleşmiş uyarı ve ileti lifleri ise, yalnızca belli belirsiz kasılırlar. Bunun yerine ritmisite ve değişik hızlarda ileti göstererek, kalbe bir uyarı sistemi sağlarlar (8).

Spiral kas lifleri orta duvara dik açı yapacak şekilde dıştan ve içten uzanan liflerdir. Kas lifleri birbirine paralel çok sayıdaki miyofibrillerden oluşur. Kalp kasının tipik miyofibrilleri, iskelet kasındakinin hemen hemen aynı olan aktin ve

miyozin filamentleri içerirler. Bu filamentler iç içe geçmiştir ve kasılma sırasında iskelet kasında olduğu gibi birbirleri üzerinde kayarlar. Aktinin fizyolojik rolü daha ziyade miyozinle çapraz köprüler aracılığıyla reversible olarak spesifik bağlanma yeteneğinin olmasıdır (15).

Kalp kası liflerinin enine kestiği interkale disk adı verilen yapılar gerçekte, kalp kası hücrelerini birbirinden ayıran hücre zarlarıdır. Kalp kası lifleri birbirine seri bağlanmış çok sayıda ayrı hücrelerden meydana gelir. Ancak interkale disklerin elektriksel direnci kalp kası liflerinin dış zarının direncinin yalnızca 1/400'üdür. Çünkü hücre zarlarının kaynaşarak oluşturduğu, 'haberleşen bağlantılar' (oluklu bağlantı, gap junction) geçirgendir; iyonların nispeten serbest difüzyonuna izin verir. Dolayısıyla, işlevsel açıdan, iyonların kalp kası liflerinin uzun eksen boyunca kolaylıkla hareket etmeleri sağlanır. Böylece aksiyon potansiyelleri çok küçük bir engelle karşılaşılarak interkale diskleri geçer ve bir kalp kası hücresinden diğerine iletilirler. Kalp kası, bir sinsisyum oluşturacak şekilde bir araya gelmiş pek çok kalp kası hücresinden meydana gelir. Bu sinsisyumdaki kalp hücreleri birbirine öylesine bağlanmıştır ki, hücrelerden biri uyarılınca, aksiyon potansiyeli hem hücreden hücreye geçerek bütün hücrelere ulaşır. Kalp gerçekte iki sinsisyumdan meydana gelir. Bunlar, iki atriumun duvarlarını oluşturan ventrikül sinsisyumudur. Atriumlarla ventriküller arasındaki kapak açıklıklarını çevreleyen fibröz doku, atriumları ventriküllerden ayırır. Normalde aksiyon potansiyelleri, atrium sinsisyumundan ventrikül sinsisyumuna yalnızca özelleşmiş bir ileti sistemi aracılığıyla (çapları birkaç milimetre olan ileti liflerinin oluşturduğu atriyoventriküler demet ile) iletilir. Kalbin bu şekilde iki işlevsel sinsisyuma bölünmesi, atriumların ventriküllerden kısa bir süre önce kasılmasına olanak verir. Bu da kalp pompasının etkinliği açısından önemlidir (8).

1.6. İSKEMİK KALP HASTALIĞI

İskemik kalp hastalığı ya da koroner kalp hastalığı, kalbin oksijenlenmiş kan ihtiyacının karşılanamaması sonucu gelişen birbiriyle ilişkili sendromlar grubuna verilen genel bir isimdir. İskemi terimi, besleyici ürünlerin azlığı ve metabolik artıkların temizlenememesi kavramlarını gösterse de, oksijen yetmezliği temel kritik faktördür. İskemik kalp hastalığının sosyal önemi ise küçümsenemez; hastalık tek

başına, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki tüm ölümlerin 1/3'üne yol açmaktadır (16).

Popülasyon temelli çalışmalar, angina prevalansının yaş ile birlikte arttığını ve kadınlarda erkeklere göre iki kat daha sık ortaya çıktığını göstermiştir. Aslında, angina prevalansı erkeklerde 45-54 yaş grubunda %2-5 iken 65-74 yaş grubunda %11-20'ye çıkar. Aynı yaş gruplarındaki kadınlarda ise %0,5-1'den %10-14'e yükselir. 75 yaşından sonra angina prevalansı her iki cinsiyette aynıdır. Bu rakamlara göre, Avrupa'da angina hastalarının prevalansının popülasyonun her bir milyonu için 30000-40000 gibi yüksek bir rakam olduğu tahmin edilmektedir (17).

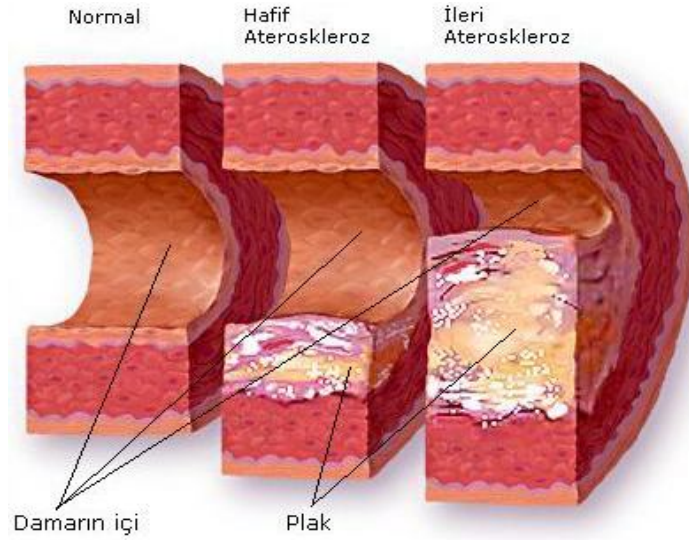
Daraltıcı plak oluşumları ile giden ciddi koroner ateroskleroz, oksijen yetersizliğinin temel sebebidir ve arteriyel lümenin enine kesit alanının %75'den fazlasını tıkar (bu nedenle koroner kalp hastalığı denir). Birçok durumda bu daraltıcı lezyona, rüptüre ya da fissüre olmuş plaklar üzerinde bulunan lümen içi trombüsler de eklenir. Bazı (belki birçok) durumda ise, vazospazm ve trombosit agregasyonu iskemiye katkıda bulunabilir. Nadiren, miyokardın oksijen ihtiyacının artması, kanın oksijen taşıma kapasitesinde azalma (örneğin anemi), kan basıncında ani düşüş (örneğin şok) veya koroner emboli veya arterit gibi nonaterosklerotik koroner hastalıklar da perfüzyon yetmezliğinde rol oynayabilir. Tüm bu hastalıklara karşın, tersi görülmedikçe iskemik kalp hastalığı ile ilerlemiş daraltıcı ateroskleroz yani koroner arter hastalığı kastedilmektedir (16).

1.6.1. Ateroskleroz

Ateroskleroz, bazı stimuluslara cevap olarak orta büyüklükteki ya da geniş arterlerin duvarında özellikle kolesterol ve trigliserid (emilmiş yağlar) gibi yağlı maddelerin depolandığı bir süreçtir (Şekil 3). Aterosklerozdaki ilk olayın arterin endotelial astarının hasarı olduğuna inanılır. Yüksek kan basıncı, sigaradaki karbon monoksit, diabetes mellitus, sitomegalovirus ve yüksek kolesterol düzeyi katkıda bulunan faktörlerdendir. Hasar alanında plateletler, fagositler ve lipid kümelenmeye başlar. Bu akümüilasyon, aterosklerotik plak oluşumuna neden olur (2).

Kan yağlarının etkisi bu süreçte azımsanamaz. Kolesterol ve diğer yağlar vücutta lipoproteinler tarafından taşınır. Yüksek dansiteli lipoproteinler (HDL), kolesterol ve diğer yağları hücreden uzaklaştırarak ekskresyon için karaciğere götürür. Düşük dansiteli lipoproteinler (LDL) ise yağın dokularda depolanmasına

neden olur ve koroner oklüziona katkıda bulunur. Bundan dolayı lipid profilinin değerlendirilmesinde lipoproteinler ve trigliseridlerle birlikte kolesterole de bakılır. Damarlarda plak oluşumunun bir diğer zararı da, yüzeyin kabalaşması neticesinde kandan trombüs oluşturan kimyasalların salınması ve bunun da kan akımını biraz daha zorlaştırmasıdır. Ayrıca trombüs ya da trombüs parçası yerinden koparak emboliye neden olup diğer damarlardaki kan akımını da etkileyebilir (2).



Şekil 3: Ateroskleroz şiddetine göre damar tutulumu.

1.6.2. Koroner Arter Hastalığında Risk Faktörleri

Koroner arter hastalığı (KAH) oluşumunda riski artıran faktörler:

1. Yüksek kan kolesterol düzeyi
2. Yüksek kan basıncı
3. Sigara kullanımı
4. Obezite
5. Diabetes mellitus
6. İleri yaş
7. Sedanter yaşam tarzı
8. Ailede KAH hikayesi
9. Erkek cinsiyet (KAH erkeklerde daha yaygındır; ancak menopoz sonrası kadınlarda hastalık prevalansı yönünden belirgin bir fark yoktur.).

1.6.3. Koroner Arter Hastalığı Semptomları

Koroner arterdeki daralma zaman içerisinde ilerlediği için, hastalığı olan bir birey erken evrede asemptomatik olabilir. Semptomatik hastalık genellikle iki şekilde ortaya çıkar. Bunlardan ilki, substernal veya prekardial göğüs ağrısı atakları ya da infarktüse yol açmayan miyokard iskemisinin neden olduğu rahatsızlıkla karakterize olan anjina pektoris. İkincisi, kalp krizi olarak adlandırılan miyokard infarktüsü (MI) yani yetersiz kan akımı neticesinde kalp kasının bir kısmının ölümüdür (2). Akut miyokard infarktüsünde hastanın yakınmaları her zaman tipik olmayabilir. Özellikle inferior miyokard infarktüsünde yakınmalar gastrointestinal sistem yakınmalarıyla karışabilir (18).

Anjina pektoris, kalp kasına geçici bir süre yetersiz kan akımı (oksijen ve besinler) sonucu kısa süreli ağrı ve rahatsızlıktır. Ağrı genellikle sıkıştırıcı karakterlidir. Göğüs üzerinde ağır bir baskı hissi olup bir (sıklıkla sol) ya da her iki omuza, vücudun diğer kesimlerine ve epigastrik bölgeye yayılabilir. Solunum güçlüğü, bitkinlik hissi, baş dönmesi ve terleme de olabilir. Semptomlar genellikle 2-15 dakika sürer ve egzersiz, emosyonel bozukluk ve efor ile başlayabilir. Koroner daralma arttıkça anjinayı ortaya çıkaracak egzersiz veya efor miktarı azalır. Ancak bazı bireylerde, özellikle nöropatisi olan diyabetiklerde ağrısız iskemik epizodlar olur. Bu durum, sessiz miyokard iskemisi olarak bilinir ve yakında ortaya çıkabilecek bir kalp krizini önceden haber vermediği için oldukça tehlikelidir. Yeni ortaya çıkmış olan, şiddeti artan veya istirahat halinde gelen anjina pektoris ise anstabil anjina denir ve bu hastalar akut MI yönünden stabil anjina pektorisli hastalara göre daha yüksek riske sahiptirler (2).

Kalp krizi, kalp kasının uzunca bir periyotta kandan (oksijen) yoksun kalması sonucu meydana gelir. Sonuç olarak, bu bölgedeki kas hücreleri ölür. Enfarktüs, kalpte bozulmuş elektriksel aktiviteye neden olabilir ve uygun bir şekilde tedavi edilmediği takdirde ölümle sonuçlanabilir. Geçirilmiş MI sonrası, sağ kalımı belirleyen başlıca faktörler, koroner kan akımının hızlıca sağlanması ve komplikasyonların erken tedavisidir. MI sonrası kalbin tüm fonksiyonel kapasitesi MI'nın yaygınlığına (boyutuna), şiddetine ve transmural olup olmadığına bağlıdır (2, 19).

1.6.4. Koroner Arter Hastalığında Miyokard Perfüzyonu

Damar oklüzyonu %70-80'in üzerine ulaşmadıkça, istirahat halinde ya da normal eforsuz günlük aktivitede KAH çok az belirti verir veya hiç vermeyebilir. Her ne kadar eforsuz bir aktivitede tıkalı damara yeterli kan akımı olsa da, kalp kasının ihtiyacı arttığında kan akımı yetersiz kalabilir. Koroner kan akımını artırma yeteneği demek olan koroner rezerv, tıkalı koroner arterlerdeki artmış metabolik ihtiyaca karşılık azalır. Bundan dolayı KAH'lı hastalarda, çok fazla daralmış koroner arter varlığında bile istirahatteki bölgesel kan akımı genellikle homojendir. Öte yandan fiziksel egzersiz gibi stres durumlarında, aynı düzeydeki darlık o bölgede azalmış kan akımına neden olur (2).

Koroner kollateraller normal insan kalbinde bulunan potansiyel kanallar olup, koroner arterlerde bir daralma olduğunda, oluşan basınç gradiyentine bağlı olarak genişleyerek alternatif bir akım yolu sağlarlar. Kollateral dolaşım, kan akımını iskemik miyokarda yönlendirecek basınç gradiyentine bağlıdır. Kollateralin başladığı arterdeki basınç düştüğünde kollateral akım da düşer. Kollateral akımdaki bu düşüşten koroner çalma fenomeni olarak söz edilir. Strese bağlı perfüzyon defekti istirahatte yeniden perfüze olursa iskemiden bahsedilir. Bunun anlaşılması özellikle miyokard perfüzyon sintigrafisinin anlaşılmasında anahtar rol oynar ve bundan dolayı miyokard perfüzyon sintigrafisi için hastadan hem stres hem de istirahat sırasında görüntüler alınır. (2, 20).

1.7. KORONER ANJİYOGRAFI

Koroner anjiyografi, kalp içerisine veya koroner arterlere flouroskopi altında gönderilen bir kateter aracılığı ile kontrast maddenin (radyo-opak madde) manüel olarak veya kalp boşluklarına bir pompa ile verilmesi ve oluşan radyolojik görüntünün bir film üzerine (sine-anjiyografi) veya elde edilen digital görüntünün bir 'compact disc' üzerine kaydedilmesidir. Kalp görüntüleme yöntemi olarak koroner anjiyografi, kalp kateterizasyonu ile birlikte düşünülmelidir. Kalp kateterizasyonunda kullanılan kateterler radyo-opak, içi boş ve uçlarına özel şekil verilmiş plastik borucuklardır. Koroner anjiyografi ile kalp boşluklarının, büyük damarların ve koroner arterlerin radyografik anatomisi ve anatomo-patolojisi, fizyolojisi ve fizyopatolojisi hakkında bilgi elde edilmektedir (21).

Koroner anjiyografi, koroner arter hastalıklarının değerlendirilmesinde günümüzde halen altın standart olarak kabul edilmektedir ve koroner arter hastalığının tanısını koymakta, patogenezi anlamakta ve doğal seyrini takipte önemli bir laboratuvar metodu olarak kabul görmüş bir yöntemdir (21).

Koroner anjiyografiden, koroner arter hastalığından başka, koroner arterlerin konjenital anomalilerinin ve koroner arteriovenöz fistüllerin ortaya çıkarılmasında da faydalanılmaktadır. Koroner anjiyografinin en önemli avantajı ise yüksek spasiyal ve temporal rezolüsyonun yanı sıra aynı seansta tedavi edici girişimlerin de uygulanabilir olmasıdır. Ayrıca intravasküler ultrason veya optik koherans tomografi ile veya akım/basınç ölçümleri yapılarak darlıkların hemodinamik açıdan değerlendirilmesi yapılabilmektedir (21-23).

1.7.1. Koroner Anjiyografi Endikasyonları

Koroner arter anatomisinin gösterilmesi gerektiği zaman koroner anjiyografi endikedir. Ancak Amerikan Kalp Cemiyeti, bu invazif prosedürün uygun şekilde kullanılmasında klinisyenlere yardımcı olmak üzere endikasyonları belli gruplar altında ve Sınıf I (kabul edilebilir, yararlı, etkili ve endike olan), Sınıf IIa (faydası ve etkisini destekleyen bulgular çoğunlukta olan), Sınıf IIb (muhtemelen zararlı olmayan, faydalı olabilen) ve Sınıf III (endike olmayıp zararlı olabilen) olarak her semptom ve duruma göre çok kapsamlı bir şekilde sınıflamıştır. Bu sınıflamaya göre endikasyonları kısaca özetleyecek olursak: (21)

1. Anjiyo yapılması gerekli olanlar:

- Noninvazif testlerde yüksek riskli bulunan hastalar
- Medikal tedaviyle antianginal etkinliğin sağlanamadığı hastalar
- Anstabil anginalı hastaların çoğu
- Yüksek riskli nonkardiyak ameliyat olacak ve noninvazif tanısal testlerle kesin bir tanı konamayan, tanısı şüpheli olan yüksek aterosklerotik hastalık riski taşıyan hastalar

2. Anjiyo yapılması ile yapılmaması arasında risk/fayda açısından fark olmayanlar:

- Noninvazif testlerde orta derecede risk saptanan hastalar
- Yüksek riskli nonkardiyak ameliyat olacak düşük ateroskleroz riskli, noninvazif testlerle kesin bir tanı konamamış hastalar

-Akut miyokard infarktüsünün nekroz döneminde acil nonkardiyak ameliyat olacak hastalar

-Perioperatif miyokard infarktüsü

3. Koroner anjiyo yapılması uygun olmayan durumlar:

-Bilinen koroner arter hastalığı olup noninvazif testlerde düşük riskli olduğu dökümanite edilmiş olan hastalarda nonkardiyak düşük riskli ameliyatlar

-Uygun noninvazif testler yapılmadan, koroner arter hastalığının araştırılması

-Mükemmel fonksiyonel kapasitesi olan by-pass geçirmiş asemptomatik hastalar

-Sol ventrikül fonksiyonları iyi olan, noninvazif testlerde düşük risk grubunda olarak değerlendirilen hafif stabil anginalı hastalar

-Koroner arter hastalığının yanı sıra koroner revaskülarizasyonu engelleyen ek hastalıkları olan hastalar

-Son 5 yıl içinde normal koroner anjiyogramı olduğu saptanmış olan hastalar

-Ağır sol ventrikül fonksiyon bozukluğu olan ve revaskülarizasyon yapılamayacak olan hastalar

-Koroner revaskülarizasyon işlemini kabul etmeyen (istemeyen) hastalar

1.7.2. Koroner Anjiyografi Kontrendikasyonları

Koroner anjiyografinin tek mutlak kontrendikasyonu, hastanın uygulamayı reddetmesidir. Bunun dışında Amerikan Kalp Cemiyeti'nin sınıflamasında Sınıf III olarak belirlenen durumlar da kontrendike olarak kabul edilir ve yukarıda koroner anjiyografi yapılması uygun olmayan durumlar olarak özetlenmiştir. Ayrıca bu durumların dışında bir de nisbi kontrendikasyon durumları da vardır. Nisbi kontrendikasyonlar, belli acil klinik durumlarda, anjiyografi ile devam etmenin uygun olabileceğini göstermektedir. Ancak bu durumda dikkatli olmak gerekir. Başlıca nisbi kontrendikasyonlar şunlardır (24):

-Böbrek yetmezliği

-Kanama diyatezi veya aktif kanama

-Ateş veya aktif enfeksiyon

-Aort kapak vejetasyonu

-Anemi

-Ciddi boya alerjisi

- Hiperkalemi veya hipokalemi gibi metabolik bozukluklar
- Digoksin toksisitesi
- Kontrol altına alınmamış hipertansiyon
- Dekompanse kalp yetmezliği
- Kontrol altına alınmamış taşiaritmi
- Tedavi edilmemiş yüksek derece kalp bloğu

1.7.3. Koroner Anjiyografi Tekniğı

Koroner anjiyografi, her birisi potansiyel tehlike taşıyan birden fazla ardışık basamağı içerir. Birinci basamak, arteriyel damar yolu girişinin açılmasıdır. Amerika Birleşik Devletleri'nde, kalp kateterizasyonu için en sık kullanılan arteriyel giriş şekli femoral kanülyasyondur. Tipik olarak, 18-gauge, eğik iğne kullanılır. İğnenin giriş açısı oldukça önemlidir ve kullanılan optimal açı 30-45 derece arasındır. Arter etkin bir şekilde kanüle edildikten sonra pulsatil kan akımı elde edilmelidir. Arter iğne ile kanüle edildikten ve pulsatil akım elde edildikten sonra ise iğneden bir guidewire (gösterici tel) geçirilir ve bu tel floroskopi eşliğinde sol ventriküle ulaşmaya kadar ilerletilir. Bu işlem sırasında yaygın damar kalsifikasyonu veya yaygın skar dokusu varlığında, kateterin ilerletilmesi sırasında dirençle karşılaşılabilir. Küçük bir genişletici aletin bulunması ve bunu takiben daha büyük genişletici aletlerin ve ayrıca amplatz gibi sert bir telin kullanılması, arzu edilen kateterin yerleştirilmesini kolaylaştırabilir. Kateter gönderilen guidewire üzerinden yerleştirildikten sonra sol ventrikülografi ve sol ventrikül basıncının ölçümü gerçekleştirilir. Bu esnada istendiği takdirde aortagrafi ve serebral veya periferik damarların görüntülenmesi de yapılabilir. Koroner arterleri görüntülemek için koroner arterlerin içine kontrast madde enjekte edilir ve sağ-ön oblik, sol-ön oblik ve değişik anatomik durumlarda olmak üzere bu işlem 6-7 defa tekrarlanarak sol ve sağ ana koroner arterler en iyi şekilde görüntülenmeye çalışılır. Bu esnada elde edilen radyolojik görüntüler kaydedilir ve işlem sonrası daha uygun ve geniş bir zamanda değerlendirmeye alınır (21, 24).

1.8. KORONER BT ANJİYOĞRAFI

İlk çıkan BT sistemi, elektron demetli bilgisayarlı tomografi (EBCT, elektron beam computerized tomography) tarayıcıydı ve bu sistemin akuzisyon zamanı dinamik kardiyovasküler yapıları görüntüleyecek kadar hızlıydı. EBCT ilk olarak

1980'lerin sonunda sol ventrikülün fonksiyonel analizi için geliştirilmişti (ve dolayısıyla başlangıçta 'cine BT' olarak adlandırılmıştı) fakat kısa bir süre sonra daha çok koroner arter kalsifikasyonunu saptamak ve ölçmek için kullanılmaya başlandı. Kontrastlı EBCT ile koroner anjiyografi ilk olarak 1995 yılında kullanılmaya başlandı ve takip eden değerlendirmelerde hemodinamik olarak uygun koroner arter darlıklarını orta dereceli güvenilirlikle non-invaziv olarak saptayabildiği gösterildi. X ışını tüpünün devamlı rotasyonunu, hastanın Z ekseninde devamlı hareketi ile birleştiren 'spiral' veya 'helikal' BT ise ilk olarak 1990'larda kullanılmaya başlandı ve EBCT'den farklı olarak çok hızlı bir ilerleme gösterdi (25).

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi ise ilk kez 1998 yılında kullanılmaya başlanan radyolojik bir yöntemdir. Daha önce kalp dışı anjiyografi için kullanılmaya başlanan çok kesitli BT, EKG gated sisteminin eklenmesiyle birlikte koroner anjiyografi için de kullanılmaya başlanmıştır. Başlangıçta 4 kesitli BT'ler ile ümit verici sonuçlar alındıktan sonra, temporal ve uzaysal çözünürlüğü iyileştirmek için gantri dönüş süresini kısaltma, dedektör sayısını artırma ve dedektör boyutunu azaltma yönünde sürekli teknolojik bir iyileştirme olmaktadır (26).

Kateter koroner anjiyografi, invaziv bir yöntemdir ve nadir olmakla beraber ciddi ve hatta ölüme yol açabilecek komplikasyonlara neden olabilmektedir (toplam komplikasyon oranı %1,8, mortalite %0,1) (22, 23). Ayrıca kateterizasyon; ön hazırlık, hospitalizasyon ve işlem sonrası takip gibi hasta için sıkıntılı işlemler gerektirmektedir. Daha da önemlisi tanısal amaçla yapılan kateter anjiyografi incelemelerinin, en iyi ihtimalle en az %20-30'unda anlamlı koroner arter darlığı saptanmamakta ve ancak hastaların %30'unda aynı esnada girişimsel tedavi yaklaşımı uygulanmaktadır (27). Bu nedenle non-invaziv, etkin ve güvenilir özelliklere sahip alternatif bir tanısal yöntemin gerekliliği ortaya çıkmış ve günümüzde BT anjiyografi bu ihtiyacı gidermeye yardımcı bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir (28). BT koroner anjiyografi, non-invaziv olduğu ve çok hızlı olarak yapılabildiği için hasta açısından son derece konforlu olup hospitalizasyon gerektirmemektedir. Bunun yanında BT anjiyografi konvansiyonel anjiyografi gibi yalnızca lümen bilgisi vermekle kalmayıp, aynı zamanda damar duvarının değerlendirilmesi, plak karakterinin belirlenmesi ve kritik darlık olmayan durumlarda

damar duvarındaki aterosklerotik değişikliklerin gösterilmesine olanak sağlar (29-33). Son yıllarda çok dedektörlü (4, 16, 32, 40, 64, 256, 320) ve çift tüplü BT sistemleri ile BT'nin özellikle koroner arter görüntülemesinde yeri sağlamlaşmış ve klinik kullanımı yaygınlaşmıştır (26).

Ancak koroner arterlerin ince tortüöz yapıları, düşük X ışını atenüasyon özellikleri ve sürekli olarak kalp ve solunum gibi fizyolojik hareketlerin etkileri nedeniyle koroner arterlerin ve koroner darlığın BT ile görüntülenmesi oldukça zordur (29, 30). Bu nedenle koroner arterlerin BT'de net olarak görüntülenebilmesi için yüksek uzaysal ve zamansal (bir kesitin rekonstrüksiyonunda veri elde etmek için gereken zaman) çözünürlük, düşük kontrastı mükemmel algılayabilme ve kalp siklusu ile senkronizasyon zorunludur ve BT anjiyografi tekniği son birkaç yıl içerisinde o kadar hızlı ilerleme göstermiştir ki, günümüzde kalbin ve koroner arterlerin, hareketten hemen hemen bağımsız görüntülerini oluşturabilen çok güvenilir, non-invaziv bir kardiyovasküler görüntüleme yöntemi olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.(7, 25, 31). Özellikle dual source BT ile daha önceki sistemlerde yaşanan pek çok kısıtlılık en aza indirgenmiştir (34-38).

Bu teknik gelişmelere rağmen BT anjiyografi alanında henüz kateter anjiyografinin zamansal ve uzaysal çözünürlüğüne ulaşamamakla beraber çok kısa sürede çok önemli mesafeler alınmıştır (31).

1.8.1. Bilgisayarlı Tomografinin Esasları

BT, X ışını temelli bir görüntüleme tekniğidir. Hastanın etrafında dönen bir X ışını kaynağından yayılan X ışınları dar bir biçimde kolime edilerek yelpaze şeklinde X ışını demeti oluşturulur ve hastanın vücudundan geçirilir. Çeşitli doku tiplerinin (kalp, akciğer, vs.) absorpsiyon özellikleri farklıdır ve X ışını demetinin atenüasyonu kaynağın karşı tarafındaki dedektörler tarafından kaydedilir. Birçok matematiksel işlem ile zayıflama değerlerinin ölçülmesine dayanarak, kesitsel görüntüler oluşturulur. Bir görüntü oluşturmak için en az 180°'lik açının (yarım rotasyon) üzerinde veri elde edilmelidir (25).

Bununla birlikte, genellikle çok sayıda oluşturulan kesitsel görüntülerin (200 veya daha fazla) analizini kolaylaştırmak için multiplanar görüntüler (multiplanar reformation), maksimum yoğunluk projeksiyonu (maximum intensity projection) ve hacimsel gösterim (volume rendering) gibi 2 ve 3 boyutlu görüntü oluşturma

yöntemleri geliştirilmiştir. Günümüzde BT anjiyografi incelemelerinde özellikle multiplanar görüntüler ve maksimum yoğunluk projeksiyonları hızlı, kolay ve faydalı değerlendirme yöntemleri olup kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Bu teknikler lümen bütünlüğünün hızlı değerlendirilmesini sağlar fakat üst üste binmeye duyarlıdır ve kalsifik segmentlerin ve stentlerin değerlendirilmesi söz konusu olduğunda daha az etkilidirler (25, 33).

Doku gri skalası, aradaki çeşitli gri tonları ile birlikte atenüasyonun maksimum olduğu uçta beyaz renk ile atenüasyonun minimal olduğu (dağılım aralığında en düşük BT sayısı) diğer uçta siyah renk arasında değişiklik gösterir. BT'nin gri skalasını değiştirme işlemine 'pencereleme' denir. Görüntüleri yorumlayan gözlemcinin ihtiyaçlarına uygun hale getirmek için kullanılması nedeniyle, pencereleme çok yararlı bir işlemdir. Örneğin kalbin ve koroner arterlerin yorumlanması için yumuşak dokuların BT aralığında pencere ayarı gerekirken pulmoner veya kemik bozukluklarının yorumlanması için pencere ayarının akciğer dokusuna veya kemik dokusuna ayarlanması gerekir. Ayrıca kesitsel BT görüntüleri hastanın ayaklarından yukarı doğru bakıyormuş gibi görüntülenir (25).

BT anjiyografi, kalp siklusunun aynı fazında görüntü alınabilmesi için EKG eşliğinde yapılır. Bu amaçla prospektif tetikleme ve retrospektif gating olmak üzere iki tip EKG uygulaması kullanılabilir. Prospektif tetikleme günümüzde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Prospektif tetikleme yönteminde EKG'deki R dalgasından sonra geç diyastolik faza denk gelecek kadar gecikme verilmesini takiben, görüntüleme otomatik olarak başlar, bu işlem her R dalgasından sonra tetik bitinceye kadar devam eder (39). Retrospektif EKG gating yönteminde ise kaydedilen EKG'ye dayanarak, görüntü rekonstrüksiyonu için eşit fazlı (ham) X ışını verileri seçilir. Görüntüler R-R aralığında herhangi bir kardiyak zaman pozisyonunda oluşturulabilmesine rağmen, diyastolik faz sırasında yapılan rekonstrüksiyonlar genellikle en az hareket artefaktı içerir. Rekonstrüksiyonun sonucunda, belli bir kalp fazı süresince kontrast tutulumlu kalp ve koroner arterleri gösteren üst üste binmiş bir sürü kesit elde edilir. Aksiyel yöndeki bu kesitsel görüntüler kaynak görüntülerdir ve bütün değerlendirmelerin temelidir (25).

1.8.2. Koroner Arter Darlıklarının Değerlendirilmesi

Doğru teknikle yapılmış bir BT anjiyografi incelemesi, tanısal özellikte görüntüler oluşturmaının ön koşuludur (7, 32). Kalp hızı yüksek olan hastalarda hareket artefaktlarının sık ortaya çıktığı ve multidedektör bilgisayarlı tomografinin (MDBT) tanısal performansının azaldığı gösterilmiştir. Bu nedenle en önemli unsurlardan biri hareket artefaktlarının en az olduğu doğru kalp hızını saptamak process sonrası işlemleri yaparken bu kalp fazını kullanmaktır (32, 33). Ayrıca kalp hızını azaltmak ve bu sayede hareket artefaktlarını önlemek amacıyla, taramadan önce oral veya intravenöz beta blokerler de kullanılmaktadır (40).

MDBT ile koroner lümeni görmek ve koroner darlığı tespit etmek için spiral modda veriler alınır ve zamansal ve uzaysal çözünürlüğü maksimize etmek için retrospektif EKG gated görüntü rekonstrüksiyonu uygulanır. 12 kesitli ve 16 kesitli MDBT'yi konvansiyonel koroner anjiyografi ile karşılaştıran çok sayıda çalışma yayımlanmıştır. 12 ve 16 kesitli BT tarayıcının anlamlı koroner darlıkları (%50'nin üzerindeki lümen çapı darlığı) saptamada tanısal doğruluğunun yüksek olduğu bildirilmiştir. Duyarlılıkları %63-95 ve özgüllükleri %86-98 arasındadır ve önceki nesil tarayıcılara göre, görüntü kalitesinin bozukluğu nedeniyle inceleme dışında bırakılan segment ve damar sayısı daha azdır. Ancak kalsifiye damarlarda darlığın ciddiyetinin olduğundan fazla değerlendirilmesi, oldukça fazla sayıda yanlış pozitif tanıya yol açmakta ve pozitif öngörü değerinin düşük olması ile sonuçlanmaktadır. Ciddi koroner kalsifikasyon, kısmi hacim etkisi ve ışın güçlendirme özelliği (beam hardening) sonucu artefaktlara yol açarak, plak boyutunun ve lümen darlığının olduğundan daha fazla değerlendirilmesine neden olurken, kalsiyum yoğunluğu yüksek olan lümeni tıkayarak koroner lümen bütünlüğünün güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini engelleyebilir. Bu nedenle küçük koroner segmentlerin değerlendirilmesi ve ciddi kalsifikasyon varlığı, kontrastlı MDBT'nin darlığı tespit etmedeki tanısal doğruluğunu azaltmıştır. Ayrıca kaygı verici bir başka durum ise koroner arterlerin MDBT ile görüntülenmesinde kullanılan yüksek radyasyon dozudur. Ancak özellikle negatif öngörü değerinin yüksek olması, mevcut tekniğin anlamlı koroner arter darlığını dışlamak açısından klinik olarak yararlı olabileceğini düşündürmektedir (25).

Koroner darlıklar değerlendirilirken yüzde hesaplamalarında ziyade hafif (%50'den düşük), orta (%50-70 arası) ve yüksek (%70-99 arası) şeklinde bir sınıflama yapılması önerilmektedir. Aterosklerotik bir lezyon izlendiği zaman bunun kalsifik olup olmadığı belirlenir ve kalsifik plaklar boyutlarına göre hafif, orta veya yoğun olarak sınıflandırılır. Ayrıca lezyonların konsantrik veya eksantrik oluşu, yapısı ve lezyondaki ülserasyon varlığı değerlendirilir (32, 33, 41, 42).

1.9. MİYOKARD PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ

Koroner arter hastalığı şüphesi olan hastalarda normal olarak çeşitli incelemeler yapılır ancak bunlar arasında en basiti öyküdür. Tipik angina, miyokard iskemisinin iyi bir göstergesidir ve tedavinin birincil amacı semptomların ortadan kaldırılmasıdır. Ancak, semptomlar belirsiz olabilir ve altta yatan iskeminin yerini veya boyutunu göstermez. Bu nedenle, genelde, tanıya yardımcı olmak ve sonrasında uygulanacak tedavilere rehberlik etmek amacıyla ileri tetkiklerin yapılması gerekir. Miyokard perfüzyon sintigrafisi, bölgesel miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesi için güçlü, invaziv olmayan ve yaygın kullanılan bir yöntemdir. Birçok çalışmada bu yöntemin koroner arter hastalığını saptamadaki duyarlılık ve özgüllüğü değerlendirilmiştir ve koroner arteriyografi genelde sintigrafinin doğruluğunun değerlendirilmesinde standart olarak kullanılmaktadır. Bu yaklaşımın önemi tartışılabilir, fakat arteriyografi koroner arter fonksiyonunun değerlendirilmesi için daha az uygun olsa da, en azından koroner anatomi için evrensel bir standart sunar (43).

MPS koroner arter hastalığını tespit eden, koroner stenozun fonksiyonel önemini değerlendiren, prognozu belirleyen ve tedaviyi değerlendiren faydalı, invaziv olmayan bir yöntemdir. MPS koroner iskemiyi (eğer varsa) indüklemek için sıklıkla stres (fiziksel ya da farmakolojik) ile birlikte yapılır. Kan akımı ile orantılı olarak miyokardda dağılacak olan bir radyofarmasötik, maksimum stres anında hastaya enjekte edilir. Stresteki kan akımını istirahatteki kan akımı ile kıyaslamak için kalbin görüntüleri alınır. Kullanılan radyofarmasötiğe bağlı olarak istirahatte (rest) görüntü almak için ikinci bir enjeksiyon gerekebilir. Bu görüntüler kalpteki normal kan akımı ve reversible (iskemi) ya da irreversible defekt alanları ile bunların yaygınlığını gösterir. Normal miyokard perfüzyon çalışması olan hastalar, altta yatan KAH varlığına rağmen mükemmel bir prognoza sahiptir. Normal bir stres-rest

çalışması, en az 12 aylık sürede kalp ölümü ya da MI için çok düşük (%1'den az) bir olasılık öngörür. Bu öngörü cinsiyet, yaş, semptomlar ve diğer risk faktörlerinden bağımsızdır. Öte yandan, MPS normal olmayan hastalar, kötü kardiyak olay açısından yüksek riske sahiptir (2).

MPS, fonksiyonel bir kardiyak görüntüleme yöntemi olarak kullanımı kabul görmüş bir tetkik olmakla kalmayıp aynı zamanda geniş bir kullanım endikasyonuna da sahiptir. MPS'nin başlıca endikasyonları kısaca (44):

1. Miyokardiyal iskemi veya skarın varlığı, lokalizasyonu, yaygınlığı ve şiddetinin değerlendirilmesi.
2. Anjiyografideki koroner stenozun bölgesel perfüzyona etkisinin değerlendirilmesi.
3. Miyokard canlılığının değerlendirilmesi ve revaskülarizasyon sonrası fonksiyonel düzelmenin ön görülmesi.
4. Miyokard infarktüsü sonrası ve non-kardiyak cerrahi öncesi risk ve prognoz değerlendirilmesi.
5. Koroner revaskülarizasyon işlemleri, yaşam tarzı değişikliği ve tıbbi tedavinin etkinliğinin izlenmesi.
6. İskemik kardiyomiyopatinin idiyopatik olandan ayırt edilmesi.
7. Akut göğüs ağrısı sendromlarında koroner ve koroner dışı nedenlerin ayırt edilmesidir.

1.9.1. MPS'de Kullanılan Başlıca Radyofarmasötikler

1.9.1.1. Talyum-201 (TI-201)

TI-201'un fiziksel yarı ömrü 73 saattir. TI-201 enerjileri 135 ve 167 kiloelektrovolt (keV) olan iki gama ışını yayar. Ancak emisyonunun büyük bölümünü 68-80 keV'lik X ışınları oluşturur. Talyumun fiziksel özellikleri kullanımı açısından en ciddi sınırlayıcı etkenlerdir. Düşük foton enerjisi (68-80 keV) görüntü rezolüsyonunu sınırlarken, relatif olarak uzun yarı ömrü de istenmeyen dozimetri nedeniyle verilebilecek dozu kısıtlar. Dolayısıyla düşük foton enerjisi ve düşük doz nedeniyle sayım hızı düşer ve bu durum gated Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) çalışması için uygun bir durum değildir (45).

TI-201'in miyokard hücreleri tarafından yüksek ekstraksiyon etkinliğinin olduğu bilinmektedir. Miyokard tarafından talyumun ekstraksiyonu, aktif transport

mekanizması olan Na-K adenozin trifosfataz (ATPaz) sistemi tarafından olur. Talyum, potasyuma göre miyokarddan relatif olarak daha uzun klirens zamanına sahiptir. Relatif olarak daha uzun klirens zamanı gama kameralar tarafından miyokardın görüntülenmesini kolaylaştırır. Talyum miyokardda tutulduktan sonra sabit olarak kalmaz. Sürekli olarak sistemik dolaşımdaki talyumla değişim olur. Geçici hipoperfüzyondan sonra talyumun bu değişim süreci yani redistribüsyonu, miyokardda talyumu bir denge durumuna getirir. Bu periyot sonunda hücre içi talyum konsantrasyonu normalize olur ve tüm canlı miyokard hücreleri bir denge durumuna ulaşır (45). Bu sebeple TI-201 kronik KAH olan hastalarda miyokard canlılığını belirlemede Tc-99m sestamibi ve benzer şekilde Tc-99m tetrofosmine üstünlük gösterir (46).

Akciğerlerdeki TI-201 tutulumu normalde oldukça az miktarlardadır. Ancak artmış sol atrium basıncı ve uzamış pulmoner transit zamanında artmış pulmoner talyum tutulumu görülebilir. KAH'a bağlı sol ventrikül disfonksiyonunun en iyi göstergelerinden biri de egzersiz sonrası artmış pulmoner talyum tutulumudur. Sintigrafik olarak izlenen çok sayıda kardiyak perfüzyon defekti ve yoğun pulmoner talyum tutulumu ciddi bir kardiyak problemin çok önemli bir göstergesidir (47, 48).

1.9.1.2. Teknesyum-99m (Tc-99m) ile İşaretli Ajanlar

Miyokardda tutulduktan sonra relatif olarak sabit kalan bu ajanlar, enjeksiyon sonrası görüntüleme süresinde esnek olunabilmesine (30-120 dakika) olanak sağlamaktadır. Tc-99m görüntü rezolüsyonu açısından talyuma göre daha uygun bir foton enerjisine (140 keV) sahiptir. Ayrıca Tc-99m'in yarı ömrü talyuma göre oldukça kısadır (6 saat). Bu nedenle dozimetri yönünden avantajlıdır ve daha yüksek dozlarla çalışılmasına olanak sağlar. Bu ajanlarla kullanılan dozun daha yüksek olması, foton akışında artışa ve bunun neticesinde rezolüsyonda düzelmeye neden olur ve gated SPECT yapılabilmesine olanak sağlar. Yüksek doz aynı zamanda sağ ve/veya sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun hesaplanmasına imkan sağlayan ilk geçiş akuzisyonunu kolaylaştırır. Bu ajanlarda talyumun tersine biri stres diğeri ise istirahat çalışmasında olmak üzere mutlaka iki doz verilir. Ayrıca bu ajanların karaciğer, safra kesesi ve bağırsaktaki yoğun tutulumundan kaynaklanan subdiyafragmatik yoğun aktivite, görüntü artefaktlarına yol açabilir (45).

Teknesyumlu ajanların bölgesel tutulumu canlılıktan çok bölgesel kan akımı ile ilişkilidir ve perfüzyonun ileri derecede azaldığı bölgelerde canlı dokuyu gösteremeyebilir. Tl-201 reenjeksiyon görüntülerinde reversible özellik gösteren bölgelerin %35-60'ı, teknesyumlu ajanlarla yapılan stres-rest görüntülerinde fiks defekt olarak görülür. Defektin şiddetinin sayısal özellikleri bile dikkate alınsa teknesyumlu ajanlar subendokardiyal enfarktüs ile hiberne miyokardiyumu birbirinden ayıramamaktadır (46, 49).

Teknesyumlu ajanlarla yapılan viabilite çalışmalarının duyarlılığının artırılması için istirahat çalışması nitrat uygulamasından sonra tekrarlanır (nitratın vazodilatör etkisinden faydalanılır). Nitrat sonrası çalışmada bölgesel tutulumun %10 veya daha fazla artış göstermesi revaskülarizasyon sonrası fonksiyonel düzelme olacağına dair çok önemli bir göstergedir. Ancak yine de canlılığı belirlemede, nitrat uygulanarak teknesyumlu ajanlarla yapılan çalışmaların duyarlılığı Tl-201'e göre daha düşüktür (46, 50-52).

Tc-99m Sestamibi

Lipofilik katyonik yapıda bir ajan olan Tc-99m sestamibinin hücresel tutulumu; hücre ve mitokondrial membran potansiyelleri ve Na-H antiport sistemiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Talyumdakine benzer şekilde, sestamibinin de intravenöz enjeksiyon sonrası miyokard tutulumu, miyokard kan akımı ve doku canlılığına bağlıdır. Tc-99m sestamibi, yüksek akım hızları için bazı sınırlılıkları olmasına rağmen, miyokardda bölgesel miyokardial kan akımı ile orantılı olarak tutulum göstermektedir. Tc-99m sestamibi'nin %70-90'ı hücre içerisinde mitokondriler içinde tutulmakta ve geri kalanı sitozolde bulunmaktadır (45, 47).

İstirahat döneminde enjekte edilmesinden sonra en yüksek konsantrasyonda safra kesesinde, sonra sırasıyla karaciğer, kalp, dalak ve akciğerde konsantrasyonu izlenmekte ve hepatobilier sistem ve böbreklerden atılmaktadır. Tc-99m sestamibi'nin miyokardda tutulumunun uzun süre sabit olduğu bilinmekteyse de, enjeksiyonundan 1-3 saat sonra atılıma ve kısmen redistribüsyona (yeniden dağılım) uğradığı da bildirilmektedir. Yine de bu ajanın enjeksiyonunu takiben ilk 60 dk. içerisinde klinik olarak belirgin redistribüsyonu olmadığı düşünülmektedir (53).

Tc-99m Tetrofosmin

Tc-99m tetrofosmin, ilk olarak 1996 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde satışa sunulmuştur. İntravenöz uygulama sonrası bu bileşik hızla kandan temizlenir ve kalp, iskelet kası, karaciğer, dalak ve böbreklerde kan akımı ile orantılı bir şekilde tutulum gösterir. Enjekte edilen dozun yaklaşık %1,2'si miyokardda tutulur. Tetrofosminin kalp tutulumu, retansiyonu ve kan klirensi sestamibiye benzerlik gösterir. Ancak karaciğer klirensi sestamibiden daha azdır. Tetrofosmin miyokard tutulumu sonrasında çok az redistribüsyon gösterir. Ayrıca sestamibiye göre karaciğer ekskresyonu daha erken olduğu için enjeksiyon sonrası daha erken görüntü alınabilmesine olanak sağlar (45, 54-57).

Tc-99m Teboroksim

Bu ajan talyum ve diğer teknesyum ajanlarından kimyasal olarak çok farklıdır. Teboroksim, nötral lipofilik boromik asit (BATO) bileşiğidir. Bu ajanın miyokardda tutulumu lineer tarzdadır ve diğer ajanlar gibi yüksek koroner akım hızlarında plato yapmaz. Miyokardial klirensi talyuma göre daha hızlı olan bir ajandır. Bu ajanın miyokardda redistribüsyonu yoktur. Teboroksimin ana metabolizma yeri karaciğer, ana ekskresyon yeri ise kalın bağırsaktır. Karaciğer yoğun tutulum gösterdiği için inferior duvar görüntülemesini bozabilir. Ayrıca hızla değişen radyoaktivite konsantrasyonu nedeniyle gated SPECT çalışması açısından çok uygun bir ajan değildir. Ancak miyokardda relatif olarak hızlı tutulumu ve boşalımı olduğu için stres ve rest görüntülerinin 1,5 saat gibi kısa bir sürede ard arda yapılabilmesine olanak sağlar (45).

1.9.2. MPS'de Uygulanan Stres Testleri

KAH'da koroner arter lümeninde darlık %90'a ulaşıncaya kadar istirahat debisi azalmamaktadır. Bununla beraber, koroner lümen darlığı %50'yi aştığında koroner rezerv azalmaktadır. Bu nedenle, koroner arterlerinde ciddi darlık olan hastalarda bile istirahatte miyokard kan akımı genellikle homojen dağılım göstermektedir. Buna karşın, aynı darlık derecesinde fizik egzersiz sırasında koroner rezervde azalma meydana gelir. Miyokard kan akımının uygun olarak artmaması stres sırasında miyokard kanlanması non-homojen dağılıma sebep olur. Koroner akım normal istirahat akımının 4-5 katı artış oluşturacak şekilde uyarılırsa, miyokardda farklı bölgeler arasındaki akım eşitsizliği maksimum düzeye ulaşır; öyle

ki bu durum MPS’de tanısal doğruluğun artması anlamına gelmektedir. Sonuçta, non-homojen kan dağılımı, miyokard kan akımı ile orantılı dağılım gösteren radyofarmasötik ajanlar ve stres testleri birlikte kullanılarak gösterilmektedir (58).

1.9.2.1. Egzersiz Stres Test

MPS genellikle fizik egzersizle birlikte yapılmakta olup, bu işlem için koşu bandı (treadmill) ya da sabit bir bisiklet kullanılmaktadır. Esas olarak egzersizin amacı kalbin iş yükü ile birlikte metabolik ihtiyaçlarının artırılması ve bu ihtiyaçlar karşısında koroner dolaşımın, miyokarda kan akım artışı sağlama yeteneğinin test edilmesidir (58). Hasta standart treadmill egzersiz stres testi için yolda yürüyecekmiş gibi hazırlanmalıdır. Hasta testten önce aç olmalıdır. Testten önce hastanın kullandığı bazı kardiyak ilaçlar residual etkilerinin en aza indirilebilmesi için kesilmelidir (beta blokerler 72 saat önce, kalsiyum kanal blokerleri 48-72 saat önce, uzun etkili nitratlar 12 saat önce). Bazı hastalarda bu mümkün olmayabilir. Eğer böyle bir durum varsa mutlaka not edilmelidir, çünkü beta blokerler maksimum kalp hızına ulaşmayı önleyebilir ayrıca nitratlar veya kalsiyum kanal blokerleri iskemiye gölgeleyebilir. Hasta kardiyak ilaç alırken testin negatif olması klinik açıdan iyi gidişi gösterebilir ama tanısı tartışmalıdır. Ancak bazen iskeminin önlenmesinde ilaç tedavisinin etkisini öğrenmek için tedaviye testten önce kasten devam edilebilir (59). MPS için fizik egzersizin tepe noktasında radyofarmasötik ajan intravenöz bolus enjekte edilmekte ve enjeksiyon sonrası 1-2 dk. daha aynı seviyede egzersize devam edilmektedir. Egzersiz testi sırasında “Hedef Kalp Hızı=220–Yaş (yıl)” formülünden hedef kalp hızı hesaplanmakta olup, yüksek test sensitivitesi için egzersiz düzeyinin $\geq 85\%$ olması amaçlanmaktadır (58).

1.9.2.2. Farmakolojik Stres Test

MPS’de öncelikle egzersiz testi tercih edilmesine karşın, ortopedik, nörolojik ya da periferik vasküler problemleri nedeniyle fizik egzersiz yapması uygun olmayan veya KAH’ı bilinen ya da kuşkuyla bilinen ancak egzersiz testi suboptimal değerlendirilebilecek hastalarda farmakolojik stres alternatif bir yaklaşım olarak uygulanmaktadır. Farmakolojik stres için dipiridamol ve adenosin gibi koroner vazodilatör ajanlar veya dobutamin ve arbutamin gibi pozitif inotropik ajanlar kullanılmaktadır (58).

Dipiridamol:

Dipiridamol kolaylaştırılmış adenoazin transportunu ve yıkımını inhibe ederek interstisyel endojen adenoazin seviyesini artırmaktadır. Hücre dışı seviyeleri artan adenoazin ise hücre içi siklik adenozinmonofosfat (cAMP) seviyesini artırarak koroner vazodilatasyon oluşturmaktadır. Dipiridamol 0,142 mg/kg/dk sabit hızda 4 dk süreyle verilmekte olup, MPS ajanı ise infüzyonun 7.dk'sında enjekte edilir (58). Dipiridamolün plazma yarı ömrü 15-30 dakikadır. Ksantin içeren ilaçlar dipiridamolün etkisini bloke ettiğinden testten önce kesilmesi gerekir. Oral ve intravenöz olarak kullanılabilir ancak oral uygulamada maksimum etki ve sonuçları değişken olduğu için intravenöz formu tercih edilir. Dipiridamolün ciddi yan etkisi nadirdir (60). En sık görülen yan etkiler epigastrik ağrı, göğüs ağrısı, sıcaklık hissi, bulantı, baş dönmesi ve baş ağrısıdır (58). Yan etki gelişmesi halinde antidot olarak aminofilin (teofilin) kullanılır. Ancak dipiridamol kullanılan hastaların ancak %10-30'unda aminofilin ihtiyacı söz konusudur (60). Astım veya kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOA) olanlarda, bronkospazm riskini artırması; hipotansiyonu olanlarda, daha ciddi hipotansiyon geliştirmesi nedeniyle dipiridamol kontrendikedir. Kararsız anjinası olan veya yeni MI geçirmiş olgularda, risk/yarar oranı dikkate alınmalıdır (58).

Adenoazin:

Farmakolojik stres testinde kullanımı giderek artmakta olup dipiridamolün yerini almaya başlamıştır. Düşük dozlarda vagal inhibisyona ve kalp hızında artışa sebep olurken, yüksek dozlarda sinüs ve atrioventriküler nod iletimini inhibe ederek bradikardi ve atrioventriküler blok oluşturur. 140 µg/kg/dk i.v. infüzyon dozunda koroner kan akımını bazal seviyenin 4 katından fazla artırır. Adenoazin 140 µg/kg/dk sabit hızda 6 dk süreyle verilmekte olup, MPS ajanı infüzyonun 3. veya 4.dk'sında enjekte edilir. Biyolojik yarı ömrünün çok kısa (2-10 sn) olması nedeniyle, infüzyonun kesilmesini takiben 1-2 dk içerisinde vazodilatasyon ve yan etkilerin hızlı kontrolü mümkündür. Yan etkileri dipiridamolün yan etkileri ile benzer olup aminofilin ile giderilebilmektedir. Adenoazin 2. veya 3.derece atrioventriküler bloğu olan hastalarda kontrendikedir. Astım veya KOA'ı olanlarda farmakolojik stres için dobutamin tercih edilmelidir. Hipotansiyon rölatif bir kontrendikasyondur. Hasta

sinüs sendromu olanlar adenozin stres uygulaması için yüksek risk grubunu oluşturmaktadır (58).

Dobutamin:

Dobutamin, kalp hızını ve miyokard kontraktilitesini artıran bir ilaçtır. Yeterli düzeydeki yüksek dozlarda sistolik kan basıncını da artırır. Kalp kasılma gücünde, kalp hızında ve sistolik kan basıncındaki artış miyokardın oksijen gereksinimini artırmaktadır. Koroner arter darlığında miyokarda gelen oksijen gereksinimi karşılayamayacak ve iskemi oluşacaktır. Dobutamin infüzyonu 5 µg/kg/dk doz ile başlanarak ve her 3 dk'da bir 5 µg/kg/dk'lık artışlarla maksimum doz 40 µg/kg/dk olacak şekilde, vital bulgu ve EKG takibi ile uygulanmaktadır. Biyolojik yarı ömrü kısa olup (120 sn) oluşabilecek yan etkiler infüzyonun kesilmesiyle kontrol altına alınabilmektedir. Dobutamin, egzersiz stres testi yapamayan ve dipiridamol ve adenozin kontrendike olan hastalarda tercih edilir. Yan etki olarak çarpıntı hissi ve nefes darlığı olabilmektedir. Nadiren ventriküler taşikardi, supraventriküler taşikardi ve atrial fibrilasyon da görülebilmektedir. Oluşan yan etkiler için metoprolol kullanılmaktadır (58, 60).

1.9.3. Görüntüleme Yöntemi

1.9.3.1. Planar Görüntüleme

Planar görüntülemede görüntüler en az 3 standart projeksiyonda alınır. Bunlar, anterior, sol anterior oblik ve sol lateral görüntülerdir. Abdominal atenüasyonu azaltmak için tercihen sağ lateral dekübitüs görüntüsü ve kalbin normal yerleşimi dışında olduğu durumlarda ilave görüntüler alınabilir. Görüntülemede düşük enerjili genel amaçlı (LEGP) veya düşük enerjili yüksek çözünürlüklü (LEHR) kollimatörler kullanılabilir. Görüntüleme sırasında kollimatör hastanın göğüs duvarına mümkün olan en yakın mesafede olmalıdır. Hasta stres ve istirahat görüntüleri karşılaştırılabilir bir şekilde konumlandırılmalıdır. Tanısal değeri olan görüntüler elde edilmesi için her bir pozisyonda en az 600000 (tercihen 1000000) sayım alınmalıdır (61).

1.9.3.2. SPECT Görüntüleme

SPECT görüntüleme için kalite kontrolü planar görüntülemeye göre oldukça önemli olup görüntü kalitesi açısından kollimatörler ve fotomultiplier tüplerinin üniformitesi ve COR (center of rotation) kontrolü belirli zaman aralıklarıyla

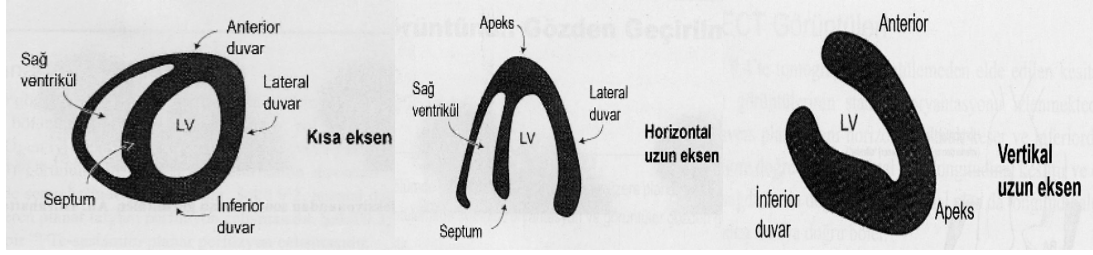
yapılması gereken işlemlerdir. Tl-201’de genel amaçlı kollimatör, Tc-99m işaretli ajanlarda ise yüksek rezolüsyonlu kollimatör kullanılır. Görüntüler, kullanılan gama kameranın teknik özelliklerine göre, 180 veya 360 derecelik yörünge kullanılarak elde edilebilir. Her iki kol görüntü alanından uzaklaştırılmalıdır. Görüntüleme genellikle supin, gerekli olduğunda pron pozisyonunda yapılır. Atenüasyona bağlı artefaktları azaltmak için atenüasyon düzeltmesi kullanılabilir. Akciğer tutulumunu değerlendirmek ve akciğer/kalp oranını hesaplamak için ek planar anterior görüntü alınabilir. Görüntüleme sırasında 64x64 matriks tercih edilir (62).

Talyumlu görüntülemelerde rest-redistribüsyon çalışmasında 2-4 milicurie (mCi) talyum enjeksiyonunu takiben 5-7. dakikada ilk görüntü, 3-4 saat sonra ise redistribüsyon görüntüsü alınırken, rest-reenjeksiyon çalışmasında ise görüntüleme zamanları aynı olmakla birlikte toplam dozun 1-1,5 mCi’si geç görüntü öncesi yapılır (63).

Tc-99m sestamibi ile yapılan görüntüleme yönteminde ise talyumdan farklı olarak tek gün ve çift gün olmak üzere iki farklı protokol kullanılır. Tek gün protokolü klinisyenin tercihinine göre önce stres veya önce rest şeklinde yapılabilmektedir. Tek gün protokolünde iki çekim arasında 3-4 saat ara verilmek şartıyla ilk çekim stres ise 10-15 mCi, rest ise 8-12 mCi; ikinci çekim stres ise 22-25 mCi, rest ise 25-30 mCi Tc-99m sestamibi enjeksiyonu yapılır. Görüntülemeye alınma süresi ise stres çekimi için 30-60 dk, rest görüntülemesi için ise 60-90 dk’dır. Çift gün protokolünde ise stres ve rest çekimleri iki farklı günde gerçekleştirilir ve tek gün protokolünden farklı olarak stres ve rest çalışmasının her ikisi için de 20-30 mCi Tc-99m sestamibi enjeksiyonu yapılır (61).

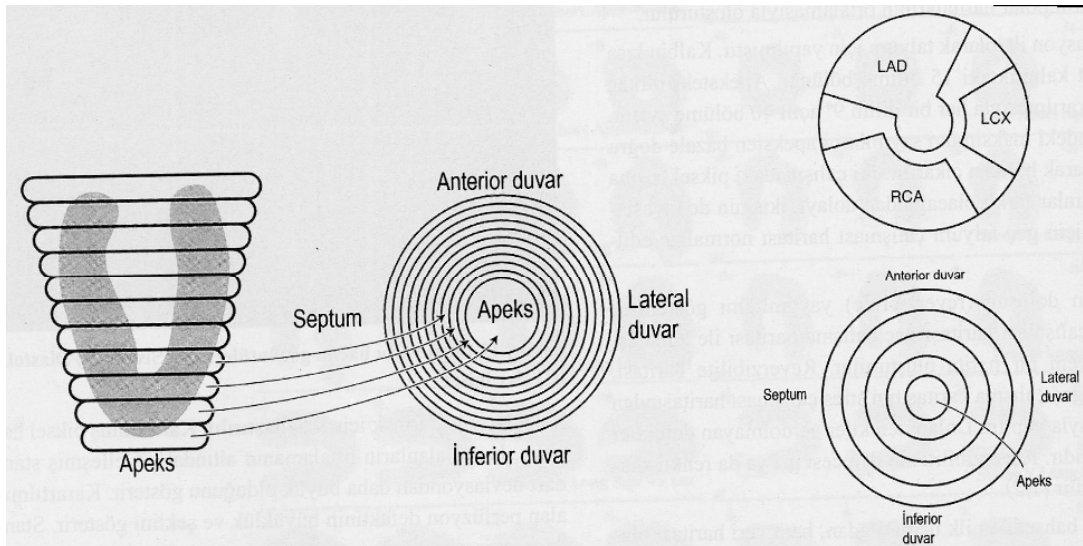
1.9.4. Görüntü Analizi ve Değerlendirme

SPECT görüntüleri değerlendirmeye alınmadan önce elde edilen ham imajların özel bilgisayar programları yardımıyla short axis (kısa eksen), horizontal long axis (horizontal uzun eksen) ve vertikal long axis (vertikal uzun eksen) kesitleri oluşturulmaktadır. Kısa eksen apeksten bazale doğrudur ve kalbin transvers kesiti ile eşittir. Horizontal uzun eksen kesitleri inferiordan superiora (anterior) doğru olmak üzere kalbin inferior yüzeyine paraleldir. Vertikal uzun eksen kesitleri ise kalbi longitudinal olarak sağdan sola doğru böler ve septumdan lateral duvara doğrudur (Şekil 4) (64).



Şekil 4: Ventrikül duvarlarının SPECT kesitlerinde şematik görünümü.

Ayrıca kalbin apeksten bazale kadar olan kısa eksen kesitlerinin üst üste eklenmesi ile elde edilen ve tüm kısa eksen kesitlerinin birlikte değerlendirilmesine olanak sağlayan polar haritası ya da boğa gözü haritası (bull's eye) kullanılır. Ayrıca bu polar harita üzerinde koroner arter kanlanma bölgeleri de şematik olarak gösterilebilir (Şekil 5) (59).

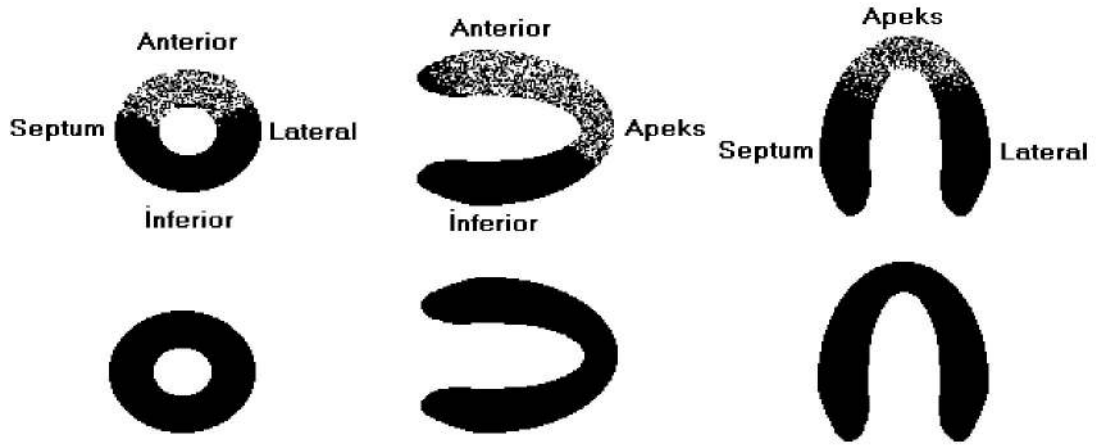


Şekil 5: Short aksis kesitlerinden polar harita elde edilmesi ve polar harita üzerinde koroner arter dağılımının şematik görünümü.

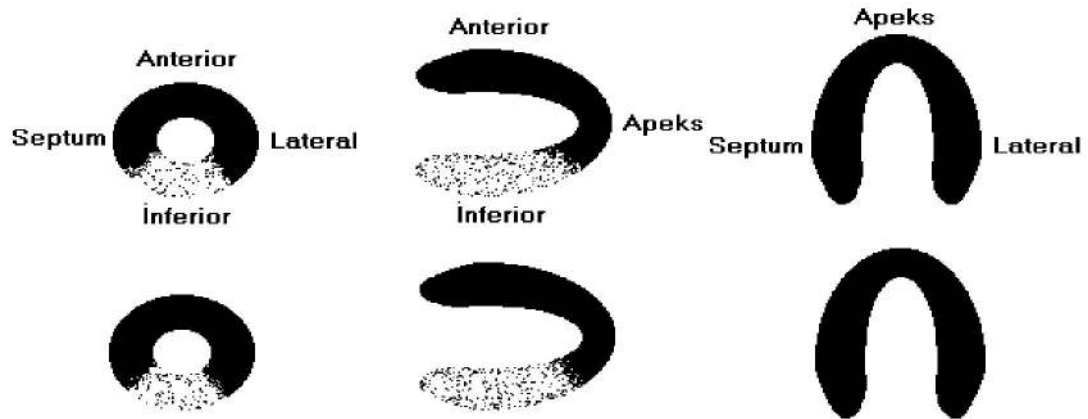
Bu şekilde elde edilen kesitsel görüntüler talyum için rest-redistribüsyon/reenjeksiyon, Tc-99m sestamibi için ise stres-rest görüntüleri birlikte değerlendirilecek şekilde mümkünse tek bir ekranda toplanır ve hastaya ait tüm görüntüler karşılaştırma yapılarak değerlendirmeye alınır (64).

Verilen radyofarmasötik ajanın sol ventrikül duvarlarında miyokardda homojen tutulum göstermesi ‘normal’ olarak değerlendirilir. Miyokardın herhangi bir bölgesinde radyofarmasötik ajan daha az tutuluyorsa bu bir “defekt” olarak

değerlendirilir. Radyofarmasötik ajanla miyokardda egzersiz ile oluşmuş defektleri değerlendirmek için egzersiz sonrası elde edilen görüntüler, istirahat döneminde elde edilen görüntülerle görsel ve sayısal olarak karşılaştırılır. Egzersiz sonrası elde edilen MPS görüntülerinde izlenen bir perfüzyon defekti istirahatte alınan görüntülerde izlenmiyorsa bu durum “redistribüsyon=yeniden dağılım” veya “reverzibilite=geri dönüş” olarak tanımlanmaktadır. Aksine hem stres hem de istirahat döneminde alınan MPS görüntülerinde defekt boyutunda değişiklik olmadan izleniyorsa bir “sabit” defekt söz konusudur. Miyokardda bir perfüzyon defektinde istirahat dönemi görüntülerinde redistribüsyon veya reverzibilite bulunması “iskemi”yi göstermekte iken (Şekil 6), belirgin redistribüsyon veya reverzibilite izlenmemesi “fibrotik dokuskar” (MI) anlamına gelmektedir (Şekil 7) (58).



Şekil 6: Sol ventrikül anterior ve apikal duvarda reversible perfüzyon (noktalı alanlar hipoperfüze, düz siyah alanlar normal perfüze bölge) defekti (iskemi).



Şekil 7: Sol ventrikül inferior duvarda fiks defekt (MI)

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmaya; Fırat Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'na koroner arter hastalığı şüphesi ile takip edilen ve miyokard perfüzyon sintigrafisi pozitif çıkarak koroner anjiyografiye alınan 30 olgu ile BT anjiyografisi pozitif çıkarak koroner anjiyografiye alınan 30 olgu olmak üzere toplam 60 hasta dahil edildi. Bu hastalar, çalışma öncesinde ve/veya çalışma süresince rutin takipleri ve tedavileri sırasında endikasyon gereği bu tetkikleri yapılmış veya çalışma süresince yapılan hastalardan seçildi.

Hastalar yapılacak tetkik hakkında bilgilendirildi ve onam formu alındı. Hastaların demografik bilgileri, şikayeti ve kardiovasküler risk faktörleri (yaş, obezite, sigara kullanımı, hipertansiyon, hiperlipidemi, diyabet, aile hikayesi) açısından anamnezleri alındı.

Miyokard perfüzyon sintigrafisi, Fırat Üniversitesi Hastanesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda yapıldı.

Hastalarda beta blokerler ve kalsiyum kanal blokerleri testten 48-72 saat, nitratlar ise 12 saat önceden kesildi. Görüntüleme işlemi hastalar aç halde iken yapıldı. Ancak hem stres hem de rest görüntülemesinde, safra kesesinin boşaltılması amacıyla, radyofarmasötik enjeksiyonundan yaklaşık 15 dakika sonra hastalara süt ve çikolata yedirildi/içirildi. Hastalara tek gün protokolüne göre stres ve rest olmak üzere iki aşamalı MPS yapıldı. Stres çekimi için 10 mCi, rest çekimi için ise 25 mCi intravenöz Tc-99m sestamibi enjekte edildi. Stres çekimi sonrası yapılacak rest çekimi için hasta en az 4 saat dinlendirildi.

Hastalara egzersiz stres testi, 12-lead EKG ile monitorize edilerek standart Bruce protokolüne göre semptom sınırlı olarak treadmill eşliğinde yapıldı. Tahmini maksimum kalp hızının %85'ine ulaşıldığında Tc-99m sestamibi (Mon.Mibi.Kit, Monrol, Turkey) enjeksiyonu yapılarak egzersize bir dakika daha devam edildi ve stres test sonlandırıldı.

Sintigrafik çalışmada cihaz olarak GE Infinia2 marka çift başlıklı SPECT gama kamera (GE Medical Systems, Israel), kolimatör olarak da paralel delikli düşük enerjili yüksek çözünürlüklü kolimatör kullanıldı. Stres çekimlerinde hasta sırtüstü ve yüzüstü, rest çekimlerinde ise hasta sırtüstü pozisyonda yatarak, 45 derece sağ anterior-oblikten başlayarak 45 derece sol posterior-oblikte tamamlanacak şekilde

180 derecelik SPECT görüntülemesi yapıldı. Ham datalar hem sırtüstü hem yüzüstü stres görüntüleri için her 3 derecede 25 saniyeden, rest görüntüleri için ise her 3 derecede 20 saniyeden olmak üzere toplam 60'ar imaj olacak şekilde ve 64x64 matrikste alındı. Daha sonra gama kamera sisteminin Xeleris çalışma istasyonunda Myovation programı kullanılarak ham imajların short axis (kısa eksen), horizontal long axis (horizontal uzun eksen) ve vertikal long axis (vertikal uzun eksen) kesitleri oluşturuldu. Böylece stres ve rest miyokard perfüzyon görüntüleri elde edilerek bu görüntüler iskemik doku açısından vizüel olarak değerlendirildi ve hafif, orta ve şiddetli olarak sınıflandırıldı. Lezyonlar; stres görüntüsünde küçük bir alanda iken rest görüntüsünde izlenmediği durumda hafif, stres görüntüsünde büyük bir alanda iken rest görüntüsünde izlenmediği durumda orta ve hem stres hem de rest görüntüsünde lezyon mevcudiyetinde ise şiddetli kabul edildi.

Hastaların BT anjiyografi tetkikleri Fırat Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda, 64 kesitli multislice BT cihazı (Toshiba Aquilion 64, Japan) kullanılarak yapıldı. Görüntülemede enerji düzeyi olarak 100 kg'dan düşük ağırlıktaki hastalarda 120kV-400mA, 100kg ve üzeri hastalarda 135kV-400mA kullanıldı ve kesit kalınlığı 0,5mm olacak şekilde kesitler alındı. Koroner damarlarda izlenen lezyonlar vizüel olarak değerlendirilerek bazı hastalarda direk olarak hafif, orta ve şiddetli olarak; bazı hastalarda ise yüzde olarak rapor edildi. Yüzde olarak rapor edilen hastaların lezyonları ise daha sonra %50 ve altı hafif, %50-70 arası orta ve %70 üzerinde ise şiddetli olarak sınıflandırıldı.

Hastaların koroner anjiyografileri Fırat Üniversitesi Hastanesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'nca Integris-Allura 120 kM mA T05098 (Philips, Eindhoven, Netherlands) cihazı ile yapıldı. Anjiyografi femoral arter ponksiyonu ile standart 6 F Judkins sağ ve sol kateterler kullanılarak yapıldı. Radyoopak olarak Omniopak 350 (İohexol, Amersham Health, Ireland) kullanıldı. Sol koroner sistemi için en az dört, sağ koroner sistemi için en az iki projeksiyonda görüntü alınıp dijital hafızaya kaydedildi. Koroner arterlerde izlenen lezyonlar, bazı hastalarda tecrübelerle dayanılarak vizüel olarak değerlendirilirken, şüpheli lezyonlar için "Automated Coronary Analysis" bilgisayar yazılımı kullanılarak dijital hafıza üzerinden kantitatif koroner ölçümler yapıldı. Gerçek koroner arter lümen genişliği değerini elde etmek için de kateter çapından faydalanılarak kalibrasyon yapıldı. Daha sonra

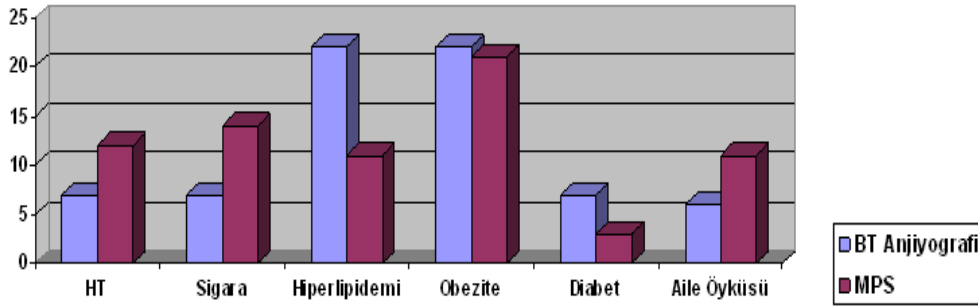
saptanan bu lezyonlar; %50 ve altı hafif, %50-70 arası orta ve %70 üzerinde ise şiddetli olarak sınıflandırıldı.

Sirkumfleks, sağ ana koroner ve sol ön inen arterde izlenen lezyonlar hafif, orta ve ciddi olarak damarsal bazda ve ayrıca iskemi, hafif-orta derecede iskemi ve ciddi iskemi mevcudiyeti açısından hasta bazında sınıflandırma yapıldı. Bu sınıflamaya göre koroner anjiyografi sonuçlarıyla hem BT anjiyografi hem de MPS sonuçları ki kare ve Fischer'in kesin ki kare testi kullanılarak karşılaştırıldı. İstatistiksel sonuçlardan $p<0,05$ olanlar anlamlı kabul edildi. Ayrıca koroner anjiyografi baz alınarak BT anjiyografi ve MPS tetkiklerinin sensitivite, spesifite, doğruluk ve pozitif ve negatif prediktif değerleri hesaplandı.

3. BULGULAR

Çalışmamıza aldığımız 30 kadın hastanın yaş ortalaması 54,1 yıl (yaş aralığı: 28-79), 30 erkek hastanın yaş ortalaması ise 51,3 yıl (yaş aralığı: 19-73) idi.

BT anjiyografi-koroner anjiyografi ve MPS-koroner anjiyografi şeklinde tanımlanan 30'ar kişilik hasta gruplarına ait kardiyovasküler risk faktörlerinin varlığı Şekil 8'de verilmiş olup her iki grupta da en fazla izlenen risk faktörünün obezite olduğu (BT anjiyografi-koroner anjiyografi grubunda 22/30 hasta, MPS-koroner anjiyografi grubunda 21/30 hasta) dikkati çekmiştir.



Şekil 8: BT anjiyografi ve MPS hasta gruplarındaki kardiyovasküler risk faktörleri izlenen hasta sayıları.

BT-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, Cx ve RCA koroner arter lezyonlarının ciddiyetine göre hafif, orta ve şiddetli şeklinde Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1: BT-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, Cx ve RCA'da izlenen lezyonların şiddetine göre hasta dağılımı.

	BT Anjiyografi				Koroner Anjiyografi			
	LAD	Cx	RCA	Toplam	LAD	Cx	RCA	Toplam
Normal	6	11	6	23	11	17	10	38
Hafif	5	7	10	22	11	6	12	29
Orta	10	7	8	25	4	1	3	8
Şiddetli	9	5	6	20	4	6	5	15
Toplam	30	30	30	90	30	30	30	90

MPS-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, Cx ve RCA koroner arterler de aynı şekilde, lezyonların ciddiyetine göre hafif, orta ve şiddetli şeklinde Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2: MPS-Koroner anjiyografi hasta grubuna ait LAD, Cx ve RCA’da izlenen lezyonların şiddetine göre hasta dağılımı.

	MPS				Koroner Anjiyografi			
	LAD	Cx	RCA	Toplam	LAD	Cx	RCA	Toplam
Normal	16	18	15	49	18	23	23	64
Hafif	12	12	14	38	9	4	7	20
Orta	1	0	1	2	0	2	0	2
Şiddetli	1	0	0	1	3	1	0	4
Toplam	30	30	30	90	30	30	30	90

BT anjiyografi, LAD lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların LAD lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 3’de verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre $p: 0,271$ ($p < 0,05$ anlamlı kabul edilmiştir) olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 3: LAD lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.

	Koroner Anjiyografi-LAD					TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
BT-LAD	Normal	5(%16,7)	0(%0)	0(%0)	1(%3,3)	6(%20)
	Hafif	2(%6,7)	2(%6,7)	1(%3,3)	0(%0)	5(%16,7)
	Orta	3(%10)	5(%16,7)	1(%3,3)	1(%3,3)	10(%33,3)
	Şiddetli	1(%3,3)	4(%13,3)	2(%6,7)	2(%6,7)	9(%30)
TOPLAM		11(%36,7)	11(%36,7)	4(%13,3)	4(%13,3)	30(%100)

BT anjiyografi, Cx lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların Cx lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 4’de verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre p : 0,08 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 4: Cx lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.

		Koroner Anjiyografi-Cx				TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
BT-Cx	Normal	9(%30)	1(%3,3)	0(%0)	1(%3,3)	11(%36,7)
	Hafif	4(%13,3)	1(%3,3)	0(%0)	2(%6,7)	7(%23,3)
	Orta	2(%6,7)	4(%13,3)	0(%0)	1(%3,3)	7(%23,3)
	Şiddetli	1(%3,3)	0(%0)	2(%6,7)	2(%6,7)	5(%16,7)
TOPLAM		16(%53,3)	6(%20)	2(%6,7)	6(%20)	30(%100)

BT anjiyografi RCA lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların RCA lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 5’de verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre p : 0,271 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

Tablo 5: RCA lezyonları açısından BT anjiyografi-koroner anjiyografi karşılaştırması.

		Koroner Anjiyografi-RCA				TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
BT-RCA	Normal	2(%6,7)	3(%10)	1(%3,3)	0(%0)	6(%20)
	Hafif	4(%13,3)	4(%13,3)	0(%0)	2(%6,7)	10(%33,3)
	Orta	2(%6,7)	3(%10)	1(%3,3)	2(%6,7)	8(%26,7)
	Şiddetli	1(%3,3)	3(%10)	1(%3,3)	1(%3,3)	6(%20)
TOPLAM		9(%30)	13(%43,3)	3(%10)	5(%16,7)	30(%100)

MPS, LAD lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların LAD lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 6’da verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre p : 0 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ancak hastalar diabeti olan ve olmayan şeklinde gruplandırıldığında ve bu hasta gruplarında da aynı şekilde karşılaştırma yapıldığında diabeti olmayanlarda p : 0 ile yine uyum izlenirken, diabeti olan hastalarda p : 0.083 ile istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunamamıştır.

Tablo 6: LAD lezyonları açısından MPS -koroner anjiyografi karşılaştırması.

		Koroner Anjiyografi-LAD				TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
MPS- LAD	Normal	16(%53,3)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	16(%53,3)
	Hafif	2(%6,7)	9(%30)	0(%0)	1(%3,3)	12(%40)
	Orta	0(%0)	0(%0)	0(%0)	1(%3,3)	1(%3,3)
	Şiddetli	0(%0)	0(%0)	0(%0)	1(%3,3)	1(%3,3)
TOPLAM		18(%60)	9(%30)	0(%0)	3(%10)	30(%100)

MPS, Cx lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların RCA lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 7’de verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre p : 0,256 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ancak hastalar diabeti olan ve olmayan şeklinde gruplandırıldığında ve bu hasta gruplarında aynı karşılaştırma yapıldığında diabeti olanlarda p : 0,237 iken olmayanlarda p : 0,08 olarak bulunmuştur. Her ne kadar her iki grupta da karşılaştırmalar istatistiksel olarak anlamlı olmasa da p değeri oran olarak diabeti olmayan hasta grubunda MPS-koroner anjiyografi tetkikleri daha uyumlu bulunmuştur.

MPS, RCA lezyonları açısından koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve hastaların RCA lezyonlarına göre dağılımı ve yüzdeleri Tablo 8’de verilmiştir. Bu karşılaştırma, yapılan ki kare testine göre p : 0,033 olup istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 7: Cx lezyonları açısından MPS -koroner anjiyografi karşılaştırması.

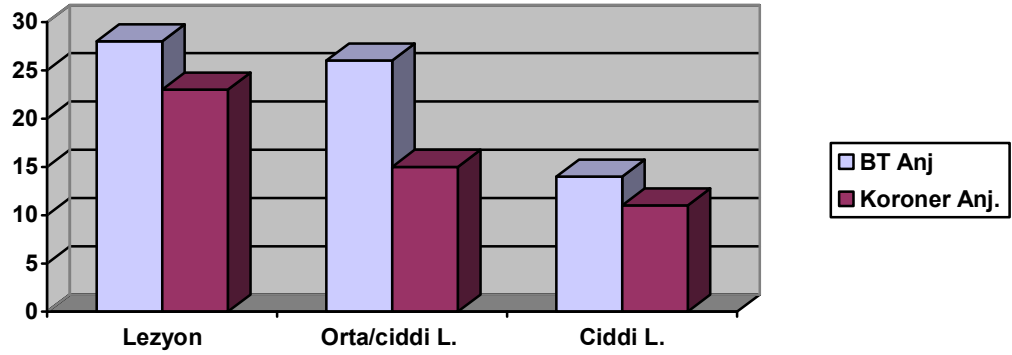
		Koroner Anjiyografi-Cx				TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
MPS-Cx	Normal	14(%46,7)	3(%10)	0(%0)	1(%3,3)	18(%60)
	Hafif	9(%30)	1(%3,3)	2(%6,7)	0(%0)	12(%40)
	Orta	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)
	Şiddetli	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)
TOPLAM		23(%76,7)	4(%13,3)	2(%6,7)	1(%3,3)	30(%100)

Yine aynı şekilde hastalar diabeti olan ve olmayan şeklinde gruplandırıldığında ve bu hasta gruplarında aynı karşılaştırma yapıldığında diabeti olanlarda p : 0,223 iken olmayanlarda p : 0,114 olarak bulunmuş ve diabeti olmayan hasta grubunda MPS ve koroner anjiyografi tetkikleri arasındaki uyum oranı daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Ayrıca hastalar obezitesi olan ve olmayan şeklinde gruplandırılarak MPS ve koroner anjiyografi tetkikleri arasında karşılaştırma yapıldığında ise, obezitesi olanlarda p : 0,237 ile istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç çıkmazken obezitesi olmayanlarda p : 0,04 ile anlamlı bir sonuç elde edilmiştir.

Tablo 8: RCA lezyonları açısından MPS -koroner anjiyografi karşılaştırması.

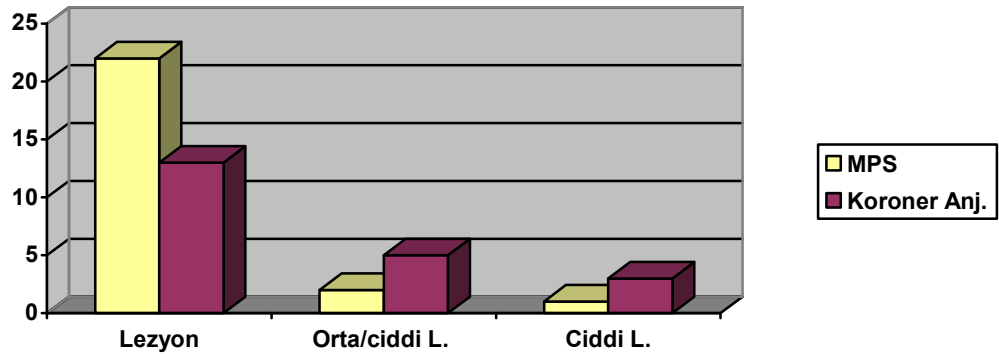
		Koroner Anjiyografi-RCA				TOPLAM
		Normal	Hafif	Orta	Şiddetli	
MPS-RCA	Normal	14(%46,7)	1(%3,3)	0(%0)	0(%0)	15(%50)
	Hafif	9(%30)	5(%16,7)	0(%0)	0(%0)	14(%46,7)
	Orta	0(%0)	1(%3,3)	0(%0)	0(%0)	1(%3,3)
	Şiddetli	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)	0(%0)
TOPLAM		23(%76,7)	7(%23,3)	0(%0)	0(%0)	30(%100)

BT anjiyografi ve MPS tetkikleri, ana koroner arter lezyonlarının şiddetinin yanında, hastalarda lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon mevcudiyeti açısından da koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmıştır. Buna göre BT anjiyografi-koroner anjiyografi hasta grubunun tetkikleri; lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon varlığı ve yokluğu açısından Şekil 9’da özetlenmiştir.



Şekil 9: BT-Koroner anjiyografi hasta grubunda lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon saptanan hastaların toplam hasta sayısına oranı.

Aynı şekilde MPS-koroner anjiyografi hasta grubunun tetkikleri de; lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon varlığı ve yokluğu açısından Şekil 10’da özetlenmiştir.



Şekil 10: MPS-Koroner anjiyografi hasta grubunda lezyon, orta/ciddi lezyon ve ciddi lezyon mevcudiyeti.

BT ve koroner anjiyografi tetkikleri, hastalarda lezyon varlığına göre karşılaştırılmış ve yapılan ki kare testine göre $p: 0,003$ ($p < 0,05$ anlamlı) olup istatistiksel olarak bu tetkikler uyumlu bulunmuştur. Aynı şekilde MPS ve koroner

anjiyografi tetkikleri karşılaştırılmış ve ki kare testine göre p : 0,004 olup bu karşılaştırmada da tetkikler arasında istatistiksel uyum izlenmiştir.

Hastalardaki orta-ciddi lezyon varlığına göre BT ve koroner anjiyografi tetkikleri karşılaştırıldığında p : 0,222 ile istatistiksel uyum izlenmezken, MPS ve koroner anjiyografi tetkikleri karşılaştırıldığında p : 0,001 ile istatistiksel uyum bulunmuştur.

Hastalardaki ciddi lezyon varlığına göre BT ve koroner anjiyografi tetkikleri karşılaştırıldığında p : 0,510 ile orta-ciddi lezyon varlığı açısından yapılan karşılaştırmada olduğu gibi istatistiksel uyum çıkmazken, MPS ve koroner anjiyografi tetkikleri karşılaştırıldığında p : 0,002 ile istatistiksel olarak yine uyum bulunmuştur.

Ayrıca MPS ve BT anjiyografi tetkiklerinin sensitivite, spesifite, doğruluk, pozitif ve negatif prediktif değerleri hem hasta bazında hem de koroner arterler bazında hesaplandı. Tablo 9’da hasta bazında bulunan sonuçlar; Tablo 10 ve 11’de ise LAD, Cx ve RCA olmak üzere koroner arterler bazında bulunan sonuçlar özetlenmiştir.

Tablo 9: MPS ve BT anjiyografi tetkiklerinin hasta bazında değerlendirilmesi.

	Sensitivite	Spesifite	Doğruluk	Poz.Pre.Değ.	Neg.Pre.Değ.
MPS	%100	%47	%70	%59	%100
BT Anj.	%100	%28	%83	%82	%100

Tablo 10: MPS tetkikinin koroner arterler bazında değerlendirilmesi.

Miyokard Perfüzyon Sintigrafisi					
	Sensitivite	Spesifite	Doğruluk	Poz.Pre.Değ.	Neg.Pre.Değ.
LAD	%100	%88	%93	%85	%100
Cx	%50	%63	%60	%33	%78
RCA	%86	%61	%67	%40	%93
Genel	%81	%70	%73	%54	%90

Tablo 11: BT Anjiyografi tetkikinın koroner arterler bazında değerlendirilmesi.

	BT Anjiyografi				
	Sensitivite	Spesifite	Doğruluk	Poz.Pre.Değ.	Neg.Pre.Değ.
LAD	%95	%50	%80	%79	%83
Cx	%86	%62	%73	%66	%83
RCA	%81	%22	%63	%70	%33
Genel	%87	%49	%72	%72	%71

4. TARTIŞMA

Günümüzde ölümlerin en sık nedenlerinden biri kalp damar hastalıkları olup bunların büyük bölümü ise koroner arter hastalığına bağlıdır. Koroner arter hastalığının oldukça yaygın görülmesi, hayati risk oluşturmaları ve tanı konulduğu takdirde tedavi edilebilir olması, bu hastalığın tanısını daha da önemli kılmaktadır.

Koroner anjiyografi, invaziv bir yöntem olmakla birlikte koroner arter hastalıklarının değerlendirilmesinde günümüzde halen altın standart olarak kabul edilmektedir ve koroner arter hastalığının tanısını koymakta, patogenezi anlamakta ve doğal seyrini takipte önemli ve kabul görmüş bir işlemdir (21).

Koroner anjiyografiden, koroner arter hastalığı dışında, koroner arterlerin konjenital anomalilerinin ve koroner arteriovenöz fistüllerin ortaya çıkarılmasında da faydalanılmaktadır. Koroner anjiyografinin en önemli avantajı ise yüksek spasiyal ve temporal rezolüsyonun yanı sıra aynı seansta tedavi edici girişimlerin de uygulanabilir olmasıdır. Ayrıca intravasküler ultrason veya optik koherans tomografi ile veya akım/basınç ölçümleri yapılarak darlıkların hemodinamik açıdan değerlendirilmesi yapılabilmektedir (21-23).

Kateter koroner anjiyografi, invaziv bir yöntemdir ve nadir olmakla beraber ciddi ve hatta ölüme yol açabilecek komplikasyonlara neden olabilmektedir (toplam komplikasyon oranı %1,8, mortalite %0,1) (22, 23). Ayrıca kateterizasyon; ön hazırlık, hospitalizasyon ve işlem sonrası takip gibi hasta için sıkıntılı işlemler gerektirmektedir. Daha da önemlisi tanısal amaçla yapılan kateter anjiyografi incelemelerinin, en iyi ihtimalle en az %20-30'unda anlamlı koroner arter darlığı saptanmamakta ve ancak hastaların %30'unda aynı esnada girişimsel tedavi yaklaşımı uygulanmaktadır (27). Bu nedenle koroner arter hastalığının tanısı ve tedavisi açısından koroner anjiyografi her ne kadar gold standart yöntem olsa da invaziv bir yöntem olması nedeniyle, öncesinde sağlıklı bireylerin non-invaziv tetkiklerle belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Miyokard perfüzyon sintigrafisi ve BT anjiyografi tetkiklerinin her ikisi de bu amaçla kullanılan yöntemler olup koroner arter hastalığının non-invaziv tanısı açısından kabul görmüş başlıca tetkiklerdir (65).

BT anjiyografi minimal invaziv bir girişimle koroner arter tıkanıklıklarının saptanmasına olanak sağlayan yeni ve giderek yaygınlaşan bir yöntemdir (66). BT anjiyografi, non-invaziv olduğu ve çok hızlı olarak yapılabildiği için hasta açısından

son derece konforlu olup hospitalizasyon da gerektirmemektedir. Bunun yanında BT anjiyografi konvansiyonel anjiyografi gibi yalnızca lümen bilgisi vermekle kalmayıp, aynı zamanda damar duvarının değerlendirilmesi, plak karakterinin belirlenmesi ve kritik darlık olmayan durumlarda, damar duvarındaki aterosklerotik değişikliklerin gösterilmesine de olanak sağlamaktadır (29-33).

Yakın zamanda Stein ve arkadaşlarının yayınladıkları bir metaanalizde; değerlendirilebilen koroner arter yüzdesi 4-kesitli BT’de %78, 16-kesitli BT’de %91 ve 64-kesitli BT’de %100 olarak bildirilmiştir. 16-kesitli BT ile yapılan çalışmalarda kritik stenozun belirlenmesinde ortalama sensitivite ve spesifite oranları sırasıyla %95 ve %84 olarak saptanmıştır (67). Stenoz ne kadar proksimalde ise ve stenozun derecesi ne kadar yüksek ise BT anjiyografinin lezyonu tespit etmesi o kadar yüksektir. Hoffman ve arkadaşları, 16-kesitli BT ile yaptıkları çalışmada proksimal segmentlerdeki stenoz değerlendirmesinde sensitivite ve spesifiteyi sırasıyla %93 ve %94 olarak bulmuşlardır. Aynı çalışmada 530 segmentin değerlendirildiği tüm segmentlere yönelik stenoz belirlemesinde ise sensitiviteyi %63, spesifiteyi %96, pozitif prediktif değeri %64 ve negatif prediktif değeri %96 olarak bulmuşlardır (68). Yine daha önce yapılmış olan diğer çalışmalarda da benzer şekilde BT anjiyografinin sensitivitesi %71-%95 spesifitesi ise %86-%98 olarak bildirilmiştir (69-71).

Çalışmamızda ise BT anjiyografi tetkikinin hasta bazında sensitivitesi %100, spesifitesi %28, doğruluğu %83, pozitif prediktif değeri %82, negatif prediktif değeri ise %100 olarak bulunmuştur. Ancak hasta bazında yapılan karşılaştırmada istatistiksel açıdan vaka sayısı yetersiz kalmış ve ayrıca BT anjiyografileri normal çıkan büyük bir hasta grubu algoritma gereği ve etik nedenlerle koroner anjiyografiye alınmadığı için çalışmaya dâhil edilememiştir. Muhtemelen bu nedenlerle spesifite olması gerekenden daha düşük çıkmış olabilir. Nitekim çalışmamızda BT anjiyografisi normal olan ve koroner anjiyografisi yapılan sadece 2 hasta bulunmakta olup bunlar da BT anjiyografisi normal çıkmasına karşın ısrarla klinik şikâyetleri devam eden hastalardır. Bu nedenle aynı değerlendirme koroner arterler bazında da yapılmış ve hasta bazında 30 vaka varken damar bazında vaka sayısı 3 katına çıkarak 90’a ulaşmıştır. Hasta bazında sadece 2 normal vaka değerlendirilirken; damar bazında 23 normal koroner damar değerlendirilmeye alınmıştır. Koroner arter bazında sensitivite %87, spesifite %49, doğruluk %72,

pozitif prediktif değer %72, negatif prediktif değer ise %71 olarak bulunmuştur. Nitekim bu şekilde sonuçlar literatüre daha yakın çıkmış ancak yine de spesifite değeri literatür verilerine göre kısmen daha düşük bulunmuştur (69-71). Çünkü koroner arter bazında yapılan değerlendirme de, BT anjiyografisi normal olan hastaların büyük bölümünün çalışmaya dâhil edilememesinin spesifiteye olumsuz etkisini tamamen ortadan kaldıramamaktadır.

BT anjiyografide izlenen ciddi koroner kalsifikasyon; kısmi hacim etkisi ve ışın güçlendirme özelliği (beam hardening) sonucu artefaktlara yol açarak, plak boyutunun ve lümen darlığının olduğundan daha fazla değerlendirilmesine neden olurken, kalsiyum yoğunluğu yüksek olduğunda ise lümen bütünlüğünün güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini engelleyebilir. Bunun sonucunda ise BT anjiyografi, özellikle kalsifiye damarlarda darlığın ciddiyetini olduğundan fazla değerlendirebilmektedir (25). Nitekim bizim çalışmamızda da BT lezyonlarının şiddeti koroner anjiyografiye göre genelde bir derece daha şiddetli bulunmuş ve bunun sonucunda lezyon tespitinde BT ve koroner anjiyografi arasında istatistiksel uyum ($p: 0,003$) olmasına karşın, her üç koroner arter için lezyon dereceleri yönünden istatistiksel uyum bulunamamıştır (LAD için $p:0,271$, Cx için $p:0,08$, RCA için $p:0,271$). Bu durumun bir başka nedeni ise lezyon derecelendirmesinin klinisyenlerce daha çok görsel olarak yapılmış olması olabilir.

Bu nedenlerin dışında BT anjiyografi görüntülerinde olabilecek artefaktlar da göz ardı edilmemelidir. Nitekim BT görüntüleri özellikle yüksek kalp hızından (>70 - 75 atım/dakika) ve solunum hareketlerinden etkilenebilmektedir (72, 73). Gerçi beta bloker kullanımı; kalp hızının azaltılması ile hem değerlendirilebilir segment sayısında hem de BT anjiyografinin tıkanıklıkları saptamadaki sensitivitesinde artış sağlamaktadır (40). Her ne kadar hastalarda kalp hızını düşürmek için beta blokerler kullanılsa ve çekim esnasında hastaların nefes tutmaları istense de optimal şartlar tam olarak elde edilememiş olabilir. BT anjiyografi görüntülerinin retrospektif EKG gating tekniği ile elde edilmesi de bir başka artefakt nedeni olup hemen her hastada kalp hareketinden bir miktar etkilenme olabilmektedir (74).

Koroner arter hastalığının bir diğer non-invaziv tanı yöntemi olan miyokard perfüzyon sintigrafisi, bölgesel miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesi için güçlü, invaziv olmayan ve yaygın kullanılan bir yöntemdir. Stenotik koroner arter

dalları ile beslenen miyokard bölgelerinde, egzersizin tepe noktasında miyokardın radyofarmasötik tutulumunda, istirahate göre geri dönüşlü bir azalma görülmesi ile miyokard iskemisi tanısı konulmasına olanak verir (43, 58).

Birçok çalışmada MPS'nin koroner arter hastalığını saptamadaki duyarlılık ve özgüllüğü değerlendirilmiş ve bu çalışmalarda koroner anjiyografi genelde sintigrafinin doğruluğunun değerlendirilmesinde standart olarak kullanılmıştır. Bu yaklaşımın önemi tartışılabilir; her ne kadar anjiyografi koroner arter fonksiyonunun değerlendirilmesi için daha az uygun olsa da, en azından koroner anatomi için evrensel bir standart sunmaktadır (43, 53, 54).

Miyokard perfüzyon sintigrafisi açısından koroner arter hastalığı tanısında duyarlılık ve özgüllük için yayımlanan rakamlar oldukça farklılık göstermektedir ve çalışılan popülasyona (örneğin cinsiyet, yaş, semptomlar, ilaç tedavisi, önceden geçirilmiş enfarktüs varlığı vs.), kullanılan görüntüleme yöntemine (planar veya SPECT, kalitatif veya yarı-kantitatif analiz) ve merkezin deneyimine bağlıdır. Ancak uygun şartlarda yapıldığı takdirde, miyokard perfüzyon sintigrafisi, iskemik kalp hastalığını saptamada oldukça etkili bir yöntemdir ve SPECT görüntüleme yöntemi kullanıldığında, sensitivitesi %91'e ve spesifitesi ise %89'a kadar çıkmaktadır (43).

Çalışmamızda MPS ve koroner anjiyografi, her üç koroner arter lezyonlarının şiddeti açısından da karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada hem LAD hem de RCA için iki tetkik arasında istatistiksel olarak uyum gözlenirken, Cx arter açısından istatistiksel uyum izlenmemiştir (LAD için $p:0$, Cx için $p:0,256$, RCA için $p:0,033$). Ayrıca sentivite, spesifite, doğruluk, pozitif ve negatif prediktif değerler sırasıyla LAD için %100, %88, %93, %85, %100; RCA için %86, %61, %67, %40, %93; Cx için %50, %63, %60, %33, %78; her üç damarın genelinde ise %81, %70, %73, %54, %90 olarak bulunmuştur. Spesifite değerlerindeki düşüklük BT-koroner anjiyografi karşılaştırmasında da olduğu gibi MPS tetkiki normal olan hastaların büyük bölümünün algoritma ve etik nedenlerle çalışmaya dâhil edilememesinden kaynaklanmış olabilir. Miyokard perfüzyon sintigrafisinin önemli bir sınırlılığı ise çeşitli yumuşak dokuların atenüasyon artefaktları nedeniyle spesifitesindeki kısmi düşüklüktür. Başlıca atenüasyon artefaktları; anterior duvar için meme dokusu iken, inferior duvar için diyafram atenüasyonudur. Bu çalışmada meme dokusuna ait anterior duvar atenüasyonunu ortadan kaldırmak için kadın hastalarda meme dokusu

yukarı kaldırılıp bandaj ile fikse edilirken, inferior duvar atenüasyonunu ortadan kaldırmak için ek olarak tüm hastalara prone pozisyonda görüntüler alındı. Inferior duvarda izlenen diyafram atenüasyonunun etkileri açısından hastalar; özellikle RCA için obez olan ve olmayan şeklinde iki grupta da değerlendirildi. Inferior duvar atenüasyonunu ortadan kaldırmak için ek olarak tüm hastalara prone pozisyonda da görüntüler alınmasına rağmen MPS ve koroner anjiyografi arasında; obez hastalarda $p: 0,237$ ile istatistiksel uyum bulunmazken obez olmayan hastalarda $p: 0,04$ ile istatistiksel uyum izlendi. Ayrıca diyafram atenüasyonundan etkilenen bir başka damar segmenti ise Cx arter olup muhtemelen bu nedenle çalışmamızda Cx için yanlış pozitif değerlendirmelere bağlı olarak sensitivite değeri düşük çıkmış ve MPS-koroner anjiyografi arasında istatistiksel uyum izlenmemiştir. Nitekim daha önceki bazı yayınlarda da, Cx alanı için MPS'nin sensitivitesi bizim çalışmamıza benzer şekilde %50 ve %50'ye yakın oranlarda bildirilmiştir (75-80). Elhendy ve arkadaşları, koroner arter hastalığında MPS'nin yeri ile ilgili yazdıkları derlemede de bizim çalışmamızda olduğu gibi; en düşük sensitivite değerini Cx alanında, en düşük spesifite değerini ise RCA alanında olduğunu bildirmişlerdir. En düşük spesifite değerinin RCA alanında izlenmesini inferior duvardaki diyafram atenüasyonuna bağlı yanlış negatif sonuçların artmasıyla; en düşük sensitivite değerinin Cx arter alanında izlenmesini ise koroner anatomide izlenen varyasyonlarla (Cx arter kanlanma alanının bazı hastalarda küçük olması ve posteroinferior duvarda RCA ile Cx arter arasındaki potansiyel vasküler kesişim) açıklamışlardır (81).

Yapılan bir başka çalışmada ise LAD alanında %75 düzeyinde sensitivite değeri saptanırken; Cx ve RCA için LAD'ye oranla oldukça düşük (%40) sensitivite değeri bildirilmiştir. Bu durumu ise LAD kanlanma alanının RCA ve Cx kanlanma alanına göre oldukça geniş olmasına ve bu nedenle damarlar arası akım heterojenitesinin LAD'de daha düşük olmasına bağlamışlardır (80).

Ayrıca hastalarda diabet dikkate alındığında; diabet varlığı ve yokluğuna göre sırasıyla p değerleri LAD için $p: 0,083$ ve $p: 0$, Cx için $p: 0,237$ ve $p: 0,08$, RCA için $p: 0,237$ ve $p: 0,04$ olarak bulunmuştur. Bu durum diabeti olmayan hastalarda MPS ve koroner anjiyografinin istatistiksel olarak uyumunun daha yüksek olduğunu açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Diabet, büyük damarların yanında küçük damarları da etkileyebilen bir hastalık olup diabetin küçük damar tutulumuna mikroanjiopati denir (82). Yakın zamana kadar iskemik kalp hastalığının başta büyük damarların, özellikle de koroner arterlerin hastalığından kaynaklandığı düşünülmekteydi. Fakat artık koroner mikrodolaşım anormalliklerinin, büyük epikard arterlerinde gösterilebilir bir hastalığın bulunmadığı durumlarda bile iskemi oluşumuna katkıda bulunabileceği açıkça bilinmektedir. Perfüzyon rezervinin anormal olması, epikardiak koroner arterlerin daralmasının sonucu olabilir veya anjiyografik olarak gösterilebilir bir aterosklerotik hastalık bulunmadığında koroner mikrodolaşım disfonksiyonunu gösterebilir (1). Dolayısıyla koroner arter tutulumu olmaksızın mikroanjiyopati söz konusu olan hastalarda, MPS tetkiki ile doku iskemisi saptanabilirken, koroner anjiyografi yalnızca koroner arterler ve ana dallarını değerlendirdiğinden patolojik durum atlanabilir. Çalışmamızdaki diabetik hasta grubunda MPS ve koroner anjiyografi arasındaki uyumun düşük çıkması bundan olabilir. Ayrıca koroner anjiyografide saptanan lezyonların hepsinin fizyolojik öneminin olmayabileceği uzun yıllar önce yapılan çalışmalar ile ortaya konmuştur. Bu yönden sınır lezyonların fizyolojik öneminin saptanması açısından miyokard perfüzyon sintigrafisi en uygun noninvaziv tanı testidir (83).

Diabetik hastalar koroner arter hastalığı yönünden en ciddi risk taşıyan gruptur ve bu nedenle diabetiklerde kardiyovasküler hastalık teşhisinin erken konulması büyük önem taşır. Miyokard perfüzyon sintigrafisi özellikle diyabetik hastaların asemptomatik dönemde değerlendirilmesinde yüksek duyarlılığa sahip bir görüntüleme yöntemidir (93). Kang ve arkadaşlarının yaptığı 1271 diabetli hastanın dahil edildiği geniş bir çalışmada; normal miyokard perfüzyon sintigrafisi saptanan olgular yılda %1-2 kardiyovasküler olay geçirirken, anormal bulgular saptanan grupta insidans %7'den daha fazla saptanmıştır (84).

Ayrıca MPS ana koroner arter lezyonlarının şiddetinin yanında, hastalarda lezyon, orta-ciddi lezyon ve ciddi lezyon mevcudiyeti açısından da koroner anjiyografi tetkikiyle karşılaştırılmış ve her üç karşılaştırmada da istatistiksel uyum gözlenmiştir (lezyon tespiti için p : 0,004, orta-ciddi lezyon tespiti için p : 0,001, ciddi lezyon tespiti için p : 0,002). Her ne kadar her üç düzey lezyon tespitinde de MPS

anlamalı sonuç verse de özellikle orta-ciddi düzeydeki lezyonlarda MPS ve koroner anjiyografi arasında daha yüksek istatistiksel uyum gözlenmiştir.

Çalışmamızda BT anjiyografi ve MPS için birbirine yakın sensitivite (BT %87, MPS %81) ve doğruluk (BT %72, MPS %73) değerleri bulunurken BT anjiyografinin spesifitesi MPS'ye göre oldukça düşük (BT %49, MPS %70) tespit edildi. Ancak bunun nedeni çalışmaya dâhil edilebilen normal BT anjiyografili hasta sayısının MPS tetkikine oranla oldukça düşük (normal BT sonucu olan hasta sayısı: 2, normal MPS sonucu olan hasta sayısı: 6) olması olabilir.

Ayrıca çalışmamızda dikkat çekici bir diğer nokta ise BT anjiyografiye göre MPS'nin negatif prediktif değerinin (BT %71, MPS %91), MPS'ye göre ise BT anjiyografinin pozitif prediktif değerinin belirgin bir şekilde yüksek (BT %72, MPS %54) çıkmış olmasıdır. Tarama testleri açısından negatif prediktif değer oldukça önemli bir parametredir. Çünkü tarama amaçlı kullanılan tetkiklerin asıl amacı bir üst tetkike alınması gerekli olmayan hastaların doğru bir şekilde tespittir. Yani bir tetkik için negatif prediktif değer ne kadar yüksekse hasta olanların normal rapor edilerek atlanma olasılığı o derece düşüktür ki çalışmamızda bunu MPS, BT'ye oranla daha iyi sağlamış ve oldukça yüksek negatif prediktif değer göstermiştir. Ancak pozitif prediktif değer de atlanacak veya küçümsenecek bir parametre olmayıp hastalara gereksiz yere üst tetkik yapılmasını önleme yönünden büyük önem taşımakta olup BT de bu konuda MPS'ye oranla daha etkin sonuç vermiştir. Bu tür çalışmalar yapılmadığı takdirde; anormal değerlendirilen vakalara bir üst tetkik yapıldığından pozitif prediktif değer hakkında bilgi sahibi olunabilirken, normal değerlendirilen vakalara bir üst tetkik yapılmadığından negatif prediktif değer hakkında fikir sahibi olunamaz. BT'nin pozitif prediktif değerinin MPS'ye oranla yüksek olması klinisyenlerce tespit edilebilirken, MPS'nin oldukça yüksek olan negatif prediktif değeri göze çarpmamaktadır. Dolayısıyla klinisyen böyle bir durumda iki tetkik arasında tercih yapmak gibi bir çaba içerisine girerse tercihini BT'den taraf kullanması gayet doğaldır. Ancak klinisyenlerin, pozitif prediktif değeri yüksek olan tetkiki tercih ederken, gerçekte hasta olan vakaları atlamamak açısından, o tetkikin negatif prediktif değerinin düşük olabileceğini de aklında bulundurması ve sorgulaması gerekir.

Hem miyokard perfüzyon sintigrafisi hem de BT anjiyografi, invaziv girişim olan koroner anjiyografi öncesi sağlıklı bireylerin saptanabilmesi açısından duyarlılıkları ve özgüllükleri oldukça yüksek olan tanı yöntemleridir. Günümüzde bu tanı yöntemlerinin daha çok kullanılması ile koroner anjiyografi, koroner kalp hastalığının tanısından ziyade neredeyse sadece tedavisinde kullanılır hale gelmiştir.

Sonuç olarak aslında miyokard perfüzyon sintigrafisi doku, BT anjiyografi ise damar düzeyinde değerlendirmeye olanak sağlamakta olup; bu iki yöntem tanı açısından birbirine alternatif tetkikler olmaktan ziyade birbirlerini tamamlayıcı niteliktedirler. Rutin uygulamada klinisyenler, koroner anjiyografi kararı almadan önce bu tetkikler arasında tercih yapmak yerine, tetkiklerin her ikisinin sonuçlarını da birlikte değerlendirmeyi yeğlemelidirler.

5. KAYNAKLAR

1. Crea F, Camici PG, Caterina RD, Lanza GA. Kronik iskemik kalp hastalığı. Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW. ESC Textbook Kardiyovasküler Hastalıklar. Kozan Ö (Çeviri editörü) s.391–424, 1.baskı, İstanbul, İyi işler matbaacılık, 2006.
2. Crawford ES. Nükleer Kardiyak Görüntüleme. Sarı O (Çeviren), s1–7, Ankara, Nobel, 2007.
3. Dere F. Anatomi. 4. Baskı, Adana: Aydoğdu Ofset, 1996: 509–539.
4. Paç M, Akçecin A, Aykut Aka A, Buket S, Sarioğlu T, Solak H, Görmüş N. Kalp ve Damar Cerrahisi Kalbin Cerrahi Anatomisi. 1.Baskı, İstanbul, Nobel, 2004: 10–15.
5. Barman A. Koroner Arter Stenozu Değerlendirmesinde Multislice BT Koroner Anjiyografi. Uzmanlık tezi, İstanbul, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, 2003.
6. Kuran O. Sistemik Anatomi. İstanbul: Filiz Kitapevi, 1983: 232–235.
7. Pannu HK, Flohr TG, Corl MF, Fishman EK. Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries: principles, techniques and anatomy. RadioGraphics 2003; 23: 111–125.
8. Guyton AC, Hall JC. Tıbbi Fizyoloji. Çavuşoğlu H, Aydın Z (Çeviri editörü) s.107–120, İstanbul, Nobel, 1996.
9. Kini S, Bis KG, Weaver L. Normal and variant coronary arterial and venous anatomy on high-resolution CT angiography. AJR 2007; 188: 1665–1674.
10. O'Brien JP, Srichai MB, Hecht EM, Kim DC, Jacobs JE. Anatomy of the heart at multidetector CT: what the radiologist needs to know. RadioGraphics 2007; 27: 1569–1582.
11. Sevrakov A, Jelnin V, Kondos GT. Electron beam CT of the coronary arteries: cross sectional anatomy for calcium scoring. AJR 2001; 177: 1437–1445.
12. Saremi F, Krishnan S. Cardiac conduction system: anatomic landmarks relevant to interventional electrophysiologic techniques demonstrated with 64-detector CT. Radiographics 2007; 27: 1539–1567.
13. Sadler TW. Langmans Medical Embryology. Baltimore, Williams & Wilkins 2004: 175–183.

14. Sadler TW. Langman's Medikal Embriyoloji. Başaklar AC (Çeviri editörü) s.175–221, İstanbul, Palme Yayıncılık, 1996.
15. Sodeman WA, Sodeman TM. Sodeman's Fizyopatoloji, Cilt 1. Ömürlü K (Çeviren), s.295–325, Ankara, Türkiye Klinikleri Yayınevi, 1985.
16. Kumar V, Cotran RS, Robbins SL. Temel Patoloji. Çevikbaş U (Çeviri Editörü) s.305–333, İstanbul, Nobel, 1995.
17. Julian DJ, Bertrand ME, Hjalmarsson A, Fox K, Simoons ML. Management of stable angina pectoris. European Heart Journal, 1997, 18, 394–413.
18. Tartan Z, Dayi ŞÜ, Orhan G, Çam N. Akut batın kliniği ile başvuran bir olguda miyokard infarktüsüne bağlı sol ventrikül serbest duvar yırtılması. Türk Kardiyol Dern Arş 2006; 34: 180–183.
19. Eren ŞH, Yılmaz K, Korkmaz İ, Aktaş C, Oğuztürk H, Alagözlü H. Acil serviste akut miyokard enfarktüsü tanısı almış hastalarda trombolitik tedavi uygulanmasını etkileyen faktörler. Fırat Tıp Dergisi 2006; 11: 163–165.
20. Arat N, Öcal A, Güray Ü, Sabah İ. Koroner kollateral dolaşımın sol ventrikül sistolik ve diyastolik fonksiyonları üzerine etkisi: doku doppler ekokardiyografi çalışması. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası 2004; 57: 179–188.
21. Yılmaz E, Meriç M. Anjiyokardiyografi. Türkiye Klinikleri J Int Med Sci 2005; 42: 1–12.
22. Bashore TM, Bates ER, Berger PB, Clark DA, Cusma JT, Dehmer GJ, et al. American College of Cardiology/ Society for Cardiac Angiography and Interventions clinical expert consensus document on cardiac catheterization laboratory standards. A report of the American College of Cardiology Task Force on clinical expert consensus documents. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 2170–2214.
23. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, Carabello B, Dehmer GJ, Eagle KA, et al. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (Committee on Coronary Angiography). Developed in collaboration with the Society for Cardiac Angiography and Interventions. J Am Coll Cardiol 1999; 33: 2170–2214.
24. Bhatt DL, Heupler FA. Koroner anjiyografi. Topol JE. Textbook of Cardiovascular Medicine, Cilt 4. Ülker T, Yüksel A (Çeviren) s.1635–1650, 1. Baskı, Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

25. Feyter PJ, Achenbach S, Kardiyovasküler bilgisayarlı tomografi, Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW. ESC Textbook Kardiyovasküler Hastalıklar. Kozan Ö (Çeviri editörü) s.115–139, 1. baskı, İstanbul, İyi işler matbaacılık, 2006.
26. Karabulut N. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi: Genel ilkeler, teknik ve klinik uygulamalar. Anadolu Kardiyoloji Dergisi 2008; 8: 29–37.
27. Johnson LW, Lozner EC, Johnson S, Krone R, Pichard AD, Vetrovec GW, Noto TJ. Coronary arteriography 1984–1987: a report of the registry of the society for cardiac angiography and interventions. I. Results and complications. Cathet Cardiovasc Diagn. 1989; 17: 5–10.
28. Budoff MU, Achenbach S, Duerinckx A. Clinical utility of computed tomography and magnetic resonance techniques for noninvasive coronary angiography. J Am Coll Cardiol 2003; 42: 1867–1878.
29. Schoenhagen P, Halliburton SS, Stillman AE, Kuzmiak SA, Nissen SE, Tuzcu EM, White RD. Noninvasive imaging of coronary arteries: Current and future role of multi detector row CT. Radiology 2004; 232: 7–17.
30. Schoepf UJ, Becker C, Ohnesorge BM, Yucel K. CT of coronary arter disease. Radiolgy 2004; 232: 18–37.
31. Achenbach S. Cardiac CT: State of the art for the detection of coronary arterial stenosis. JCCT 2007; 1: 3–20.
32. Lawler LP, Pannu HK, Fishman EK. MDCT evaluation of the coronary arteries, 2004: How we do it—Data acquisition, postprocessing, display, and interpretation. AJR 2005; 184: 1402–1412.
33. Schoepf PD, Zwerner PL, Savino G, Herzog C, Kerl JM, Costello P. Coronary CT angiography. Radiology 2007; 244: 48–63.
34. Matt D, Scheffel H, Leschka S, Flohr TG, Marincek B, Kaufmann PA, Alkadhi H. Dual-source CT coronary angiography: image quality, mean heart rate, and heart rate variability. AJR 2007; 189: 567–573.
35. Flohr TG, Mc Collough CH, Bruder H, Petersilka M, Grober K. Suss C, et al. First performance evaluation of a dual source CT(DSCT) system. Eur Radiol 2006; 16: 256–268.

36. Johnson TR, Nikolaou K, Wintersperger BJ, Leber AW, Ziegler F, Rist C. Dual-source CT cardiac imaging: initial experience. *Eur J Radiol* 2006; 16: 1409–1415.
37. Scheffel H, Alkadhi H, Plass A, Vachenauer R, Desbiolles L, Gaemperli O, et al. Accuracy of dual-source CT coronary angiography: first experience in a high pre-test probability population without heart rate control. *Eur Radiol* 2006; 16: 2739–2747.
38. Achenbach S, Ropers D, Kuettner A, Flohr T, Ohnesorge B, Bruder H, et al. Contrast-enhanced coronary artery visualization by dual-source computed tomography-initial experience. *Eur J Radiol* 2006; 3: 331–335.
39. Hazirolan T. Koroner arterlerin çok dedektörlü bilgisayarlı tomografi ile görüntülenmesi. *Hacettepe Tıp Dergisi* 2006; 37: 6–13.
40. Nieman K, Rensing BJ, van Geuns RJM, Vos J, Pattynama PMT, Krestin GP, et al. Non-invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography: impact of heart rate. *Heart* 2002; 88: 470–474.
41. Leber AW, Becker A, Knez A, von Ziegler F, Sirol M, Nikolaou K, et al. Accuracy of 64-slice computed tomography to classify and quantify plaque volumes in the proximal coronary system. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47: 672–677.
42. Leber AW, Knez A, Becker A, Becker C, von Ziegler F, Nikolaou K, et al. Accuracy of multidetector spiral computed tomography in identifying and differentiating the composition of coronary atherosclerotic plaques a comparative study with intracoronary ultrasound. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43: 1241–1247.
43. Kaufmann PA, Camici PG, Underwood SR. Nükleer kardioloji. Camm AJ, Lüscher TF, Serruys PW. *ESC Textbook Kardiyovasküler Hastalıklar*. Kozan Ö (Çeviri editörü) s.141–159, 1. baskı, İstanbul, İyi işler matbaacılık, 2006.
44. Ünlü M. Nükleer kardioloji görüntüleme yöntemleri: Miyokard perfüzyon sintigrafisi, radyonüklid ventrikülografi. *Türk Kardioloji Seminerleri* 2006; 6: 227–236.
45. Crawford ES. Nükleer Kardiyak Görüntüleme. Sarı O (Çeviren), s7–10, Ankara, Nobel, 2007.
46. Cuocolo A, Pace L, Ricciardelli B, Chiariello M, Trimarco B, Salvatore M. Identification of viable myocardium in patients with chronic coronary artery disease: comparison of thallium–201 scintigraphy with reinjection and technetium-99m-methoxyisobutyl isonitrile. *J Nucl Med* 1992; 33: 505–511.

47. Beller GA. Myocardial perfusion imaging with thallium-201. *J Nucl Med* 1994; 35: 674–680.
48. Brown KA. The role of stress redistribution thallium-201 myocardial perfusion imaging in evaluating coronary artery disease and perioperative risk. *J Nucl Med* 1994; 35: 703–706.
49. Dilsizian V, Arrighi JA, Diodati JG, Quyyumi AA, Alavi K, Bacharach SL. Myocardial viability in patients with chronic coronary artery disease. Comparison of 99mTc-sestamibi with thallium reinjection and [18F]fluorodeoxyglucose. *Circulation* 1994; 89: 578–587.
50. Maurea S, Cuocolo N, Soricelli A, Castelli L, Nappi A, Squame F, et al. Enhanced detection of viable myocardium by technetium-99m-MIBI imaging after nitrate administration in chronic coronary artery disease. *J Nucl Med* 1995; 36: 1945–1952.
51. Bisi G, Sciagna R, Santoro GM, Rossi V, Fazzini PF. Technetium-99m-sestamibi imaging with nitrate infusion to detect viable hibernating myocardium and predict postrevascularization recovery. *J Nucl Med* 1995; 36: 1994–2000.
52. Giorgetti A, Pingitore A, Favilli B, Kusch A, Lombardi M, Marzullo P. Baseline/postnitrate tetrofosmin SPECT for myocardial viability assessment in patients with postischemic severe left ventricular dysfunction: new evidence from MRI. *J Nucl Med* 2005; 46: 1285–1293.
53. Turgut B, Ünlü M, Temiz NH, Kitapçı MT. Koroner arter hastalığı tanısında dobutamin stres Tc-99m sestamibi miyokard perfüzyon SPECT: Koroner anjiyografi sonuçlarıyla karşılaştırma. *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2002; 25: 22–30.
54. Zaret BL, Rigo P, Wackers FJT, Hendel RC, Braat SH, Iskandrian AS, et al. Myocardial perfusion imaging with Tc-99m tetrofosmin comparison to Tl-201 imaging and coronary angiography in a phase III multicenter trial. *Circulation* 1995; 91: 313–319.
55. Jam D, Wackers FJ, Mattera J, McMahon M, Sinusas AJ, Zaret BL. Biokinetics of technetium-99m tetrofosmin: myocardial perfusion imaging agent: implications for a one day imaging protocol. *J Nucl Med* 1993; 34: 1254–1259.
56. Munch G, Neverve J, Matsunari I, Schroter G, Schwaiger M. Myocardial technetium-99m-tetrofosmin and technetium-99m-sestamibi kinetics in normal subjects and patients with coronary artery disease. *J Nucl Med* 1997; 38: 428–432.

57. Higley B, Smith FW, Smith T, Gemmell HG, Gupta PD, Gvozdanovic DV, et al. Technetium-99m-1,2-bis[bis(2 ethoxyethyl) phosphino]ethane: human biodistribution, dosimetry and safety of a new myocardial perfusion imaging agent. J Nucl Med 1993; 34: 30–3.
58. Turgut B, Erselcan T. Koroner arter hastalığında miyokard perfüzyon SPECT görüntülemenin önemi ve nükleer kardiyolojik uygulamalar. Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi 2002; 24: 215 –224.
59. Uzar E. Miyokard perfüzyon SPECT çalışmasında inferior duvar atenüasyonunun değerlendirmesine prone pozisyonun katkısı. Uzmanlık tezi, Elazığ, Fırat Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, 2008.
60. Crawford ES. Nükleer Kardiyak Görüntüleme. Sarı O (Çeviren), s16–25, Ankara, Nobel, 2007.
61. Akıncıoğlu Ç, Atasever T, Caner B, Kaya GÇ, Kırac S, Ünlü M. Nükleer Kardiyoloji Uygulama Kılavuzu. Turk J Nucl Med 2001; 10: 41–56.
62. Datz FL. Handbook of Nuclear Medicine. 2. Edition. Mosby, 1993:186–231.
63. Crawford ES. Nükleer Kardiyak Görüntüleme. Sarı O (Çeviren), s26–28, Ankara, Nobel, 2007.
64. Crawford ES. Nükleer Kardiyak Görüntüleme. Sarı O (Çeviren), s38–46, Ankara, Nobel, 2007.
65. Gaemperli O, Schepis T, Valenta I, Husmann L, Scheffel H, Duerst V, et al. Cardiac image fusion from stand-alone SPECT and CT: clinical experience. J Nucl Med 2007; 48: 696–703.
66. Lau GT, Ridley LJ, Schieb MC, Brieger DB, Freedman SB, Wong LA, et al. Coronary artery stenoses: Detection with calcium scoring, CT angiography, and both methods combined. Radiology 2005; 235: 415–422.
67. Stein PD, Beemath A, Kayali F, Skaf E, Sanchez J, Olson RE. Multidetector computed tomography for the diagnosis of coronary artery disease: a systematic review. Am J Med 2006; 119: 203–216.
68. Hoffmann U, Moselewski F, Cury RC, Ferencik M, Jang I, Diaz LJ, et al. Predictive value of 16-slice multidetector spiral computed tomography to detect significant obstructive coronary artery disease in patients at high risk for coronary artery disease: patient- versus segment-based analysis. Circulation 2004; 110: 2638–2643.

69. Nieman K, Cademartiri F, Lemos PA, Raaijmakers R, Pattynama PMT, Feyter P, Feyter PJ. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation* 2002; 106: 2051–2054.
70. Ropers D, Baum U, Pohle K, Anders K, Ulzheimer S, Ohnesorge B, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation* 2003; 107: 664–666.
71. Knez A, Becker CR, Leber A, Ohnesorge B, Becker A, White C, et al. Usefulness of multislice spiral computed tomography angiography for determination of coronary artery stenoses. *Am J Cardiol* 2001; 88: 1191–1194.
72. Choi HS, Choi BW, Choe KO, Choi D, Yoo KJ, Kim MI, Kim J. Pitfalls, artifacts and remedies in multi-detector row CT coronary angiography. *Radiographics* 2004; 24: 787–800.
73. Nakanishi T, Kayashima Y, Inoue R, Sumii K, Gomyo Y. Pitfalls in 16 detector row CT of the coronary arteries. *Radiographics* 2005; 25: 425–440.
74. Giesler T, Baum U, Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, Mennicke M, et al. Noninvasive visualization of coronary arteries using contrast-enhanced multidetector CT: influence of heart rate on image quality and stenosis detection. *AJR* 2002; 179: 911–916.
75. Geleijnse ML, Elhendy A, Fioretti PM, Roelandt JRTC. Dobutamine stress myocardial perfusion imaging. *J Am Coll Cardiol* 2000; 36: 2017–2027.
76. Elhendy A, van Domburg RT, Bax JJ, Nierop PR, Geleijnse ML, Ibrahim MM, Roelandt JRTC. Noninvasive diagnosis of coronary artery stenosis in women with limited exercise capacity. *Chest* 1998; 114: 1097–1104.
77. Boomsma MM, Niemeyer MG, van der Wall EE, van EckSmit BLF, Zwinderman AH, Boomsma JHB, Pauwels EKJ. Tc99m tetrofosmin myocardial SPECT perfusion imaging: comparison of rest-stress and stress-rest protocols. *Int J of Card Imaging* 1998; 14: 105–111.
78. Tamaki N, Takahashi N, Kawamoto M, Torizuka T, Tadamura E, Yonekura Y, et al. Myocardial tomography using technetium-99m-tetrofosmin to evaluate coronary artery disease. *J Nucl Med* 1994; 35: 594–600.
79. Bai J, Hashimoto J, Suzuki T, Nakahara T, Kubo A, Iwanaga S, et al. Comparison of image reconstruction algorithms in myocardial perfusion scintigraphy. *Annals of Nuclear Medicine* 2001; 15: 79–83.

80. Elhendy A, van Domburg RT, Bax JJ, Poldermans D, Sozzi FB, Roelandt JRTC. Accuracy of dobutamine technetium 99m sestamibi SPECT imaging for the diagnosis of single-vessel coronary artery disease: comparison with echocardiography. *American Heart Journal*. 2000;139: 224–230.
81. Elhendy A, Bax JJ, Poldermans D. Dobutamine stress myocardial perfusion imaging in coronary artery disease. *J Nucl Med* 2002; 43: 1634–1646.
82. Şenel Z, Aksoy F. Diabetes mellitusun geç komplikasyonlarının patogenezi. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi* 1990; 10: 202–205.
83. Ünlü M. Koroner arter hastalığı tanısı ve prognoz belirlemede miyokard perfüzyon sintigrafisi: SPET ve PET. *Anadolu Kardiyoloji Dergisi* 2008; 8: 5–11.
84. Xingping K, Berman DS, Lewin HC, Cohen I, Friedman JD, Germano G, et al. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography in patients with diabetes mellitus. *American Heart Journal* 1999; 138: 1025–1032.

6. ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Gaziantep’de doğdum. İlköğrenimimi Gaziantep Vehbi Dai İlkokulu’nda, orta öğrenimimi Gaziantep Tekerekoğlu Anadolu Lisesi’nde tamamladım. 1999 yılında Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi’ne girdim. 2005 yılında mezun olup aynı yıl Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı’nda uzmanlık eğitimime başladım. Evli ve bir çocuk babasıyım.