

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**MİYOKART PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ'NDE MADEN
SUYU VE EKSTRAABDOMİNAL BASINCIN
ATENÜASYON ARTEFAKTLARINA ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

**Dr. Fatih BATI
NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI**

**TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Ersoy KEKİLLİ**

MALATYA – 2012

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

MİYOKART PERFÜZYON SİNTİGRAFİSİ'NDE MADEN
SUYU VE EKSTRAABDOMİNAL BASINCIN
ATENÜASYON ARTEFAKTLARINA ETKİLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

UZMANLIK TEZİ

Dr. Fatih BATI
NÜKLEER TIP ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yard. Doç. Dr. Ersoy KEKİLLİ

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul Başkanlığı'ndan etik
kurul onayı almıştır.

Etik kurul no: 2010/172

TEŞEKKÜR

Nükleer Tıp Anabilim Dalı'nda asistan hekim eğitimim süresince tecrübe ve fikirlerinden yararlandığım, Nükleer Tıbbı sevmeme sebep olan ve tezimin her aşamasında desteğini ve yardımını esirgemeyen değerli hocam Anabilim Dalı Başkanı Yard. Doç. Dr. Ersoy KEKİLLİ'ye, tezimin istatistiksel değerlendirilmesine katkılarından dolayı İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof. Dr. Saim YOLOĞLU'na, uzmanlık eğitimime katkılarından dolayı Anabilim Dalımız Öğretim Üyeleri Doç. Dr. Cengiz YAĞMUR'a ve Yard. Doç. Dr. Reyhan KÖROĞLU'na; asistanlık eğitimim boyunca bir abi olarak desteğini her zaman sürdüren Uzm. Dr. Ömer Murat AYDIN'a, uzun yıllar kahrımı çeken, yeri geldiğinde abim, yeri geldiğinde kıdemlim olan Uzm. Dr. İlker TAŞBENT'e, mesai arkadaşlarım Uzm. Dr. Mustafa Arif ALUÇLU'ya, Dr. İsmail KÖKSAL'a, Dr. Vedat SUBAŞI'na; radyofarmasistlerimiz Erman KARACA ve Battal YILDIRIM'a, teknisyen arkadaşlarım Burak YILDIRIM'a, Sinan TAŞKIRAN'a, Basri BELEDE'ye, Serdar KAYA'ya, Arzu TUTAL KARAASLAN'a, bölümümüz hemşiresi Nimet TEKEREKOĞLU'na, sekreterlerimiz Nazlı TUNCER'e ve Sevinç YILDIRIM'a; bana desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Nihal Seçil BATI'ya, çok değerli ailem; Azize BATI, Ahmet BATI, Sultan BATI, Mehmet BATI'ya ve eğitim hayatımda çok önemli bir yeri olan ilkokul öğretmenlerim sayın Nihalet YILDIRIM ve Hasan TOPUZ'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Kalp ve Koroner Arterlerin Embriyolojisi	2
2.2. Kardiyovasküler Sistem Anatomisi	3
2.2.1. Kalp anatomisi	3
2.2.2. Koroner arter anatomisi	3
2.2.2.a Sağ koroner arter (RCA)	4
2.2.2.b Sol ana koroner arter (LMA)	5
2.2.2.c Sol anterior desenden arter (LAD)	6
2.2.2.d Sol sirkumfleks arter (LCX)	6
2.2.2.e Koroner arter varyasyonları	6
2.2.3. Koroner venler	7
2.3. Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi	8
2.3.1. Kalp ritminin sempatik ve parasempatik kontrolü	8
2.3.2. Koroner akım mekaniği	8
2.3.3. Miyokart kan akımının düzenlenmesi	8
2.4. Miyokardiyal İskeminin Patofizyolojisi	9
2.5. Koroner Arter Hastalığı	9
2.5.1. Klinik bulgular	11
2.5.2. Koroner arter hastalığı tanısında kullanılan yöntemler	11
2.5.2.a Noninvaziv tanı yöntemleri	12
2.5.2.b İnvaziv tanı yöntemleri	12

2.6.	Gama Kamaralar	12
2.6.1.	Kollimatör	13
2.6.2.	Kristal	14
2.6.3.	Fotomultiplier tüp (PMT veya fototüp)	14
2.6.4.	Preamflikatör	14
2.6.5.	Amflikatör	14
2.7.	Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi	15
2.7.1.	Miyokart perfüzyon görüntülemesinde kullanılan radyofarmasötikler	15
2.7.1.a	Talyum-201 klorid	15
2.7.1.b	Teknesyum-99m sestamibi	16
2.7.1.c	Teknesyum-99m tetrafosmin	17
2.7.2.	Egzersiz testleri	17
2.7.2.a	Eforlu egzersiz	17
2.7.2.b	Farmakolojik stres	17
2.7.3.	SPECT görüntüleme	19
2.7.3.a.	Planar görüntüleme protokolleri	20
2.7.3.b.	SPECT görüntüleme protokolleri	21
2.7.4.	Normal miyokart perfüzyon sintigrafisinin görünümü	24
2.7.4.a	Talyum-201	24
2.7.4.b	Tc-99m sestamibi ve Tc-99m tetrafosmin	25
2.7.5.	Görüntülemelerde normal varyasyonlar	26
2.7.5.a	Meme atenüasyonu	26
2.7.5.b	İnferior duvar atenüasyonu	26
2.7.6.	Koroner arter hastalığı ile ilişkisiz miyokart perfüzyon anomalileri	26
2.7.6.a	Sol dal bloğu	26
2.7.6.b	Hipertrofik kardiyomyopati	26
2.7.6.c	Sol ventrikül hipertrofisi	27

2.7.7.	Duyarlılık ve özgüllük	28
2.7.8.	Yalancı pozitiflik ve negatiflik nedenleri	29
2.7.9.	MI'dan sonra risk değerlendirmesi	30
2.7.10.	KAH tanısında MPS'nin prognostik değeri	30
2.8.	GATED Miyokart Perfüzyon SPECT Görüntüleme	31
2.8.1.	GATED MPS görüntülerinin kaydedilmesi	32
2.8.2.	Gated MPS görüntülerinin işlenmesi	32
2.8.3.	GATED MPS bulgularının değerlendirilmesi	33
2.8.4.	Kantitatif analiz	34
2.9.	Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)	36
2.9.1.	Miyokart perfüzyonu PET görüntüleme ajanları	36
2.9.1.a.	Azot-13(N-13) ammonia	36
2.9.1.b.	Oksijen-15 (O-15) su	37
2.9.1.c.	Rubidyum 82 (Rb-82)	37
2.9.1.d.	Copper – 62 – Pyruvaldehyde – bis - 4N – thiosemicarbazone (Bakır 62 PTSM)	37
2.9.2.	Miyokart metabolizma PET görüntüleme ajanları	37
2.9.2.a.	Flor-18 florodeoksiglikoz (F-18 FDG)	37
2.9.2.b.	Yağ asitleri: carbon 11 (C-11) palmitat	38
2.9.2.c.	Carbon-11 (C-11) asetat	38
2.10.	Ekstraabdominal Basıncın MPS'ye Katkısı	39
2.11.	Doğal Mineralli Suyun (Maden Suyu) MPS'de Kullanımı	39
3.	MATERYAL VE METOD	41
3.1.	Stres Görüntülemesi	42
3.2.	Basıncı Uygulaması Eşliğinde Görüntüleme	42
3.3.	Maden Suyu İçirilerek Görüntüleme	43
3.4.	Radyofarmasötik Hazırlığı	43
3.5.	Görüntüleme Tekniği	43
3.6.	İstatistik Değerlendirme	43

4.	BULGULAR	47
5.	TARTIşMA	68
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	74
7.	ÖZET	75
8.	İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	76
9.	KAYNAKLAR	77
10.	EKLER	84
	Ek 1. Bilgilendirilmiş olur formu	84
	Ek 2. Kızılay Doğal Mineral Su Sağlık Bakanlığı Refik Saydam	86
	Hıfzıssıhha Merkezi Ruhsata Esas Analiz Raporu	
11.	ÖZGEÇMİş	88

TABLO LİSTESİ

	SAYFA
Tablo 1. Planar görüntüleme protokolleri	20
Tablo 2. SPECT görüntüleme protokolleri	21
Tablo 3. Dual izotop miyokart perfüzyon SPECT görüntüleme protokolü	23
Tablo 4. Hastaların demografik verileri (BMI=Vücut kitle endeksi, Ekodc= Ekokardiyografide diyastolik çap)	47
Tablo 5. Grupların demografik verileri (BMI=Vücut kitle endeksi, Ekodc= Ekokardiyografide diyastolik çap)	48
Tablo 6. Birinci uzmanın görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	51
Tablo 7. İkinci uzmanın görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	51
Tablo 8. Birinci uzmanın birinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	52
Tablo 9. İkinci uzmanın birinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	52
Tablo 10. Birinci uzmanın ikinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	53
Tablo 11. İkinci uzmanın ikinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	53
Tablo 12. Birinci uzmanın üçüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	54
Tablo 13. İkinci uzmanın üçüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	54
Tablo 14. Birinci uzmanın dördüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	55
Tablo 15. İkinci uzmanın dördüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	55
Tablo 16. Birinci uzmanın beşinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları	56

Tablo 17.	İkinci uzmanın beşinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları	56
Tablo 18.	Birinci grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki	57
Tablo 19.	Birinci grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması	57
Tablo 20.	İkinci grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki	58
Tablo 21.	İkinci grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması	58
Tablo 22.	Üçüncü grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki	59
Tablo 23.	Üçüncü grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması	59
Tablo 24.	Dördüncü grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki	60
Tablo 25.	Dördüncü grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması	60
Tablo 26.	Beşinci grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki	61
Tablo 27.	Beşinci grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması	61

Tablo 28.	Birinci grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	62
Tablo 29.	İkinci grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	63
Tablo 30.	Üçüncü grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	64
Tablo 31.	Dördüncü grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	65
Tablo 32.	Beşinci Grup'un Apikal Kısa Eksen İnferior – İnferoseptal Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	66
Tablo 33.	Beşinci Grup'un Apikal Kısa Eksen İnferolateral – Anterolateral Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	66
Tablo 34.	Beşinci Grup'un Apeks ve İnferoapikal Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma	67

ŞEKİLLER DİZİNİ

	SAYFA
Şekil 1. Koroner arter segmental anatomisi	4
Şekil 2. Koroner arterlerin anterior, kraniokaudal ve posterior 3D volüm görüntüsü	5
Şekil 3. Büyük kardiak ven ve Koroner sinüs sistemi	7
Şekil 4. Avrupa’da cinsiyete göre ölüm oranlarının dağılımı	10
Şekil 5. Gama kamara şeması	13
Şekil 6. Ventrikül duvarlarının SPECT kesitlerinde şematik görünümü	25
Şekil 7. MPS yorumlamada kullanılan eksen görüntüleri	33
Şekil 8. Short aksis kesitlerinden polar harita oluşumunun şematik görünümü	35
Şekil 9. Üç boyutlu BT görüntüleme ve planar projeksiyonlarda (short axis:SA) 100 mL maden suyu suyu içirilmiş (A) ve içirilmemiş (B) görüntülerde mide hacmi	40
Şekil 10. Perfüzyon polar haritası	45
Şekil 11. Toplam stres skoruna göre belirlenen olgu grupları	46
Şekil 12. Her iki nükleer tıp uzmanının basınç uygulamasını en iyi görüntü olarak değerlendirdikleri olgu örneği	49
Şekil 13. Her iki nükleer tıp uzmanının maden suyu içimi sonrası yapılan çekimi en iyi görüntü olarak değerlendirdikleri olgu örneği	50

SİMGELER ve KISALTMALAR

A-V	Atriyovenriküler
BT	Bilgisayarlı tomografi
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
EKG	Elektrokardiyografi
EKO	Ekokardiyografi
KAH	Koroner arter hastalığı
KeV	Kiloelektron volt
LAD	Sol anterior desenden arter
LCX	Sol sirkumfleks
LEGP	Düşük enerjili genel amaçlı
LEHR	Düşük enerjili yüksek çözünürlüklü
LMCA(LMA)	Sol ana koroner arter
MBq	Megabequerel
mCi	Milüküri
MI	Miyokart infarktüsü
MİBİ	Methoxyisobutylisonutritile
MPS	Miyokart perfüzyon sintigrafisi
PET	Pozitron emisyon tomografisi
PLV	Posterolateral ventriküler dallar
RCA	Sağ koroner arter
PDA	Posterior Desenden Arter
SPECT	Single foton emisyon tomografisi
SVEF	Sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonu
^{99m}Tc	Teknesyum-99m
²⁰¹Tl	Talyum-201

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Günümüzde iskemik koroner arter hastalığının tanısında koroner anjiyografi altın standart olarak kabul görmektedir. Ancak, invaziv olması nedeniyle özellikle şüpheli semptomları olan, orta olasılıkla koroner arter hastalığı riski taşıyan hasta grubunda koroner anjiyografi öncesi en sık başvurulanan test miyokart perfüzyon sintigrafisidir (1-3). Yapılan çalışmalara bakıldığında normal perfüzyon bulguları gözlenen vakalarda pozitif koroner anjiyografi bulgularına rastlanma olasılığı düşüktür. Bu sebepten dolayı bilimsel yayınlarda yer alan birçok çalışmada miyokart perfüzyonu normal olan olgulara koroner anjiyografi uygulanmamakta ve miyokart perfüzyon sintigrafisi pozitif olgulardaki normal koroner anjiyografi sonuçları testin özgüllüğünü olduğundan düşük saptamaya yol açmaktadır (referral bias). Testin özgüllüğünü önemli oranda azaltan bir diğer sebep de normal değişkenlerin veya artefaktların yalancı pozitif olarak, yani defekt olarak yorumlanmasıdır. Bayan hastalarda özellikle sol meme dokusuna bağlı anterior-lateral, erkek olgularda ise diyafragmaya bağlı inferior duvarlarda doku atenüasyonu yanlış pozitif değerlendirmelere yol açabilmektedir. Atenüasyon artefaktları miyokart perfüzyon sintigrafisinin sağlıklı ve doğru bir şekilde değerlendirilmesinde önemli bir problem oluşturmaktadır. Basit klinik uygulamalar veya çekim prosedürlerinde bir takım ek uygulamalar yaparak bu artefaktların kısmen veya tamamen ortadan kaldırılması ile miyokart perfüzyon sintigrafisindeki yalancı pozitiflik oranının düşürülebileceği ve hastanın daha doğru değerlendirilebileceğini düşünmekteyiz (4-15).

Bu klinik çalışmanın amacı Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi'nde (MPS) atenüasyon artefaktları ekarte edilmesi açısından Maden Suyu (Doğal Mineralli Su) içirilmesi ve Ekstraabdominal Basınç uygulamasının etkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kalp ve Koroner Arterlerin Embriyolojisi

Çalışmaya başlayan ilk sistem kardiyovasküler sistemdir. Difüzyon ile embriyonun oksijen ve besleyici madde gereksinimi yeteri kadar karşılanamayacağı için, ilkel kalp 22-23. günlerde çalışmaya başlar (16).

Endokard tüpleri adı verilen çift vasküler yapı embriyonik hayatın 19. gününde splanknik mezodermin kardiyojenik yörüngesinde gelişime başlar. Bu iki endotel kalp tüpü 3. haftanın sonunda toraks bölgesinde, orta çizgi boyunca bir araya gelir ve birleşir. Böylelikle tek bir primer endokard kalp tüpü oluşur. Uzayan kalp tüpünde 21. günde boğumlanmalar ve genişlemeler ortaya çıkar. Bu yapılar turuncus arteriosus, bulbus kordis, ventrikül, atriyum ve sinus venozus'u oluşturur (17, 18).

Ventrikül tabanında, kalbin apeksine yakın, median musküler bir kabartı (septum interventriculare pars muscularis) oluşması ile ilkel ventrikül iki ayrı ventriküle ayrılır (16).

Embriyolojik dönemde koroner arterler; ventriküller, büyük damarlar veya her ikisi birlikte sinusoidler aracılığı ile ilişki halindedirler. Miyokardiyal hücrelerin beslenmesi, tamamı ile sinüzoidlerden difüzyonla sağlanmaktadır. Sinüzoidal dolaşım bir süre sonra yetersiz kalır. Karaciğerden göçen bazı hücreler kalbin etrafını sararak epikard tabakasını ve yüzeyel koroner dolaşım sistemini oluşturur. Bu ilkel dolaşım sistemi miyokarda penetre olup intertrabeküler boşlukta anastomozlar yapar. Diğer taraftan aortaya doğru ilerleyerek sinüslerine penetre olur (19).

2.2 Kardiyovasküler Sistem Anatomisi

2.2.1 Kalp anatomisi

Kalp veya **yürek** (Arapça: قلب *kalb*; Latince: *cor* ; Yunanca: Καρδιά = kardia), kalp kası olarak bilinen özel bir tip çizgili kastan oluşmuş kendiliğinden kasılma özelliğine sahip kuvvetli bir pompa olarak tanımlanır (20). Mediasteninin orta kesiminde, sol 4. ve 6. ön kostalar ile sternumun arkasında yer alan, sağda ve solda akciğerlerin mediastinal yüzlerine, altta diyafragma, önde sternuma, kıkırdak kostalara, timus artıklarına ve kısmen akciğerlere, arkada ise özefagusa komşu organdır (21). Kalbin ortalama uzunluğu 12 cm, genişliği 9 cm ve kalınlığı 6 cm'dir. Hacmi 250-350 cm³ kadardır. Günde ortalama 3784 litre kan pompalamaktadır (22). Aşağıda tepesi, yukarıda tabanı bulunan hafif basılmış bir koni şeklinde olan kalp oblik olarak yerleşmiştir. Erişkin bir erkekteki ağırlığı yaklaşık 300 gr, erişkin bir kadında ise yaklaşık 250 gr ağırlığındadır. İki ventrikül ve iki atriyumdan oluşan dört boşluklu fibromusküler bir yapısı mevcuttur (23).

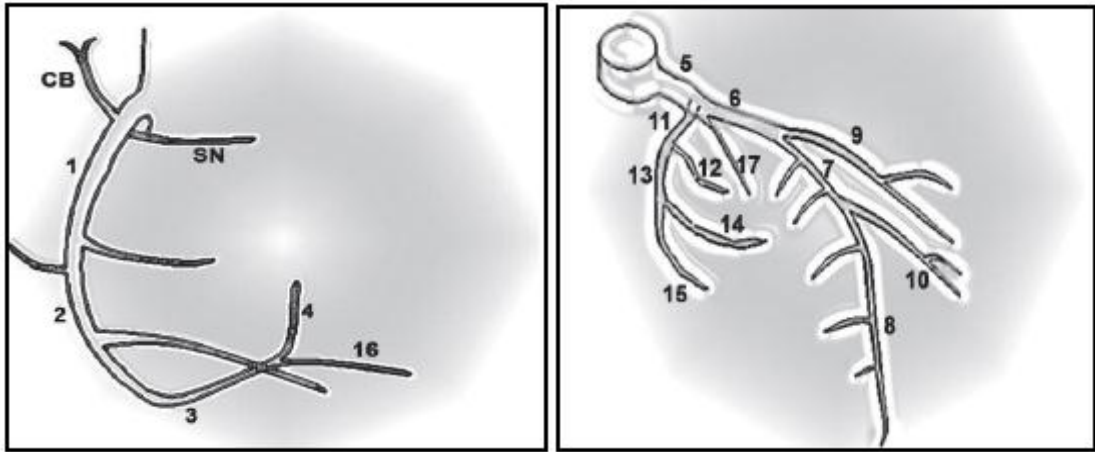
Kalbi 4 boşluğa ayıran yapılar; septum interatriale, septum interventriculare ve septum atrioventriculare'dir. Bu boşluklara, atrium cordis dextrum, atrium cordis sinistrum, ventriculus dexter ve ventriculus sinister adları verilir. Kalbin boşluklarını birbirinden ayıran septumlar oluklar meydana getirir ki bu oluklar dış yüzden de görülebilir. Bu olukların bazıları oldukça derindir ve içerisinde bir takım yapıları barındırır. Atriyumlar ile ventrikülleri birbirinden ayıran oluğa sulcus coronarius (sulcus atrioventricularis) adı verilir. Bu olukta, kalbi besleyen ana koroner arterler ve sinus coronarius bulunur. Ventrikülleri birbirinden ayıran ise önde ve arkada birer tane olmak üzere yerleşmiş 2 ayrı oluktur. Ön yüzde bulunan sulcus interventricularis anterior; arka yüzde bulunan ise sulcus interventricularis posterior adını alır (24).

2.2.2 Koroner arter anatomisi

Kalbin oksijen ve enerji gereksinimi koroner arterler tarafından sağlanır. Koroner arterler asendan aortadan çıkar ve aortadan çıktığı yerlere ostium denir. Ostiumlar aort kapakçıklarının hemen üzerinde yer alan sinüs valsalvalardan çıkar ve bu sayede ostiumlar, aort kapakçıklarının açılmasından etkilenmezler. Çeşitli varyasyonlar bulunmasına rağmen koroner arterlerin anatomisi genel olarak benzerlik göstermektedir.

Koroner arterler, köken aldıkları sinüs valsalva ve izledikleri yola göre isimlendirilirler. Sağ koroner arter (RCA) sağ sinüs valsalvadan (anterior sinüs valsalva), sol ana koroner arter (LMA) ise sol sinüs valsalvadan (posterior sinüs valsalva) köken almaktadır. Posterior desenden arter (PDA) ve posteriolateral ventriküler dallar (PLV) RCA'dan köken alıyorsa sağ dominant koroner dolaşım denir. Popülasyonun %85'inde sağ dominansı mevcuttur. Fakat %8 oranında PDA ve PLV, sol sirkumfleks (LCX) arterden (LCX) köken alır ve buna da sol dominant koroner dolaşım denir. Kodominant koroner dolaşım ise yaklaşık %7 dolaylarında görülmekte olup PDA, RCA'dan; PLV ise LCX'den köken alır (25-28) .

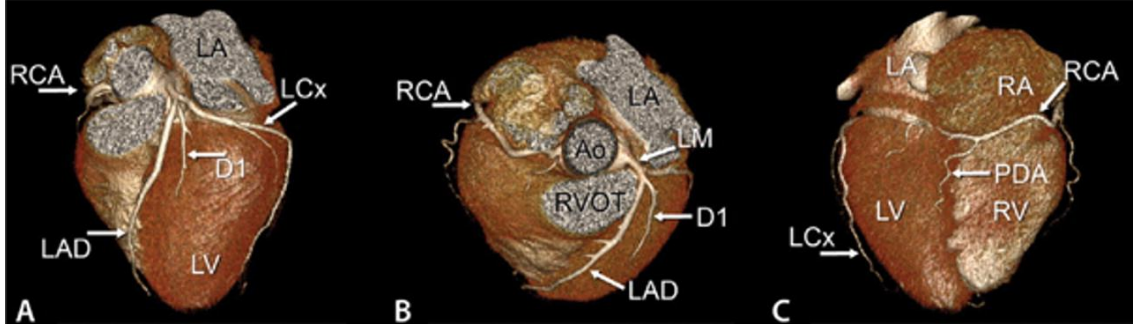
Koroner arterler, Amerikan Kalp Cemiyeti sistemine göre 17 segmentte incelenmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Koroner arter segmental anatomisi (29). [1: RCA proksimal segment, 2: RCA orta segment, 3: RCA distal segment, 4: PDA, 5: LMA, 6: LAD proksimal segment, 7: LAD orta segment, 8: LAD distal segment, 9: D1, 10: D2, 11: LCX proksimal segment, 12: OM1, 13: LCX orta segment, 14: OM2, 15: LCX distal segment, 16: PLV, 17: ramus intermedius, CB: konal arter, SN: sinonodal arter.]

2.2.2.a Sağ koroner arter

Sağ koroner arter, sağ sinüs valsalvadan çıkarak pulmoner trunkus ve sağ atriyum arasından sağ atriyoventriküler oluktan geçerek posterior interventriküler septuma doğru ilerler (Şekil 2).



Şekil 2. Koroner arterlerin anterior, kraniokaudal ve posterior 3D volüm görüntüsü (30) .

Sağ koroner arterin ilk dalı genellikle konus arteridir. Ancak konus arteri bazı olgularda direk aortadan da çıkabilir. Bazen LAD'den gelen bir dalla konus arteri anastomoz yapar ve buna 'Vieussens halkası' denir. Sinoatriyal nodu besleyen sinüs nod arteridir. Sinüs nod arteri, %60 proksimal RCA'dan, %40 proksimal LCX'den köken alır. Atriyoventriküler nodu besleyen arter ise %80 RCA'dan ve %20 LCX'den köken aldığı bildirilmiştir. RCA'dan, daha sonra ayrılan anterior dallar sağ ventrikülün serbest duvarını besler. Bu daldan daha sonra orta ve distal RCA bileşkesinde sağ ventriküle ayrılan dal, akut marjinal dal olarak isimlendirilir. Sağ dolaşım mevcut ise distalde RCA; PDA ve PLV dallarına ayrılır. Kalbin apeksini besleyen LAD arteri eğer küçük ise PDA, anterior interventriküler septumun üçte birini beslemek üzere apeks çevresine dallar verebilir. RCA, sağ ventrikülün ön 2/3'ünü, kalbin sağ kenarını, sağ atriyum ve interventriküler septumun arka 1/3'ünü besler (26-28).

2.2.2.b Sol ana koroner arter (LMA)

Sol koroner arter sağdan daha geniş çaplıdır. Genellikle 10-20 cm uzunluğundadır (31). Sol ana koroner arter (LMCA), sol sinüs valsalsvadan çıkar. Pulmoner trunkusun arkasından, sol atriyumun arasından sola ve öne doğru ilerlerleyerek atriyoventriküler oluğa uzanır. Atriyoventriküler oluk düzeyinde genellikle LAD, LCX arterlerini oluşturarak iki dala (bazı olgularda ise ramus intermedius diye üçüncü bir dala daha) ayrılır. Ramus intermedius dalı, LAD arterinin birinci diagonal dalı ile benzer bir seyir göstererek sol ventrikül anterioruna ilerler. Olguların %0,4'ünde sol ana koroner arter bulunmaz. Bu durumda LAD ve LCX arterleri sol koroner sinüsten ayrı birer ostiumları ile direk sol sinüs valsalsvadan köken alır.

2.2.2.c Sol anterior desenden arter (LAD)

Sol anterior desenden arter (LAD), anterior interventriküler olukta seyreder (Şekil 2). Olguların 1/3'ünde apekse kadar ilerler. LAD, sol ventrikülün anterior serbest duvarına diagonal dallar verir ve anterior interventriküler septuma septal dallar gönderir. Bu dallar çıkış sıralarına göre adlandırılır. LAD interventriküler septumun ön 2/3'ünü; sol ventrikülün anterior ve lateral duvarını; anterolateral papiller kasın bir kısmını ve sağ ventrikül anteromediyal bölümünün 1/3'ünü besler (26-28).

2.2.2.d Sol sirkumfleks arter

Sol sirkumfleks arter, sol atriyoventriküler olukta seyreder (25). Sulcus coronariusun önce sol-ön kısmında sola doğru ilerler ve kalbin sol kenarını dönerken daha küçük olan iki dala ayrılır. Bu dallar birinci ve ikincisi marjinal dallar olarak adlandırılır. Bu dallardan biri sulcus coronariusun arka-sol kısmında ilerleyip sağ koroner arterden gelen dal ile burada anastomoz yapar. Diğer dal kalbin sol kenarı ile sulcus interventricularis arasında kalan alanda ve genellikle kalbin sol kenarına paralel olarak kalp tepesine doğru kıvrılarak ilerler (31). Bunlar ana daldan çıkış sıralarına göre numaralandırılır. LCX, sol ventrikülün sol kenarını ve anterolateral papiller kasın bir kısmını besler. Ayrıca atriyal dalı ile sol atriyumun ön, yan ve arka kısmını besler. LCX'in büyüklüğü dominant olup olmamasına göre değişmektedir (26-28).

2.2.2.e Koroner arter varyasyonları

Koroner varyasyonların bilinmesi koroner anjiyografi, koroner girişim ve kardiyak cerrahiye gidecek hastalar açısından önemlidir.

İntermedius arter varyasyonu: LMCA bifurkasyonundan LAD ve LCX ile ayrılır ve tüm popülasyonda %10-30 oranında görülür. İntermedius arter, LAD'ın diagonal dalları ve LCX'in obtus dalları arasında bir alanı besler (32). Klinik olarak bir önemi yoktur.

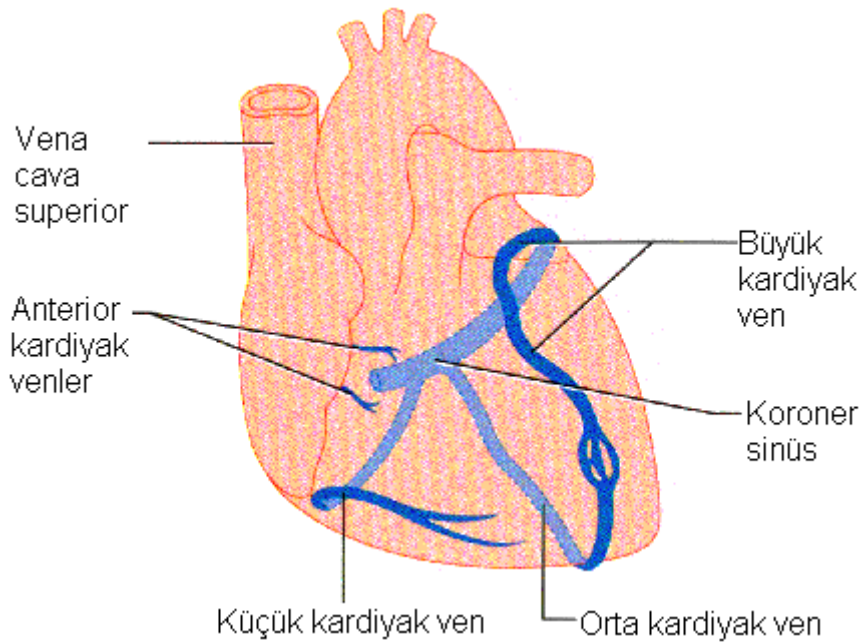
Ektopik olarak sağ sinüs valsalsvadan çıkan konus arteri: İnsanlarda %50-60 oranında sağ koroner arter proksimalinden ilk önce konus arteri ayrılır. Bu arter sağ koroner sinüsten ayrı bir orifis ile de çıkabilir (33). Konus arteri sağ ventrikülün pulmoner çıkış bölümünü besler. Bu varyasyonun sıklığı %17 düzeyindedir (34-35).

Aortadan ayrılan bir konus arteri konvansiyonel anjiyografi sırasında yanlışlıkla kateterize edilirse dispne gibi belirtilere yol açabilir.

Sinüs nod arterinin ektopik olarak LCX'ten çıkması: Sinus nod arteri, %60 proksimal RCA'dan, %40 proksimal LCX'ten ve çok nadiren de ekstrakardiyak bir arterden ayrılır (32-33, 36). Klinik açıdan bir önemi yoktur.

2.2.3 Koroner venler

Kalbin venöz drenajı koroner sinüs sistemi, anterior kardiyak venler ve vena cordis minima (Thebesian venleri) ile gerçekleşir. Atriyoventrikuler olukta ilerleyen ve sağ atriyumun posterioruna dökülen vene “büyük kardiyak ven” denir ve dallarıyla birlikte bu sistem, koroner sinüs sistemi olarak adlandırılır (Şekil 3). Anatomik olarak koroner sinüs sistemi kalbin venöz drenajının yaklaşık %75'inden sorumludur (37).



Şekil 3: Büyük kardiyak ven ve Koroner sinüs sistemi (38)

Anterior interventrikler ven, anterior interventrikuler olukta (LAD arterine paralel) ilerler ve büyük kardiyak vende sonlanır. Büyük kardiyak vende sonlanan diğer iki dal; posterior interventrikuler ven ve orta kardiyak ven ise posterior desenden artere paralel seyrederken büyük kardiyak vende ya da direkt sağ atriyumda sonlanır. Büyük kardiyak ven daha sonra kalbin tabanında, sol atriyoventrikuler oluk boyunca (LCX arterine

paralel) laterale doğru dönerek koroner sinusle birleşmek üzere posteriora ilerler. Büyük kardiyak ven koroner sinüs içinde sonlanır (39).

2.3. Kardiyovasküler Sistem Fizyolojisi

2.3.1 Kalp ritminin sempatik ve parasempatik kontrolü

Kalp hem sempatik hem de parasempatik sinirlerce beslenir. Vagus siniri özellikle sinüs ve atriyo ventriküler (A-V) düğümlerinde, daha az oranda her iki atriyum ve ventrikül kasında dağılım gösterir. Sempatik sinirler ventriküllerde yoğun olmak üzere kalbin bütün bölümlerine dal verir. Parasempatik sinirlerin uyarılması vagus uçlarından asetil kolin salınımına sebep olur. Bu da sinüs düğümü ritmini ve A-V kavşak liflerinin uyarılabilirliğini azaltır. Böylece kalbin ritmi yavaşlar. Sempatik sinir sisteminin aktivasyonu sinüs düğümünün ateşleme hızını, kalbin diğer bölümlerindeki ileti hızını ve uyarılabilirlik düzeyini artırır. Bununla birlikte atriyum ve ventrikülün kasılma kuvvetini de artırır. Sempatik sinir sisteminin maksimum düzeyde uyarılması kalbin atım hızını yaklaşık üç katına, kasılma kuvvetini yaklaşık iki katına çıkartabilir (40).

2.3.2 Koroner akım mekaniği:

Koroner kan akımı diğer organlardan farklı olarak esasen diyastol esnasında sağlanır. Sistolde akım daha düşüktür. Koroner venöz akım sistol sırasında yüksek, diastol sırasında düşüktür (41). Miyokart kontraksiyonun devamı için koroner perfüzyon gerekir ve koroner perfüzyon için gereken bu rezistan etki ventrikül basıncı ya da değişen miyokardiyal esneklikle sağlanır.

2.3.3 Miyokart kan akımının düzenlenmesi:

İstirahatte dahi miyokart, iskelet kasından yaklaşık 15-20 kat daha fazla oksijene ihtiyaç duyar (miyokardda 8-10 ml oksijen/dk/100 gr doku, iskelet kasında 0,5 ml oksijen/dk/100gr doku) (42). Koroner arterler yüksek oksijen tüketimine uygun yapıdadır. Miyokardın oksijen tüketimi yüksek olduğu için koroner venlerin oksijen saturasyonu diğer venlerden %20 daha düşüktür.

Miyokart kan akımı internal otonöregülasyon, eksternal kompresif etkiler, nöral regülasyon, metabolik ihtiyaç ve endotel içi faktörlere bağlı olarak düzenlenir.

Perfüzyon basıncı değiştiğinde kan akımını sabit tutan intrinsek mekanizma otoregülasyondur (43).

Sinirsel ve hormonal etkiler gibi dış kontrol mekanizmalarından uzaklaştırılsa da, kalbin işlevi metabolik ihtiyaçları sağlamaya devam edebilmektedir. Özellikle miyokart kasılması esnasında salınan ve arteriollerin tonusunu sağlayan oksijen, karbondioksit, hiperosmolarite, hidrojen, potasyum ve kalsiyum seviyelerinde değişiklikler ve adenosin gibi metabolitler bu etkiye neden olur. Adenosin koroner arterlerin en güçlü dilatatörlerinden birisidir (44). Miyokart oksijen tüketimi, adenosin salınımı ve koroner akım arasındaki korelasyon çok iyidir (45).

Normalde endotel hücreleri tarafından sürekli salınan ve en dikkat çekicisi nitrik oksit olan birkaç vazoaaktif madde vardır (46). Düşük oksijen basıncı, trombosit ürünleri, artmış duvar gerimi gibi çeşitli stimulanların etkisi bu vazoaaktif maddelerin sentez ve salınımını bazal seviyenin üzerine çıkarır. Böylece subendotelyal düz kas hücreleri gevşer ve vasküler tonus azalır. Nitrik oksit egzersiz sırasında koroner arter stenozunun azaltılmasında destekleyicidir ve miyokart perfüzyonuna katkı sağlar (47-48).

2.4. Miyokardiyal İskeminin Patofizyolojisi

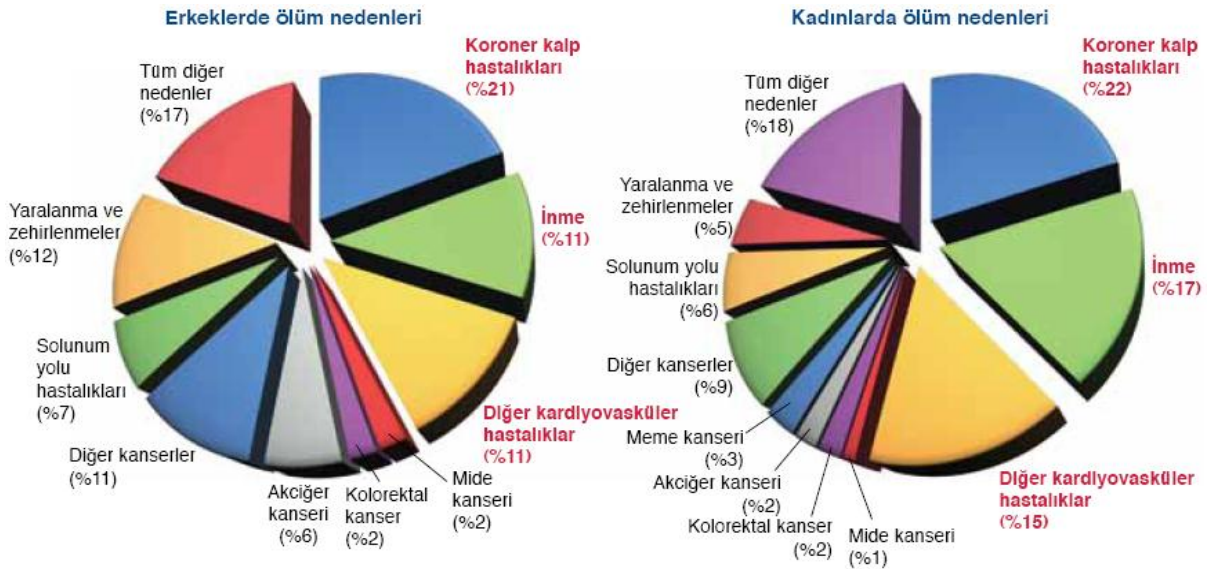
Kalp kasının ihtiyacını karşılayacak yeterli kanlanmanın olmaması sonucu gereken oksijenin ve metabolik substratların taşınamaması ve metabolitlerin uzaklaştırılamamasına iskemi denir. İskemi gelişmesinin ardından, sırayla miyokart duvar hareket bozukluğu, sol ventrikul diyastolik disfonksiyonu, sol ventrikul sistolik disfonksiyonu ve kalp yetmezliği meydana gelir. Üç olay sorumlu tutulur.

- a- Ateroskleroza bağlı koroner kan akımının azalması
- b- Koroner vazokonstrüksiyon
- c- Endotel disfonksiyonuna bağlı mikrodolaşımda vazodilatatör kapasitede azalma (49)

2.5. Koroner Arter Hastalığı (KAH)

Kalp ve damar hastalıkları tüm dünyada önde gelen mortalite ve morbidite nedenidir. Her yıl Avrupa'da 4,3 milyon, Avrupa Birliği'nde ise iki milyondan fazla kişinin ölümüne yol açmaktadır (50). Avrupa'da kadınlarda ve erkeklerde ölüm

nedenlerinin dağılımı görülmektedir (Şekil 4). Kadınlarda kalp ve damar hastalıkları erkeklere kıyasla on yıl daha geç ortaya çıkmakta, buna bağlı olarak miyokart infarktüsü (MI) ve ani ölüm gibi ciddi komplikasyonlar da erkeklere oranla daha geç görülmektedir (51). Türkiye’de genç nüfusa rağmen aterosklerotik vasküler hastalık sıklığı beklenmedik bir biçimde yüksektir. Koroner mortalite oranı her 100 kişi-yılına 5 ile birçok Avrupa ülkesinden daha yüksektir. Genç ve büyük bir nüfusa sahip olan Türkiye’nin koroner olay sırasındaki yaşın 50’den küçük olduğu grupta en yüksek oranla birinci sırada olması Avrupa ile kıyaslandığında oldukça önemli bir farklılık ortaya çıkmaktadır (52). TEKHARF 2009 çalışmasında elde edilen verilere göre 45-74 yaş kesiminde genel mortalite 1000 kişi-yılında erkekte 17, kadında 9,8 olup yüksek seyretmektedir. Fakat koroner kalp hastalığı ölüm oranının, verileri incelenen Avrupa’nın 30 ülke nüfusunun ortancası olarak halen 1000 kişi yılında erkekte 2,3; kadında 0,72 bulunduğu göz önüne alınırsa ülkemizde bunun 3 ila 5 katı oranında sürmesi kaygı vericidir (53). KAH tanısında en önemli yaklaşımlardan biri miyokart iskemisinin gösterilmesidir. Miyokart perfüzyon sintigrafisi bu amaçla yaygın olarak kullanılan ve iskemik miyokardın tanımlanmasında yüksek sensitivite sağlayan noninvaziv bir tanı yöntemidir (54).



Şekil 4. Avrupa’da cinsiyete göre ölüm oranlarının dağılımı, 2007 (50).

2.5.1. Klinik bulgular

Stabil angina pectoris: Egzersizle ya da emosyonel stres ile ortaya çıkan, retrosternal, baskı karakterinde, 1–5 dk süren, sol kola, sırta, çeneye yayılan kreşendo-dekreşendo karakterinde göğüs ağrısı.

Unstable angina pectoris: Son iki ayda ortaya çıkan, günde üçten fazla tekrarlayan, şiddet-karakter-süresinde artış olan, istirahatle ortaya çıkan göğüs ağrısı.

Prinzmetal variant angina: Epikardiyal koroner arterlerin fokal spazmı sonucu ortaya çıkan göğüs ağrısıdır. Bir anstabil anjina formudur. Çoğunlukla istirahat veya uykudan uyanma esnasında ortaya çıkar.

Miyokart infarktüsü: En az 30 dk süren, sıkıştırıcı karakterde, retrosternal bölgede olan, kola ve sırta yayılan, az sayıdaki hastada epigastrik bölgede hissedilen, nitrogliserine yanıt vermeyen göğüs ağrısıdır.

Stunned miyokart: Klinik olarak stunned miyokart, muhtemelen akut infarktüsün reperfüzyonundan sonra ortaya çıkmaktadır. Henüz kesin fizyopatolojisi bilinmemektedir. Miyokart enerji üretiminin veya enerji sağlanımının bozulması, aşırı kalsiyum yüklenmesi, kapillerlerin nötrofiller tarafından obstrüksiyonu, miyofilament düzeyinde kalsiyuma duyarlılığın değişmesi gibi bazı nedenler ileri sürülmektedir. Bu hastalarda, perfüzyon normal olmasına rağmen altı hafta kadar uzayabilen sistolik fonksiyonlarda bozulma görülebilir. Akut miyokart enfarktı geçiren hastalarda stunned miyokart ile geri dönüşümsüz miyokard hasarının ayrılması tedavi ve dolayısıyla prognoz açısından oldukça önemlidir.

Hiberne miyokart: İstirahatte kronik perfüzyon azlığına bağlı veya sürekli tekrarlayan stunning sonucu sol ventrikül disfonksiyonunu ifade eden bir kavramdır. Hiberne miyokardda, hücre yapısı ve bütünlüğü normal olmasına rağmen kontraktıl fonksiyonlar bozulmuştur. İskemik kardiyomiyopatinin semptom ve belirtileri ile beraber düşük ejeksiyon fraksiyonu (EF) ve anormal duvar hareketleri bulunur. Buradaki canlı dokunun gösterilmesi revaskülarizasyon tedavisi için oldukça önemlidir (49, 55) .

2.5.2. Koroner arter hastalığı tanısında kullanılan yöntemler

İnvaziv ve non invaziv olmak üzere iki başlıkta incelenebilir.

2.5.2.a. Noninvaziv tanı yöntemleri

- a- İstirahat ve egzersiz elektrokardiyografisi
- b- Stress Ekokardiyografi (EKO) (Egzersiz Veya Dobutamin)
- c- Elektron Işını Bilgisayarlı Tomografi (EBT)
- d- Bilgisayarlı Tomografi ile Koroner Anjiyografi (BTA)
- e- Manyetik Rezonans Anjiyografi (MRA)
- f- Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)
- g- Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi

2.5.2.b. İnvaziv tanı yöntemleri

- a- İntravasküler Ultrasonografi (IVUS)
- b- Koroner Anjiyografi

2.6. Gama Kameralar

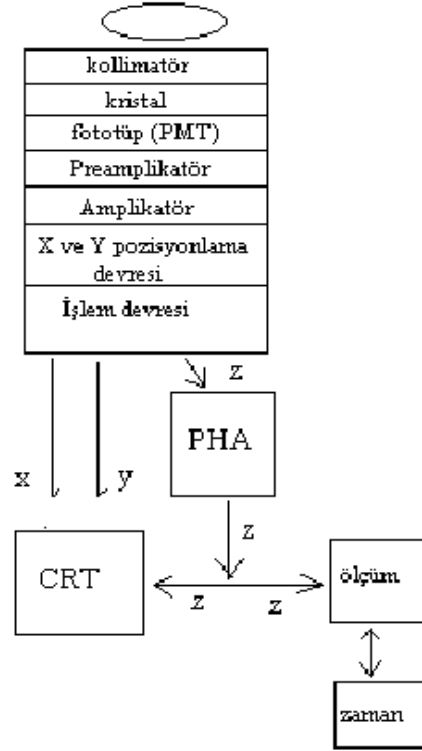
Hal Anger 1959'da NaI(Tl) kristali ve 7 adet foton çoğaltıcı tüpü (PMT) olan ilk gama kamerayı icat etmiştir. Konvansiyonel gama kameralarda, organdan yayılan gama fotonları kolimatör tarafından yönlendirilerek dedektör elementi olan sodyum iyodür kristali üzerine düşürülür. Kridtalde gama ve X ışını madde etkileşimi sonucu compton saçılımı ve fotoelektrik etki ile görünür ışık oluşur. Madde etkileşiminden oluşan kompton ve fotoelektronlar foton çoğaltıcı tüpte çoğaltılır. Foton çoğaltıcı tüpten çıkan pulslar amplikatörde büyütülür. Puls yükseklik analizöründe enerji spektrumunda istenilen aralıkta olanlar bilgisayara gönderilerek görüntü oluşturulur (56).

Gama Kamara Çalışma Prensipleri:

Gama kamaralar aşağıda belirtilen parçalardan oluşur (Şekil 5).

- a- Kollimatör (kristalin göreceği alanı belirler)

- b- Kristal (çarpan gama ışınları ile görünür ışık oluşturur)
- c- Fotomultiplier tüpler (foton çoğaltıcı tüpler)
- d- Puls yükseklik analizörleri
- e- Bilgisayar



Gama kamera Şeması

Şekil 5. Gama kamara şeması

2.6.1. Kollimatör:

Kollimatör, kurşundan yapılmış, farklı sayıda ve şekilde delikleri olabilen, kristalin görüş açısını belirleyen parçasıdır. Kaynağın her noktasından çıkan fotonlar, kristal üzerinde iki boyutlu bir görüntü meydana getirirler. Sintilasyon sahasından oluşmuş bir görüntünün aynen kaynağın şeklini yansıtması kristal önünde bulunan paralel delikli bir kolimatörün sayesinde. Delikler arasındaki kısımlar septa olarak isimlendirilir ve orjinal noktalardan saparak yanlış pozisyon bilgisi getiren saçılmış ışınların kristale ulaşmasını önler.

Tek dedektörle pek çok radyonüklid görüntülenebilmesi için çok sayıda kollimatör kullanılır. Kollimatörler deliklerinin septa kalınlığına göre düşük enerjili, orta enerjili ve yüksek enerjili olarak sınıflanır. Düşük enerjili kollimatörler 100-200

keV (kiloelektron volt) arası, orta enerjili kollimatörler 200-300 keV arası ve yüksek enerjili kollimatörler >300 keV enerjiye sahip gama ve X ışınlarını dedekte etmekte kullanılır. Kollimatörler deliklerin boyu rezolüsyonu belirler ve delik boyuna göre genel amaçlı ve yüksek rezolüsyonlu olarak sınıflandırılırlar. Kollimatörler deliklerinin kristale bakış açısına göre “Pin-hole”, “Paralel delikli”, “Diverjan kollimatörler” ve “Konverjan kollimatörler” olarak sınıflandırılır.

2.6.2. Kristal:

Kaynaktan çıkan fotonlar kollimatörden geçtikten sonra kristal tarafından durdurulurlar. Kristalde görünür ışık (yaklaşık 30 eV başına bir görünür ışık) oluşur. Kristal alüminyum taşıyıcı içerisindedir. Alüminyum taşıyıcı kristalin hidroksillenmesini engeller. Kristal hızlı oda ısısı değişimlerinden (saatte 3 °C çok) korunmalıdır. Hızlı oda ısısı değişimi kristal kırıklarına sebep olabilir.

2.6.3. Fotomultiplier tüp (PMT veya fototüp):

PMT kristal üzerine fikse edilmiştir. Vakum gaz dolu tüptür. Kristale yakın kısmında ışığa duyarlı katot, tüpün diğer tarafında anot yerleştirilmiştir. Katot ve anot arasında bir seri (genellikle 10 adet) dinot denilen metal elektrotlar bulunur. Dinotlar arasında 1000 volt, anot ve katot arasında 100 volt voltaj farkı uygulanmıştır. Kristalde oluşmuş ışık PMT fotokatoduna ulaştığında, bu fotoelektron en yakın dinota aktarılır. Bu fotoelektron dinotlar (aralarında 100 voltaj farkı sayesinde) arasında çoğaltılarak ve hızlandırılarak son dinottan anota ulaştırılır. Bir fotoelektron anota ulaştığında 10^5 - 10^{10} elektron olmaktadır. Fotomultiplier tüp sayısı artışı ile dedektör rezolüsyonu büyür. Çeşitli gama kamaralarda altıgen şeklinde 19-91 arası PMT, kristal arkasına fikse edilmiştir.

2.6.4. Preamflikatör:

PMT’den alınan pulslar çok küçüktür. Bu pulsların daha ileri işlemlerde kullanılabilmesi için yükseltilmesi gerekir.

2.6.5. Amflikatör:

Preamflikatörden gelen pulsu hem yükseltir, hem de düzgün şekil almasını sağlar (57).

2.7. Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi

Miyokart perfüzyon sintigrafisi, radyofarmasötiklerin kan akımı yolu ile kalp kası içindeki dağılımının görüntüleyen, koroner arter hastalıklarının saptanmasında kullanılan, non-invaziv bir tanı testidir (58). Miyokart perfüzyon sintigrafisi akut miyokart infarktüsü tanısında, infarktüstten sonra risk değerlendirilmesinde ve kronik koroner hastalığı olan hastalarda miyokardial canlılığın ve skarın yorumlanmasında da sıklıkla kullanılmaktadır (1). Koroner arter by-pass greft operasyonları ve perkutan transluminal koroner anjiyoplasti uygulamalarının sayısının hızlı artışı ile bu revaskülarizasyon uygulamaları sonrasında klinik problemler oluşmuş hastaların sayısı gittikçe artmıştır. Revaskülarizasyon prosedürleri öncesinde ve sonrasında operasyon öncesi ve sonrası dönemde hemodinamik değişiklikleri tespit etmek; anjiyoplasti alanı ile by-pass grefti restenozu veya tıkanıklığını ortaya koymak; ilave iskemik alanları belirlemek; çoklu damar hastalığı mevcut, operasyon sonrasında göğüs ağrısı gelişen hastalarda şikâyeteye sebep olan iskemik damarın (culprit vessel) ortaya konmasında miyokart perfüzyon sintigrafisi bulguları oldukça önemlidir.

Yaygın kullanılabilirliği nedeni ile günümüzdeki radyonüklid kardiyak görüntüleme uygulamalarının büyük çoğunluğu SPECT (single photon emission computed tomography) görüntülemeye yapılmaktadır. Pozitron yayan ajanlar ile yapılan kardiyak pozitron emission tomography (PET) görüntüleme; kantitatif ölçümlerin yapılabilmesi, yüksek uzaysal rezolüsyon, atenüasyon düzeltilmesi ve miyokardial metabolizmanın değerlendirilebilmesi nedeni ile SPECT görüntülemeye göre daha üstün özelliklere sahiptir. Fakat ulaşılabilirlik ve yüksek maliyet gibi sorunlar nedeniyle SPECT'e göre kardiyak çalışmalarda kullanılabilirliği düşüktür (59).

2.7.1. Miyokart perfüzyon görüntülemesinde kullanılan radyofarmasötikler

2.7.1.a. Talyum-201 klorid (Tl-201):

Siklotron ürünüdür. Primer olarak 35-45 MeV proton radyasyonu ile ^{203}Tl (p,3n) ^{201}Pb radyasyonu ile üretilir. ^{201}Pb 9,4 saat yarı ömür ile ^{201}Tl 'a dikey olur. ^{201}Tl elektron yakalama ile bozunur. Yarı ömrü 73 saattir. Parçalanması sonucu kız radyonüklid Civa (Hg) meydana gelir. Parçalanması sırasında % 98'i 69 ve 81 keV enerjisinde X ışınları ve çok düşük miktarda 167 keV (% 8) ve 135 keV (% 2) gamma

ışını yayınlanır. Kalibrasyon gününde % 1'den az ^{200}Tl , % 1'den az ^{202}Tl , % 0,25'den az ^{203}Pb ve %98'den çok ^{201}Tl içermelidir. Klinikte ^{201}Tl 'in Talyum klorid formu kullanılır. Oda ısısında saklanır. Kalibrasyondan sonra 5-6 günde kullanılmalıdır. ^{201}Tl bir potasyum analogudur ve hücre içine girişi büyük oranda Na-K-ATPaz pompası üzerinden aktif transportla, kısmen de elektropotansiyel gradiyent doğrultusunda pasif transportla sağlanmaktadır. Biyokinetik özellikleri potasyuma benzemekle beraber aynı değildir. Talyum-201'in kan klirensi oldukça hızlıdır, iv enjeksiyondan 5 dakika sonra yapılan dozun sadece %5-8'i dolaşımda kalır. Enjeksiyondan 10-20 dakika sonra miyokardda pik tutuluma ulaşılır. Normalde uygulanan dozun yaklaşık %5'i miyokardda lokalize olur. Ülkemizde üretilmediği için pahalı bir ajandır. Nükleer kardiyolojide görüntü için kullanılan ışınlar, yüksek miktarda yayınlanan x ışınlarıdır. ^{201}Tl 'in uzun yarı ömürlü olması, uzun süre saklanabilmesi ve geç görüntü alınabilmesi gibi avantajları vardır. Ancak, uzun yarı ömürlü olması, radyasyon dozu açısından hastaya yüksek miktarda aktivite verilmesini engellemekte ve görüntü kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. miyokart perfüzyon SPECT'i, tümör taraması ve hiperparatiroidi etiyoloji araştırılmasında kullanılır (60-61).

2.7.1.b. Teknesyum-99m sestamibi (Tc-99m sestamibi):

Tl-201 yerine kullanılan isonitril grubu içeren katyonik komplekstir. MİBİ açık haliyle methoxyisobutylisonitrile olarak yazılır. Kit bağlandığında önce $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sitrat oluşur. Sonra ligant exchange ile $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi şekillenir. Kiti tetrakis (2-MİBİ) tetrafluoroborate'nin bakır tuzu + stannous klorid + sodyum sitrat + mannitol + 1-sistein hipoklorid monohidrat içerir. Kiti perteknetat ile karıştırıldıktan sonra 10 dk. kaynatılmalıdır. Karışımın pH'sı 5,5'dir. Bağlanım yüzdesi %90'dan fazladır. Kit bağlanım öncesi ve sonrasında 15-30 °C'de saklanır. Bağlanımdan 6 saat sonra stabilitesi yüksektir. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi +1 yüklüdür. Kalite kontrolünde hidrolize ve serbest teknesyum için Al_2O_3 ince tabaka kromatografisi, solvent olarak etanol ($R_f=0,5$) kullanılır. Hidrolize ve serbest teknesyum strip'in tabanında kalır. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi kandan hızla temizlenir, pasif difüzyonla hücre içine girer ve mitokondride lokalize olur. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibinin ekstraksiyon fraksiyonu $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -tetrafosminle aynı iken ^{201}Tl ve $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -teboroxim'den daha düşüktür. İstirahat akımlarında ekstraksiyonu yaklaşık olarak ^{201}Tl 'in yarısı kadardır (62-63).

2.7.1.c. Teknesyum-99m tetrafosmin

[6,9-bis(2-etoksietil)-3, 12 dioksa-6,9-difosfa-tetradekan] açık formülüdür. Kiti tetrafosmin + stannous klorid dihidrat + sodyum sülfosalisilat + sodyum D glukonat + sodyum hidrojen karbonat içerir. Perteknetat eklendikten sonra oda ısısında 15 dk. beklenir. Önce ^{99m}Tc -glukonat oluşur. Sonra ligant exchange ile ^{99m}Tc -tetrafosmin oluşur. pH 8,3-9,1 arasında olmalıdır. Bağlanım yüzdesi % 90'dan fazladır. Kit bağlanım öncesinde veya sonrasında oda ısısında saklanır. Bağlanımdan 8 saat sonra stabilitesi yüksektir. ^{99m}Tc -tetrafosmin +1 yüklüdür. ^{99m}Tc -tetrafosmin lipofiliktir ve ^{99m}Tc -sestamibiye benzer şekilde mitokondride lokalize olur. ^{99m}Tc -tetrafosminin kitten hazırlanması kaynatma gerektirmediği için ^{99m}Tc -sestamibiden daha avantajlıdır. Miyokart perfüzyon sintigrafisinde kullanılır (64-65).

2.7.2. Egzersiz testleri

2.7.2.a. Eforlu egzersiz: 4 saatlik açlıkla gelmiş hasta EKG (elektrokardiyografi) ve tansiyon takibinde treadmill (koşu bandı) veya bisiklet egzersize alınır. Son 48 saat içinde kardiyak yakınması olmaması gerekir. Tıbbi açıdan kontrendikasyon yok ise kalp hızı ve kan basıncını etkileyecek ilaçlar (kalsiyum kanal blokerleri, beta blokerler vb.) en az 24-48 saat önce kesilmelidir. Eforlu egzersize alınacak hasta egzersiz öncesi son 48 saatte stabil olmalı, yürümesini engelleyen ortopedik, nörolojik, pulmoner, romatolojik vb. problemi olmamalıdır. Efor testinde sıklıkla Bruce veya modifiye Bruce programları uygulanır. Amaç yaşa bağlı hedeflenen maksimum kalp hızının % 85'ini geçmektir. Hedeflenen maksimum kalp hızı (220-yaş) ile hesaplanabilir. %85 altında kalan egzersize suboptimal egzersiz denir ve raporlamada muhakkak belirtilmelidir.

2.7.2.b. Farmakolojik stres: İki grup farmakolojik stres ajanı vardır.

b1. Vazodilatör ajanlar (dipiridamol ve adenozin): Adenozin, dolaysız koroner vazodilatasyonu sağlayan bir ajandır. Koroner arter duvarında bulunan adenozin A2 reseptörlerini aktive ederek adenozin siklaz ve siklik adenozin monofosfataz düzeylerini yükseltir ve transmembran kalsiyum uptake'ini azaltarak koroner vazodilatasyon sağlar. Adenozinin plazma yarı ömrü 2sn'dir. Adenozin testi için 0,14mg/kg/dk adenozin 6 dakika süre ile hastaya infüze edilirken 3. dk'da radyofarmasötik enjeksiyonu yapılır.

Plazma yarılanma süresi 2 sn olduğundan infüzyondan 1-2 dakika sonra maksimum etkisine ulaşır. İnfüzyonun son bulmasından 1-2 dakika sonra adenozinin etkisi ortadan kalkar. Bu nedenle çoğu kez aminofilin yapılmasına gerek duyulmaz. Yan etkileri dipiridamole benzer. Buna ilaveten atriyoventriküler iletiyi yavaşlatarak değişik tipte kalp bloklarına neden olabilir. Yurdumuzda pahalı olması nedeniyle kullanılmamaktadır.

Dipiridamol testi 300 mg/70kg hasta için fix doz oral verilirse radyofarmasötik enjeksiyonu 60 dk. sonra i.v. yapılır. İntravenöz dipiridamol uygulanımı yapılacaksa 0.56 mg/kg dipiridamol 4 dakikalık bir zaman içinde hastaya infüze edilir. İnfüzyondan 4 dakika sonra radyofarmasötik i.v. olarak enjekte edilir. ST çökmesi veya göğüs ağrısı olduğu durumlarda hastaya önce radyofarmasötik enjeksiyonu yapılır. Aminofilin dipiridamol antagonisti olup yan etki ortaya çıktığında 1-2 mg/kg aminofilin dk'da 1 ml gidecek şekilde enjekte edilir. Dipiridamol'un vazodilatasyon (baş dönmesi, baş ağrısı, flushing ve hipotansiyon), miyokart iskemisi (ST çökmesi ve anjina pectoris) ve gastrointestinal sistemle (bulantı ve karın rahatsızlığı) ilgili yan etkileri vardır. Ciddi komplikasyon riski efor testinde olduğu gibidir (2/100000). Riskin azaltılması için hastalar test sırasında EKG ile takip edilmelidir (66-67).

b2. İnotropik ve kronotrop adrenerjik ajanlar (dobutamin): Dobutamin, hem alfa hem de beta adrenerjik reseptörleri etkileyen, dolaylı olarak koroner vazodilatasyon yapan bir beta-agonist'dir. Miyokart üzerine pozitif kronotropik ve inotropik etkisi vardır. Vazodilatasyon sırasında, kalp hızının, kan basıncının ve kontraktilitenin artmasına bağlı olarak miyokart oksijen gereksinimi ileri derecede artırır. Koroner arter akımının yükseltilmesinde dipiridamol ve adenozinden daha az etkilidir. Dobutamin protokolünde, EKG kontrolü altında 3 dakikalık aralıklarla 5 µgr/kg/dk başlanarak 40 µgr/kg/dk kadar (5, 10, 15, 20, 30, 40 µgr/kg/dk) dobutamin infüze edilir. Submaksimal kalp hızına ulaşılmadığında 1 mg atropin i.v. enjekte edilmelidir. Plazma yarı ömrü kısa (yaklaşık 2 dk.) olduğundan, yan etkileri infüzyonun kesilmesinden hemen sonra kaybolur. Yan etki olarak, çarpıntı, nefes darlığı, bulantı, flushing, ST segment çökmesi, aritmi, hipotansiyon ve anjina görülebilir. Bu testin sonlandırılmasında efor testindeki kriterler uygulanır. Dobutaminle talyum sintigrafisinin doğruluğu, %90 duyarlılık ve %85 özgüllük gibi yüksek oranlar gösterir. Yine de dipiridamol ve adenozinin kontrendike olduğu, egzersiz yapamayan seçilmiş hastalarda dobutamin bir alternatiftir (68).

2.7.3. SPECT ve planar görüntüleme:

Geçmişten günümüze miyokart perfüzyon sintigrafisi hem teknik hem de kullanılan radyoizotoplar açısından ilerleme göstermiştir. Tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (Single Emission Computerized Tomography = SPECT) yöntemi sayesinde miyokart perfüzyon sintigrafisinin tanısal duyarlılığı daha artmış, koroner arter hastalığı tanısında ve değerlendirilmesinde kullanılan standart bir metot haline gelmiştir (69). Yapılan son çalışmalara bakıldığında miyokart perfüzyon sintigrafisinde SPECT uygulanması ile duyarlılık ve özgüllük değerlerinin %70-95 ve %50-90 dolaylarında seyrettiği gözlenmiştir (70).

Görüntüleme için dedektör pozisyonlaması 45° sağ anterior oblikten başlayıp 135° sol posterior oblikte sona erecek şekilde 180°'lik bir açı taranır. ²⁰¹Tl'de toplam 180°'lik yörünge yeterlidir. Uzaysal rezolüsyonu en üst düzeyde tutmak için kamera hastanın vücut yüzeyine mümkün olduğunca yaklaştırılır. Kalbi merkez olarak hedef alan dairesel bir yöründe sıklıkla uygulanan çekim tekniğidir. 360° SPECT uygulanması halinde vertebral kolonun atenüasyonu artefaktlara sebep olur. 180°'lik yörünge diğer avantajı ise sol omzun görüntü dışında kalmasıdır. Tl-201 ile yapılan görüntülemelerde aktivitenin internal redistribüsyonunu minimal düzeyde tutmak için çekim 20-25 dakika içinde tamamlanır (68). Konforsuz pozisyondaki hastalar hareket artefaktına sebep olur, çekim süresini çok uzatmamak bu artefaktları önlemek adına önemlidir. Görüntü parçalanmasını önlemek için mümkün olan en kısa zamanda kardiyak SPECT tamamlanmalıdır.

SPECT teknolojisi sayesinde günümüzde kısa eksen, vertikal uzun eksen ve horizontal uzun eksen olmak üzere üç boyutta görüntü alma şansı vardır. Bu sayede lezyonun lokalizasyonu daha net bir biçimde ortaya konmakta ve tanısal doğruluk oranı da dolaylı olarak artmaktadır (71).

Planar görüntülemelerde 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. Görüntülemelerde düşük enerjili genel amaçlı (LEGP) veya düşük enerjili yüksek çözünürlüklü (LEHR) kolimatörler kullanılabilir. Görüntüleme sırasında kolimatör hastanın göğüs duvarına mümkün olan en yakın mesafede olmalıdır. Kalp, faydalı görüş alanının %35-50'sini kaplayacak şekilde görüntü alanına yerleştirilmelidir. Geniş görüş açılı gama kamera kullanılıyor ise büyütme teknikleri uygulanabilir. Tanısal değeri olan görüntüler elde edilmesi için her

bir pozisyonda en az 600000 tercihen 1000000 sayım alınmalıdır. Planar ve SPECT görüntüleme protokolleri sırasıyla Tablo 1 ve 2’de özetlenmiştir. Dual izotop ile miyokart perfüzyon SPECT protokolüne ait bilgiler ise Tablo 3’de özetlenmiştir (72).

2.7.3.a. Planar görüntüleme protokolleri

Tablo 1. Planar görüntüleme protokolleri		
Radyofarmasötik	^{99m} Tc	²⁰¹ Tl
Kolimatör	LEHR	LEGP
Görüntü alanı	Geniş görüş alanlı kamerada: 1.2-1.5 büyütme Küçük görüş alanlı kamerada: (10 inç FOV) büyütme yapılmaz	Geniş görüş alanlı kamerada: 1.2-1.5 büyütme Küçük görüş alanlı kamerada: (10 inç FOV) büyütme yapılmaz
Matris	128 x 128	128 x 128
Pencere	140 keV, %20	72 keV, %30
Gating (opsiyonel)	16 frame/kalp siklusu	
Görüntüleme zamanı	5 dk (gating ile 10 dk)	8 dk
Görüntü sayımları	en az 1000000	en az 1000000

2.7.3.b. SPECT görüntüleme protokolleri

Tablo 2. SPECT görüntüleme protokolleri

Radyofarmasötik	Stres Çalışması	İstirahat Çalışması
²⁰¹ Tl	supin 10-15.dk 72 keV, %20 ve 167 keV, %20 LEGP 180° orbit (45 RAO - 45 LPO) maksimum piksel boyutu 6.4±0.2 mm sürekli/step-and-shoot 32 projeksiyon 64 x 64 matris zaman/projeksiyon 40 sn	supin 3-4. saat aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı
^{99m} Tc-MİBİ (aynı gün istirahat-stres)	supin 140 keV, %20 LEHR 180° orbit (45 RAO - 45 LPO) maksimum piksel boyutu 6.4±0.2 mm sürekli/step-and-shoot 64 projeksiyon 64 x 64 matris zaman/projeksiyon 25 sn EKG gated - uygulanmaz	aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı aynı zaman/projeksiyon 20 sn EKG gated - opsiyonel R- R aralığı %100 8 frame/siklus

^{99m} Tc-MİBİ	supin	aynı
(aynı gün stres-istirahat)		
	140 keV, %20	aynı
	LEHR	aynı
	180° orbit (45 RAO - 45 LPO)	aynı
	maksimum piksel boyutu	aynı
	6.4±0.2 mm	
	sürekli/step-and-shoot	aynı
	64 projeksiyon	aynı
	64 x 64 matris	aynı
	zaman/projeksiyon 20 sn	zaman/projeksiyon 25 sn
	EKG gated — uygulanmaz	EKG gated - opsiyonel R-R araligi %100
		8 frame/siklus
^{99m} Tc-MİBİ	supin	aynı
(ayrı gün)		
	140 keV, %20	aynı
	LEHR	aynı
	180° orbit (45 RAO - 45 LPO)	aynı
	maksimum piksel boyutu	aynı
	6.4±0.2 mm	
	sürekli/step-and-shoot	aynı
	64 projeksiyon	aynı
	64 x 64 matris	aynı
	zaman/projeksiyon 20 sn	zaman/projeksiyon 25 sn
	EKG gated - opsiyonel R-R araligi %100	EKG gated - opsiyonel R-R araligi %100
	8 frame/siklus	8 frame/siklus

Tablo 3. Dual izotop miyokart perfüzyon SPECT görüntüleme protokolü

Radyofarmasötik	İstirahat Çalışması
²⁰¹ Tl (2.5 mCi)	supin 15.dk 72 keV, %30 ve 167 keV, %20 LEHR 180° orbit (45 RAO 45 LPO) maksimum piksel boyutu 6.4 ± 0.2 mm sürekli/step-and-shoot 64 projeksiyon 64 x 64 matris zaman projeksiyon 25 sn EKG – gated - uygulanmaz
İstirahat görüntülemesini takiben	Stres Çalışması
^{99m} Tc-MİBİ (25 mCi)	supin 15.dk-1.saat 140 keV, %15 LEHR 180° orbit (45 RAO 45 LPO) maksimum piksel boyutu 6.4 ± 0.2 mm sürekli/step-and-shoot 64 projeksiyon 64 x 64 matris zaman projeksiyon 20 sn EKG gated - opsiyonel R-R araligi %100 8 frame/siklus

2.7.4. Normal miyokart perfüzyon sintigrafisinin görünümü:

Görüntüleme sonrası elde edilen SPECT görüntüleri hem görsel hem de kantitatif olarak yorumlanır. Görsel yorumlama hareket artefaktlarını gözden kaçırmamak için ham görüntülerin sine gösterimi ile başlar. Bu özellikte intratorasik, ekstratorasik veya aksiller patolojik aktivite tutulumlarını da saptamamızı sağlar. Hareket artefaktları, düzeltici programlar ile giderilmelidir. Rekonstrüksiyonda uygun filtreler kullanılmalı ve kesitler oluşturulmalıdır. Görsel yorumlamada, stres ve redistribüsyon görüntülerinin aynı düzeydeki kısa eksen, vertikal uzun eksen ve horizontal uzun eksen kesitleri alt alta getirilerek perfüzyon defektleri değerlendirilir. Kısa eksendeki kesitler anterior, septal, lateral ve inferior; vertikal uzun eksen kesitler apikal, anterior, inferior ve posterior; horizontal uzun eksen kesitler ise septal ve lateral segmentleri en iyi gösterir. Ayrıca, septal duvar; anteroseptal ve inferoseptal, lateral duvar; anterolateral, inferolateral ve posterolateral segmentlere ayrılır.

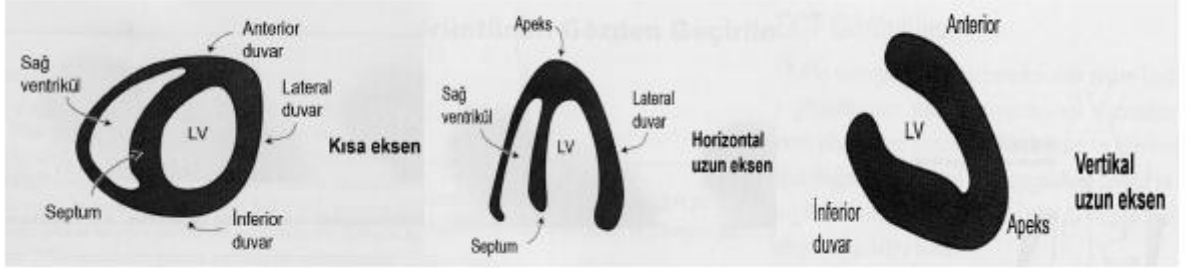
2.7.4.a. Talyum-201:

Radyofarmasötik enjeksiyonundan sonra rest çekimine alınan ²⁰¹Tl sintigrafisi görüntülerinde normalde sol ventrikül miyokardında tutulum tamamen düzenli olmalıdır. Sağ ventrikül istirahatte planar çalışmalarda görülmez fakat SPECT’le görülebilir. Sağ ventrikülün görülmesi sağ ventriküler hipertrofi varlığını akla getirir. Apeks ventrikülün diğer bölümlerinden daha ince olarak izlenebilir. Apikal patolojik bir defekt olarak yanlış yorumlanmamalıdır. Kapak düzeylerinde de aktivite tutulumu görülmez. Kalp uzun eksen SPECT görüntülerinde, oblik ve lateral planar görüntülerde atnalı veya U şeklindedir. Kalp kısa eksen SPECT görüntülerinde halka veya simit görünümündedir ve kalbin göğüsteki aksiyal konumu ve hastanın duruş şekline bağlı olarak sol anterior oblik planar görüntülerde değişik halkasal veya elipsoid görünümde olabilir (Şekil 6). Bazale yakın ve daha posteriordaki kısa eksen SPECT kesitlerinde görülen septumda aktivite tutulumundaki azalmış görüntü genellikle membranöz septum kaynaklıdır, bu durum yanlışlıkla perfüzyon anomalisi olarak yorumlanmamalıdır. Akciğerde hafif tutulum genellikle gözlenir. Aşırı miktarda sigara içicilerinde altta yatan bir akciğer hastalığı veya konjestif kalp yetmezliğinden kaynaklı akciğerdeki aktivite tutulumu biraz daha artmış olarak izlenebilir.

Farmakolojik veya egzersiz ile yapılan stres çalışması sırasında ²⁰¹Tl ile yapılan miyokart perfüzyon sintigrafileri istirahate göre dikkat çekici farklılıklar gösterir. Hedef zemin aktivite (background) oranı tipik olarak stres görüntülerinde daha iyidir (73).

Miyokardın geç ^{201}Tl redistribüsyon ve reenjeksiyon görüntüleri, bulguları normal olan hastada, istirahat enjeksiyonundan sonra elde edilenlerle aynı gibidir (54, 73) .

Talyum beyin dışında metabolik aktivite gösteren vücuttaki tüm dokular ve hücreler tarafından alınır. Normal kan-beyin bariyerini geçemez. Aktivite karaciğerde ve gastrointestinal traktusta fizyolojik olarak görülür. Fakat $^{99\text{m}}\text{Tc}$ işaretli ajanlara kıyasla daha az miktarda tutulum gösterir (60).



Şekil 6. Ventrikül duvarlarının SPECT kesitlerinde şematik görünümü

2.7.4.b. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - sestamibi ve $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - tetrofosmin:

Radyofarmasötik verildikten sonra yapılan istirahat çalışmasında sol ventrikül miyokardında tutulum düzenli olup ^{201}Tl ile aynıdır. Enjeksiyondan hemen sonraki yapılan görüntülemelerde belirgin akciğer ile karaciğer aktivitesi izlenir. Bu nedenle geç görüntüler 30-90 dakika sonra alınır. Barsaklarda aktivite tutulumu değişkenlik gösterir ve kalbin inferior duvarının görüntüsünü atenuë edebilir. Daha yüksek sayımlar alınabilmesinden ve yüksek rezolüsyonlu kollimatörler kullanıldığından beri $^{99\text{m}}\text{Tc}$ işaretli ajanlarıyla alınan görüntüler ^{201}Tl 'den daha yüksek kalitededir. Normal vakalarda SPECT çalışması oldukça iyi görüntü verir.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ işaretli ajanlarla yapılan çalışmalarda normal vakaların stres ve istirahat görüntüleri arasındaki farklar ^{201}Tl ile yapılan çalışmalara nazaran daha az dikkat çekicidir. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - işaretli radyofarmasötiklerle yapılan çekimlerde daha yüksek sayım oranları, daha kaliteli miyokart görüntüsü ve daha az atenuasyon artefaktı sağlanır (63). İstirahat görüntülerinde normalin altında radyofarmasötik konsantrasyonu olan miyokart bölgeleri genellikle skar doku ile ilişkilidir. Streste izlenen ve istirahatte düzelme gösteren lezyonlar genellikle iskemi bulgusudur. Stres Tl-201 miyokart perfüzyon sintigrafilerinde izlenen artmış akciğer tutulumu ve sol ventrikül kavite dilatasyonu ciddi sol ventrikül fonksiyon bozukluğunu işaret edebilen ek bulgular olarak belirtilebilir. Miyokart canlılığını değerlendirmek için istirahat-redistribüsyon protokolü uygulanmışsa başlangıçta radyofarmasötik tutulumu azalmış olan bölgede

redistribüsyon görüntülerinde izlenen artış canlı miyokart dokusunu belirtir. Miyokart hipertrofisi ve artmış iş yükünü tanımlamak açısından miyokardın kalınlığı ve radyofarmasötiğin sağ ventrikül miyokardındaki konsantrasyonuna dikkat edilmelidir (72).

2.7.5. Görüntülemede normal varyasyonlar:

2.7.5.a. Meme atenüasyonu: MPS SPECT görüntülemede yumuşak doku atenüasyonuna bağlı artefaktı oluşturan organların içinde meme dokusu birinci sırada yer almakta olup artefakt tüm olgularda miyokardın anterior duvar lokalizasyonundadır (74). Meme atenüasyonu iri göğüslü kadınlarda sık izlenir. Anterior duvarda ve antelateralde defekte sebep olabilir. SPECT'te planara göre daha az problem oluşturur. Yapılan çalışmalarda ^{201}Tl 'e oranla diğer ajanlarda ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - tetrofosmin vb.) meme atenüasyonu enerjisi yüksek olduğundan daha az izlenmektedir.

2.7.5.b. İnterior duvar atenüasyonu: Bazı faktörler sebep olabilir. Diyafragma atenüasyonu, kalbin yapısı, SPECT görüntülemede her pozisyonda inferior duvarın dedektöre uzak olması, upward creep fenomeni sayılabilir. Upward creep fenomeninde egzersiz sonrasında erken ve geç imajlar esnasındaki oryantasyondaki değişikliklerle ilişkilidir. Eğer egzersizden hemen sonra çalışma başlatılırsa derin respirasyon nedeniyle kalp daha vertikaldeyken, çalışma sonuna doğru respirasyon değişimine bağlı daha horizontale gelecektir. Verilerin elde edilmesinin yaklaşık 10 dk geç başlatılması ile bu problemten kaçınılabılır. Tc işaretli ajanların uzun miyokart retansiyonu nedeniyle 20 dakikadan önce egzersiz SPECT başlatılmamalıdır.

2.7.6. Koroner arter hastalığı ile ilişkisiz miyokart perfüzyon anomalileri:

2.7.6.a. Sol dal bloğu (left bundle branch blok = LBBB): Birçok laboratuvar sol dal bloğu olan hastalarda interventriküler septumun izole perfüzyon defektini yayınlamıştır. Bu durum interventriküler septum kontraksiyonunun uzaması ve erken diastolde koroner akımın bu alanda yüksek rezistansla karşılaşması nedeniyle azalması ile açıklanmıştır.

2.7.6.b. Hipertrofik kardiyomyopati: Hem planar, hem de SPECT görüntülemeyi kullanan pek çok yayın hipertrofik kardiyomyopati hastalarda miyokart perfüzyon

anomalilerinin belirgin prevalansını göstermiştir. Fiks veya reversibl perfüzyon defektleri izlenebilir.

2.7.6.c. Sol ventrikül hipertrofisi: Birçok çalışma hem hipertansiyon, hem de aort stenozu sebepli yüksek basınçlı sol ventrikül hipertrofili hastalarda tanımlanabilir perfüzyon anormalliklerini göstermiştir. Sıklıkla bu hastalarda epikardiyal koroner arter hastalığı yoktur ve muhtemelen bu durum mikrosirkülasyon anormalliklerinin sebep olduğu bölgesel miyokardiyal iskemi nedeniyledir.

Hipertansiyon, kapak ve böbrek hastalıkları (septal bölgede aktivite artışı ve lateral defekt), mitral kapak prolapsusu (septal defekt), periton diyalizi (inferior defekt), doğumsal kalp hastalıkları (septal/lateral sayım oranını değiştirir) gibi bazı durumlar artefaktlara neden olur. Yine, yapısal bazı değişiklikler; kadınlarda iri meme (anterior defekt), lateral göğüs yağlanması (fiks lateral defekt), diyafragmatik yükselme (inferior defekt göğüs deformitesi (kardiyak rotasyonda değişme), abdominal organların kalp üzerine gelmesi (inferolateral duvarda lokal sayım artması); EKG değişiklikleri, sol dal bloğu (reversibl septal defekt), sol ventrikül hipertrofisi (septal perfüzyon artması, lateral defekt) ve hasta hareketi değişik artefaktlar meydana getirmektedir. Bunların yanında tomografik kesitlerde görülen papiller kaslara ait ‘sıcak nokta’lar, projeksiyon görüntülerinin işlemi sırasında yanlış aks seçimi (apikal defekt), ve polar harita için kesit seçimi (apikal ve bazal defekt) gibi teknik hatalar da yanlış yorumlara neden olabilir.

Ayrıca, koroner anomalileri, koroner spazm, aort darlığı, kardiyomiyopati, miyokardiyal köprüleşme, idiyopatik hipertrofik subaortik stenoz, koroner dışı iskemi, maraton koşucularında yanlış pozitif sonuca neden olan gerçek defektlerdir. Submaksimal egzersiz, küçük iskemik bölge, izole sağ koroner lezyonu, koroner kollateraller, çok damar hastalığı ve anjiyografide yanlış değerlendirme ise yanlış negatif sonuca neden olur.

2.7.7. Duyarlılık ve Özgüllük:

Koroner arter hastalığının tanısında stres ve istirahat miyokart perfüzyon görüntülerinin doğruluğunun yüksek bulunması, tüm dünyadaki pek çok tıp merkezi tarafından kullanılmasını sağlamıştır. Duyarlılığı % 60-95 olarak bildirilmiştir. Özgüllüğü ise %50-90 gibi değişik oranlarda gösterilmiştir. Bildirimlerin doğruluğundaki bu geniş aralık çalışılan popülasyonlardaki farklılıklardan ileri gelmektedir. Eğer çalışma grubu bilinen çok damar hastalığı olan veya miyokart infarktüsü olan hastalardan oluşturulursa duyarlılık önemli bir ölçüde artacaktır. Diğer taraftan daha genç ve henüz hastalığı kanıtlanmamış çalışma grubunda duyarlılık azalacaktır. Hatta yeterli egzersiz yapan hastalardaki duyarlılık oranlarına bakılacak olursa tüm hastaları içeren gruptan daha yüksek olduğu görülecektir.

Özgüllük daha da büyük bir problemdir. Pek çok kurumda kardiyak kateterizasyon ve koroner arteryografi uygulamak için miyokart perfüzyon sintigrafisine bakarak karar verilir. Eğer sadece miyokart perfüzyon görüntülemesi anormal veya sınırda olan hastalar kateterizasyona gönderilirse, çoğu insanda altın standart test (koroner anjiyografi) uygulanmayacağı için, hastalığı kanıtlanmış popülasyonla kıyaslandığında özgüllük düşük olacaktır. Kardiyomiyopati, kalp kapak hastalığı ve miyokardit varlığı yanlış pozitif sonuç ortaya çıkmasına sebep olabilir. Bu nedenle çalışmaların gereç ve yöntemlerinde hangi hasta popülasyonu ile çalışıldığını belirtmek son derece önemlidir. Hastanın yeterli egzersiz yapıp yapmadığı ve daha önce infarktüs geçirip geçirmediği sonuçlara dahil edilmelidir. Yeterli egzersiz yapan ve eski MI veya bilinen koroner arter hastalığı olmayan hastalarda duyarlılık değeri %85-90'lara kadar çıkabilmektedir. Normal miyokart perfüzyon sintigrafili hastalar tipik olarak arteryografiye gönderilmediği için özgüllüğü ortaya koymak daha zordur. SPECT ve kantitatif çalışmalar klinisyenin güvenini artırabilir ama tüm çalışmalarda ikna edici gelişmeler tam olarak gösterilmemiştir. Yapılan bir araştırmada miyokart perfüzyon incelemesi normal olan hastalarda, anjiyografi ile yanlış negatif olduğu saptanmış olsa da prognozun sintigrafik olarak iskemisi olan hastalardan daha iyi olduğu ortaya konmuştur (54, 68).

Duyarlılık ve özgüllüklerin cinsiyet farkı da gözetildiği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Yapılan bir çalışmada ^{201}Tl ile $^{99\text{m}}\text{Tc-MİBİ}$ 'nin MPS özgüllüğü sırasıyla % 67 ile % 92 bulunmuştur (75). Bu durum, kadınlarda $^{99\text{m}}\text{Tc-MİBİ}$ perfüzyon ajanının tercih edilmesinin daha doğru olacağını düşündürmektedir. $^{99\text{m}}\text{Tc-MİBİ}$ SPECT ile 130 kadın olgunun dahil edildiği KAH araştırmasında, şiddetli veya yaygın koroner arter

hastalığı olan yüksek riskli, ileri derecede bozuk perfüzyonu olan olgular ile çok damar hastalığı olan olgularda testin duyarlılığının % 91, özgüllüğünün ise % 70 olduğu gösterilmiştir (76).

2.7.8. Yalancı pozitiflik ve negatiflik nedenleri:

KAH'ın tespit edilmesinde, SPECT ve PET'in duyarlılıkları yapılan çalışmalarda sırasıyla % 87 ve % 92, özgüllükleri de % 74 ve % 89, doğrulukları ise % 76 ve % 91 olarak bildirilmiştir. PET'in daha yüksek özgüllüğe sahip olmasının temelinde, iyileştirilmiş atenüasyon düzeltme ile azalmış yanlış pozitiflik ve PET ajanlarının enerjilerinin yüksek olması sebebiyle sağladığı iyi kalitede görüntü elde edilmesi yatar (73).

Yanlış pozitifliğe neden olan en önemli iki faktör; bazı kadınlarda meme atenüasyonu ve sıklıkla erkeklerde rastlanan diyafragma atenüasyonudur. Meme dokusu, izdüşüm olarak kalbin üzerine gelir ve kalpten dedekte edilen toplam aktivite sayımını azaltır, özellikle kalbin lateral kenarında yalancı defekt görünümüne dahi sebebiyet verebilmektedir. Meme dokusunu düz duracak pozisyonda sabitleyici ve post-stres ile istirahat görüntülerinin aynı pozisyonda olmasını sağlamak için bir meme bağı kullanılabilir. Meme dokusu görüntü alanı dışında bırakılarak yeni bir görüntü alınmalıdır (63).

Diyafragma atenüasyonu, hasta sırtüstü pozisyonda iken gama kamera ile kalp arasına diyafragma ve subdiyafragmatik organların girmesidir. Sol ventrikülün inferior ve posterior lateral duvarlarında aktivite atenüe edilebilir ve yalancı yetersiz foton defekti oluşarak hipoperfüze değerlendirilebilir. Planar görüntülemelerde hasta sağ lateral dekübit pozisyona getirilerek diyafragmatik atenüasyon en aza indirilebilir. Bunun sebebi sol hemidiyaframın aşağı doğru hareket etmesidir. Fotonların enerjisi daha düşük olduğundan ^{201}Tl 'de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ işaertli ajanlara göre bu probleme daha sık rastlanılmaktadır (60). Yalancı pozitifliğe neden olabilen diğer faktörler olarak; kadın cinsiyet, sendrom X, sol dal bloğu ve mitral valv prolapsusu sayılabilir (77). Son dönemde yapılan çalışmalara göre, koroner anjiyografisi normal iken MPS'de defekt saptanması yalancı pozitiflikten çok bozulmuş koroner akım rezervini (CFR) işaret etmektedir (78).

Yapılan bir çalışmada yüksek doz dipiridamollü ekokardiyografi yapılan ve koroner anjiyogramda normal koroner arterler gösterilen 457 hasta çalışmaya alınmış bu hastaların %9,4'ünde pozitif sonuç tanımlanmış, bu grup hasta için, takip eden 7 yıl içinde mortalite %21 olarak ifade edilmiştir. Önceki çalışmaların sonuçlarına göre

herhangi bir yöntemle iskemi saptanması sonrasında normal bir koroner anjiyografi ile karşılaşıldığında, dikkatli olunması gerekir. Bu bulgular yalancı pozitif test sonucu kadar yalancı negatif anjiyograma da bağlı olabilir (79).

Yalancı pozitifliğin daha yüksek olmasına bağlı olarak klasik egzersiz testinin duyarlılığı kadınlarda düşük bulunmuştur. Bunun nedeni, kadınlarda erkeklere göre egzersiz kapasitesinin daha düşük olmasıdır (80).

Talyum-201 ile stres-redistribüsyon-reenjeksiyon görüntüleme yapılabilir. Re-enjeksiyon görüntülemesi, canlı miyokardın gösterilebilmesi açısından önemli olup stres ve 4. saatte redistribüsyon görüntülerinin elde edilmesini takiben yapılır. Koşu bandı egzersiz sonrası enjeksiyondan sonraki 10 dakika içinde görüntü alınması zorunluluğu, sıklıkla hareket ve diyafragma artefaktına bağlı olarak, yalancı perfüzyon defektleri oluşmasına yol açar. Özellikle multidetektor sistemlerin kullanılması ile GATED SPECT çalışmalarının yapılması artefaktlara bağlı yalancı iskemi bulgusunu önleyecektir (72).

2.7.9. Miyokart infarktüsünden sonra risk değerlendirmesi:

Stres miyokardiyal perfüzyon görüntülemesinin önemli bir katkısı, akut miyokart enfarktüsü geçiren hastanın durumunu ve risk değerlendirmesine imkan tanımasıdır (54). Miyokart infarktüsü sonrası risk altındaki miyokardiyum, enfarkt bölgesindeki kollateral dolaşımın gösterilmesi ve reperfüzyon zamanı enfarkt büyüklüğünü etkileyen faktörlerdendir. Akut miyokart infarktüsü sonrasında istirahatte düzelen perfüzyon defekti görülmesi hastanın ileri yaşamındaki karşılaçağı kardiyak olayı tahmin etmede önemli bir göstergedir.

2.7.10. KAH tanısında MPS'nin prognostik değeri:

Bilinen şüpheli KAH'nın değerlendirilmesinde MPS'nin yüksek prognostik ve tanısal etkinliğe sahip olduğu bilimsel çalışmalarla ispatlanmıştır. GATED ve First Pass çalışmaları ventriküler fonksiyonların değerlendirilmesine imkan tanır. MPS hastaların risk sınıflamasında da çok önemli bir değerlendirme metodudur. Bilinen ve şüpheli KAH takibinde ortaya çıkabilecek hafif ve ağır kardiyak olay, kardiyak dışı cerrahiye gidecek hastaların sahip olduğu risk açısından güçlü bir öngörüye sahiptir. Perfüzyon görüntülemesi ile tehlike altındaki miyokart segmenti tespit edilebilir ve koroner hastalığının patolojik etkileri ortaya konabilir. KAH'nın tanısında kullanılan miyokart perfüzyon sintigrafisi, görüntüleme merkezlerine göre teknik ve uygulamalar açısından

kısmi farklılıklar göstermektedir (81). MPS uygulamasının en fazla yarar sağladığı grup orta olasılıklı koroner hastalığı riski taşıyan hasta popülasyonudur. Bu kategorideki hastalar, atipik göğüs ağrısı olan veya şüpheli pozitif veya gerçek pozitif egzersiz EKG'si olduğu halde semptomu olmayan veya tipik göğüs ağrısı olduğu halde normal egzersiz EKG'si olan hastalardır. MPS için Dipiridamol, Dobutaminn, Adenozin gibi farmakolojik stres ajanlarının da uygulanabilir olması hasta gruplarını daha da genişletmiştir. MPS ile belirlenen perfüzyon defektinin yaygınlığı ve defektin şiddeti klinik ve diğer testlere oranla daha güçlü prognostik göstergedir (82). Özellikle GATED SPECT uygulaması ile birlikte perfüzyon ve fonksiyonun birlikte değerlendirilmesi prognostik değeri artıran bir unsurdur (83). Bu nedenle GATED MPS SPECT'i standart MPS SPECT görüntülemeye kıyasla daha çok tercih edilen bir görüntüleme modalitesi olmuştur (84).

2.8. GATED Miyokart Perfüzyon SPECT Görüntüleme

Gated miyokart perfüzyon sintigrafisi miyokardın hem perfüzyonu hem de fonksiyonu hakkında bilgi verir. Gama kameranın teknik özelliklerine göre 180 veya 360 derecelik açılardan görüntüler elde edilir. Çekim esnasında her iki kol görüntü alanından uzaklaştırılır. Görüntülemeler sıklıkla supin pozisyonunda, gerekli olduğu durumlarda ise prone pozisyonunda alınır. Atenüasyona sebep olan artefaktları azaltmak için atenüasyon düzeltilmesi görüntüleri daha iyi değerlendirmek adına yararlıdır. Artefaktların ayrımında gated SPECT'in katkıları pek çok çalışmada gösterilmiştir (85). Aynı zamanda kadınlarda atenüasyona bağlı tanısal özgüllüğü artırdığı tespit edilmiştir (75). Akciğer tutulumunu değerlendirmek ve Akciğer/Kalp oranını hesaplamak için ek olarak planar anterior görüntü alınabilir. Aritmi nedeniyle R-R mesafelerinin değişken olduğu vakalarda, volüm eğrilerinde distorsiyon oluşabilir. Elde edilen görüntülerle ventrikül boşluğu, bölgesel duvar hareketleri ve duvar kalınlaşması (hipokinezi, akinezi, diskinezi), sistol ve diyastol sonu volümler ile ejeksiyon fraksiyonu değerlendirilebilir (85).

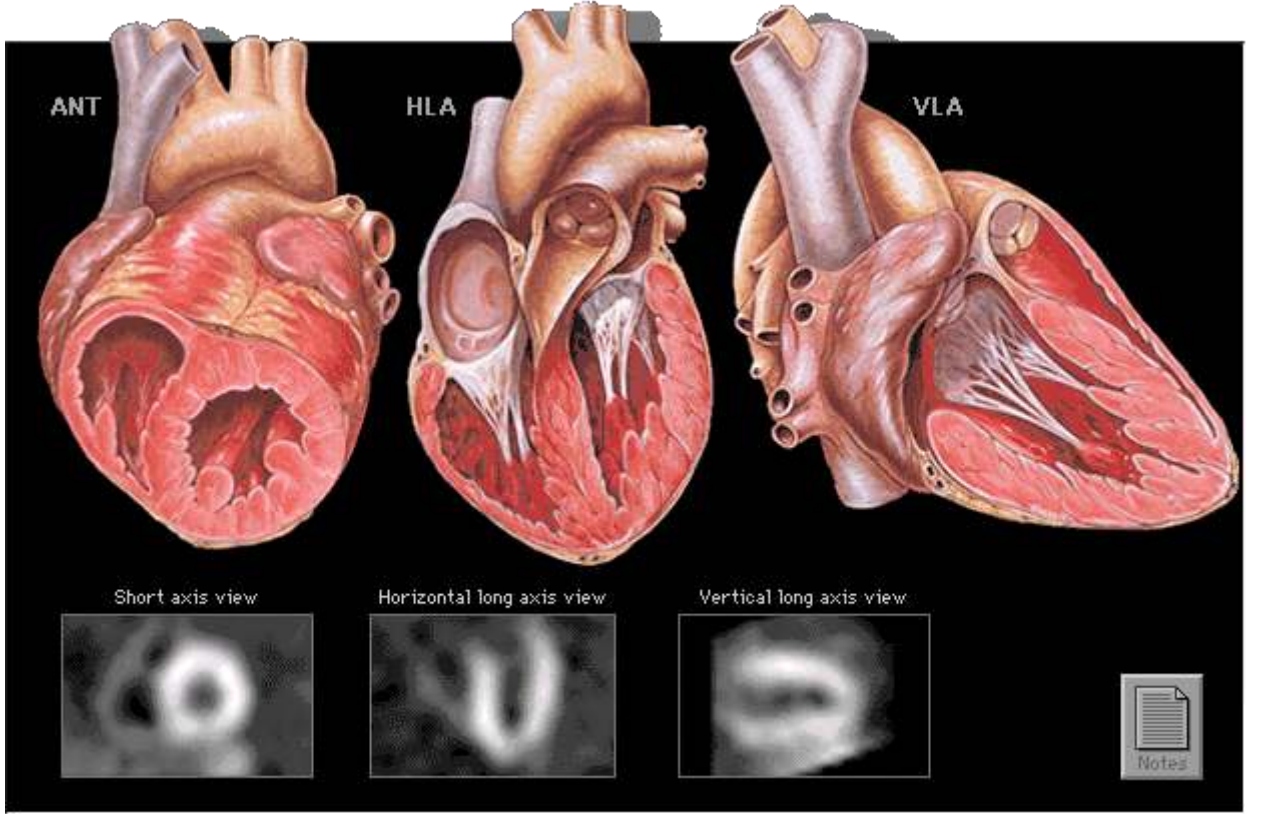
Gated SPECT'de standart SPECT çalışmasındaki gibi detektör hastanın etrafında dönerken eşit açılarda durma esnasında görüntü alması ile Gated SPECT oluşur. EKG ile senkronize edilerek sayımlar toplanır. EKG'deki R-R aralığı 8-16 eşit parçaya bölünür. Miyokarddan gelen sayımların toplanacağı kalp atım aralığı (pencere) genellikle %30'a programlanır. Eğer ki düzensiz kalp atımı mevcut ise o zaman pencere

ayarı %50-80'e programlanır. Gated SPECT'in en yaygın kullanımı; global sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunu (SVEF) hesaplamak içindir.

Ejeksiyon fraksiyonu = (Diyastol sonu sayımı-sistol sonu sayımı)/ Diyastol sonu sayımı
Bugüne kadar SVEF ölçümünde gated SPECT'in doğruluğunu araştırmak için yapılan çalışmalarda, SPECT'in, SVEF için altın standart kabul edilen metotlarla uyumun yüksek olduğu ortaya konmuştur (86). Buna karşın bazı çalışmalarda ise altın standart kabul edilen bu yöntemlerin, birtakım geometrik kabullenmelere dayanması nedeniyle, üç boyutlu SPECT ölçümünden daha az güvenilir olabileceği de vurgulanmıştır (87).

2.8.1. GATED MPS görüntülerinin kaydedilmesi: Bir günlük istirahat/stress protokolüne göre yapılan çekimlerde; istirahatte 8–10 mCi (miliküri) (296–370 MBq (megabecquerel)) ^{99m}Tc- MIBI i.v. enjekte edildikten yaklaşık 30–60 dakika sonra görüntü alınır. Hasta EKG monitörüne bağlı haldedir. Veriler gama kameranın step ve shoot biçiminde 45 derece sağ anterior oblik pozisyondan, 45 derece sol posterior oblike doğru 180 derecelik rotasyon yaptığı 64 açılı, her duruşu 20–25 saniye süren ve her açısından 8 temporal frame elde edilecek şekilde, 64x64 matraste 6,4 ± 0,2 mm'lik maksimum piksel boyutunda kaydedilir. Stres çalışması istirahat çalışmasından sonra yaptırılır. Egzersizin pik noktasında 22–25 mCi (814–925 MBq) ^{99m}Tc- MIBI i.v. olarak enjekte edilir. Egzersizden 15–30 dakika sonra veya eğer ki farmakolojik stres yapılmışsa 30-60 dakika sonra hasta kamera altına yatırılır ve görüntüler alınır.

2.8.2. Gated MPS görüntülerinin işlemlenmesi: İstirahat ve stres çalışmalarından elde edilen veriler bilgisayar ortamında Butterworth filtresi (cutoff frequency=2,5, 0,3 cycle /piksel, filtre order=5) kullanılarak transvers, vertikal ve horizontal düzlemlerde kesit rekonstrüksiyonları yapılarak hazırlanır (Şekil 7).



Şekil-7. MPS yorumlamada kullanılan eksen görüntüleri (88).

Meme ve diyafram atenüasyonu, apikal incelmeye ve fiks perfüzyon patolojilerine neden olabilir. Bu bölgelerdeki artefaktların sebep olduğu kalınlaşmanın yanlışlıkla skar olarak değerlendirilmesi GATED çekim ile engellenebilir. Yine çok damar hastalığı mevcut kişilerde aktivitenin dengeli dağılımı nedeniyle iskeminin derecesi tespit edilemeyebilir. Hareket bozukluğunun görüldüğü GATED görüntülemeler KAH'ın ciddiyet ve yaygınlığı konusunda perfüzyondan elde edilen bilgiye katkı sağlar. Sol ventrikül EF değeri, kardiyak mortalitenin göstergesi açısından son derece önemlidir ve oluşabilecek kardiyak olayların olasılığını tahmin etmeye önemli oranda katkı sağlamaktadır. Aynı zamanda prognozun belirlenmesine katkı sağlayan diğer bir durum sol ventrikül volümlerinin değerlendirilmesidir. Sol ventrikül sistol sonu volümünün mortalite oranı ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (89).

2.8.3. GATED MPS bulgularının değerlendirilmesi: Elde edilen veriler görsel ve kantitatif değerlendirme öncesinde artefakt varlığı, rekonstrüksiyon hataları, hasta hareketi ve görüntü kalitesi açısından değerlendirilmelidir. Normalin varyantı olabilecek durumlar (apikal incelik, bazal segmentlerdeki perfüzyon azlığı, membranöz septuma ait üst septal bölge, streste sağ ventrikülün görülmesi gibi) gerçek pozitif ve patolojik

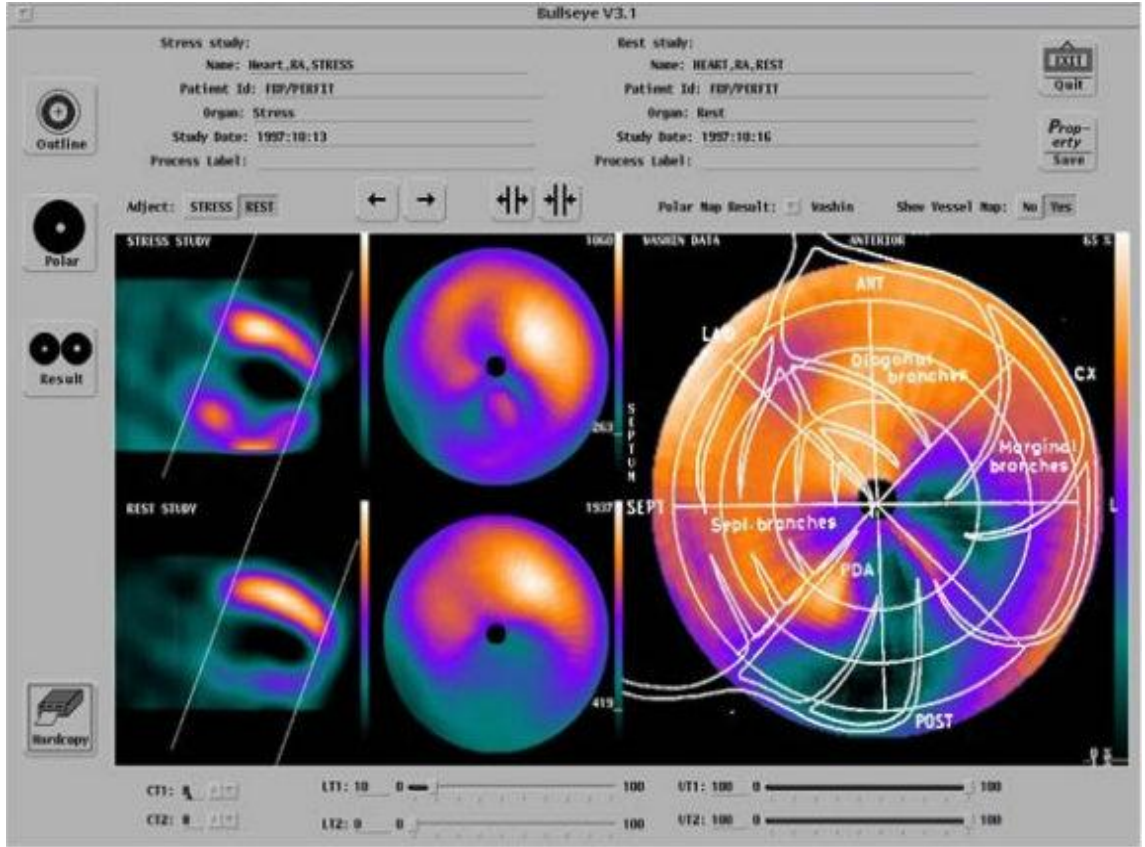
bulgularından ayırt edilmez. KAH'na bağılı perfüzyon defektleri sıklıkla kalp tabanının distalinde görülür. Perfüzyon defektinin birden fazla kesitlerde görülmesi tanısal açıdan doğruluğı güçlendirir. Bir koroner arterin dağılım alanından daha fazla olan defektler çok damar hastalığına işaret eder. GATED Miyokart perfüzyon SPECT görüntüleri değerlendirilirken perfüzyon bozuklukları yanında, sol ventrikül boyutu, sol ventrikülün geçici iskemik dilatasyonu, pulmoner tutulumundaki artışlar ve kalp dışı dokulardaki anormal aktivite varlığı gibi durumlarda incelenmelidir (90). SPECT görüntülerde sol ventrikül segmentlerinde izlenen dengeli aktivite dağılımı genelde normal miyokart perfüzyonu lehinedir. Ancak, üç damar lezyonlu olgularda da sol ventrikül aktivite dağılımının normal gibi izlenebileceğı unutulmamalıdır. Bu tür yanlış negatiflikler, klinik, kantifikasyon ve GATED SPECT'in birlikte yorumlanması ile ortadan kalkabilir. Özellikle kadınlarda yumuşak doku (meme) atenüasyonuna bağılı anterior, anteroseptal ve anterolateral segmentlerde yanlış pozitif sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Perfüzyon defektleri tanımlanırken; yaygınlık (büyük, orta, küçük), şiddet (belirgin, orta derecede, hafif) ve reversibilite (tam reversibilite, kısmi reversibilite veya fiks defekt) açısından bir veya daha fazla damar bölgesi için değerlendirilir. Prognoz açısından defektin şiddeti ve yaygınlığı önemlidir. İstirahat görüntülerinde stres görüntülerinden daha fazla veya daha yaygın defekt görülmesi anlamına gelen Reverse redistribüsyon da nadiren görülebilen ve raporlama hatalarına neden olabilecek bir durumdur. Koroner arter hastalığı olan ve kollateralleri gelişmiş, MI sonrası trombolitik tedavi veya revaskülarizasyon geçiren hastalarda görülebileceğı gibi, düşük risk taşıyan hastalarda normalin varyantı veya artefakt şeklinde görülebilir.

2.8.4. Kantitatif Analiz:

SPECT görüntülemesinde, optimal görüntü elde edebilmek için genel amaçlı paralel delikli kolimatör ile bilgisayar kaydı için 64x64 matriks kullanılır. Hasta sırt üstü SPECT masasında yatarken dedektör 45 derece sağ anterior oblik projeksiyondan başlayarak 45 derece sol posterior oblik projeksiyona kadar 180 derecelik bir açı yaparak; ²⁰¹Tl'de 40 sn'lik 32 projeksiyon; Tc-99m işaretli radyofarmasötiklerde 20-25 sn'lik 64 projeksiyon görüntüsü alır. Enerji piki kullanılan radyofarmasötiğe göre, penceresi ise %20'ye ayarlanır.

Planar veya SPECT miyokart perfüzyon görüntülerinin kantitatif analizi ve rekonstrüksiyonu için geçmişten günümüze birtakım teknikler geliştirilmiştir. Bu sayede

elde edilen veriler kullanılarak rölatif bölgesel tutulum ve washout oranlarının genişliği hakkında bilgi sağlanır. Geliştirilen yöntemlerden birisi hastaya çekilen sintigrafiden dairesel bir profil histogramı oluşturup referans standartlarla karşılaştırmaktır. Başka bir yöntem ise kısa eksen SPECT kesitlerinden bir polar harita ortaya çıkarmaktır. Dairesel profiller iki boyutlu “bull’s eye” denen görünümü oluşturur. Bu görünüm kısa eksen SPECT görüntülerinden elde edilen dairesel profillerin ve polar haritanın birleştirilmesiyle elde edilir ve merkezini apex oluşturur (Şekil 8).



Şekil 8. Short aksis kesitlerinden polar harita oluşumunun şematik görünümü (91).

^{201}Tl washout oranına direkt etkili bir radyofarmasötiktir. ^{201}Tl için stresin başlangıç derecesinden başka washout da kriter olarak kullanılabilir. Egzersizin daha yüksek seviyelerinde daha yüksek washout gözlenir. Normalde yeterli bir egzersizden sonra talyum aktivitesi enjekte edildikten üç saat sonra %30-40 azalmış olmalıdır. Koroner arter hastalığı olan hastalarda hem daha düşük tutulum hem de daha yavaş washout izlenir. Bununla birlikte daha yavaş washout daha düşük egzersiz seviyelerinde de görülür ve kantitatif analizde anormal olarak yorumlanabilir. Bu nedenle hastanın yeterli egzersiz yapması yalancı pozitifliği önleyici unsurlardandır.

^{99m}Tc-işaretli radyofarmasötiklerle elde edilen GATED SPECT çalışmalarla birtakım yeni kantitatif analiz yaklaşımları da ortaya atılmıştır. Sistemik olarak miyokardın ilgi alanı bölgesinden duvar kalınlığı, end-sistolik ve end-diastolik perfüzyon ölçümleri hesaplanmaya başlanmıştır. Sol ventrikül kavitesinin kardiyak siklus esnasındaki boyut değişikliklerinden yola çıkarak ejeksiyon fraksiyonu hesaplanması da mümkün olmuştur. Gated SPECT miyokart perfüzyon görüntülerinin kantitatif analizi ile ham verilerin üç boyutlu görüntülerinin elde edilebilmesi sağlanmıştır (92).

2.9. Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)

Pozitron yayan radyofarmasötikler kullanılarak yapılan bu tekniğin, SPECT'ten en önemli farkı kullanılan radyofarmasötikler ve bunları algılayabilen dedektörlerin tasarımıdır. PET ile insan kalbinin fonksiyonuna ilişkin yeni görüş açıları kazanılırken, tanı ve hastaya yaklaşım da değişmiştir. Kantitatif görüntüleme yeteneği, pozitronlara has fiziksel özelliklerden kaynaklanmaktadır. Radyonüklidlerden çıkan pozitronlar doku içinde bir kaç mm ilerledikten sonra karşılaştıkları bir negatron yani negatif bir elektronla çarpışarak annihilasyon reaksiyonuna (yok olma) uğrarlar. Her ikisi de yok olurken bunların kütlelerine eşdeğer; 180 derece zıt yönlerde iki tane 511 keV'lik gama ışını oluşur. Birbirini gören iki kristale belirli bir nanosaniye aralığında iki 511 KeV enerjide gama ışını çarptığında bu aks üzerinde radyofarmasötik varlığı prensibi ile görüntüleme yapan cihazlara pozitron emisyon tomografisi (PET) denir.

PET'te miyokart görüntülenmesinde perfüzyon ve metabolizmayı gösteren, pozitron yayan radyofarmasötikler kullanılmaktadır. Perfüzyon radyofarmasötiklerin çok kısa yarı ömürlü ve siklotron ürünü olmaları nedeniyle üretimin görüntüleme merkezine çok yakın bir yerde hatta merkez içinde yapılma zorunluluğu doğurmaktadır. Aynı zamanda PET cihazının pahalı oluşu tetkikin maliyetini arttırmaktadır.

2.9.1. Miyokart perfüzyonu PET görüntüleme ajanları

2.9.1.a. Azot-13(N-13) ammonia: Siklotron ürünü olan N-13'ün yarı ömrü 9,8 dakikadır. Yarı ömrünün yeteri kadar uzun olması nedeniyle egzersiz ile verilebilir.

2.9.1.b. Oksijen-15 (O-15) Su: Üretimi zor, yarı ömrü kısa (2 dakika) olan bir siklotron ürünüdür.

2.9.1.c. Rubidyum 82 (Rb-82): Yılda birçok kez yenilenmesi gereken strontium-82 / Rb-82 jeneratöründen elde edilir. Potasyum analogudur. Yarı ömrü 75 saniyedir. Hücre içerisine Na- K-ATPaz enzim sistemiyle girer (93).

2.9.1.d. Copper – 62 – pyruvaldehyde – bis - 4N – thiosemicarbazone (bakır 62 PTSM): Jeneratörden üretilen bir PET miyokardiyal perfüzyon görüntüleme ajanıdır. ⁶²Cu fiziksel yarı ömrü 9,7 dakikadır. Nötral lipofilik bir ajandır. Yüksek difüzyon kapasitesi nedeni ile dokular tarafından tutulur ve hücre içinde lipofilik olmayan bir bileşiğe indirgenerek hapsolür. Ajanın kandan miyositlere alımı doğrusal değildir. Yüksek kan akım oranlarında ekstraksiyonu azalır. Ayrıca yüksek karaciğer aktivitesi nedeni ile kalbin inferior duvarının değerlendirilmesi zordur (94).

2.9.2. Miyokart Metabolizma PET Görüntüleme Ajanları

2.9.2.a. Flor-18 florodeoksiglikoz (¹⁸F-FDG): Siklotron ürünü olan Flor-18'in yarı ömrü 109 dakikadır (95). ¹⁸F-FDG, bir glukoz analogu olup glukozla benzer mekanizmalarla hücreye alındıktan sonra glikolizin ilk enzimi olan Heksokinaz ile bir fosfat molekülünün eklenmesi sonucu ¹⁸F-FDG-6-fosfat'a fosforile olur. Ancak bu safhada glukoz metabolizmasının aksine ¹⁸F-FDG-6-P, Glukoz-6-P izomeraz ile reaksiyona giremez. FDG-6-P düşük membran permeabilitesine bağlı olarak hücreden çok yavaş temizlenirken, glukoz-6-fosfatazın hücre içinde düşük konsantrasyonda bulunması nedeniyle de ¹⁸F-FDG-6-P'nin parçalanması da minimaldir. Bütün bunlar ¹⁸F-FDG'nin hücre içinde birikmesine neden olur (96). Miyokardın normal ¹⁸F-FDG tutulumu, enjekte edilen dozun yaklaşık %4'üdür ve kandaki glukoz ve serbest yağ asidi seviyesine bağlıdır (97). Toklukta miyokart yağ asitleri yerine glukoz kullanmayı tercih eder ve kardiyak F-18 FDG alımına bağlı oluşabilecek artefaktların önlenmesi için açlık halinin (4-6 saat) tercih edilmesi gerekmektedir (98).

İskemik miyokart dokusunda enerji ihtiyacı glikoz metabolizmasından sağlanır. Bu yüzden F-18 FDG iskemik dokuda tutulur. Açlık halinde iken uygulanan ¹⁸F-FDG iskemi gösterirken, glikoz yüklenmesi sonrası verilen ¹⁸F-FDG viabiliteyi gösterir (93). Dinlenme halindeyken yapılan 185-370 MBq ¹⁸F-FDG enjeksiyonundan 15-20 dk.

sonra tomografik görüntü alınır. Genellikle N-13 ile perfüzyon, ^{18}F -FDG ile glikoz metabolizması birlikte değerlendirilir. Üç olasılık vardır; ikisi de normal olabilir, perfüzyon ve metabolizma uyumsuz olabilir ki bu iskemi gösterir ve üçüncü bir olasılıkla perfüzyon ve metabolizmanın ikisi de anormaldir ve infarktı işaret eder.

2.9.2.b. Yağ asitleri (carbon 11 (^{11}C) palmitat): Miyokart hücresi açlık durumunda (plazma serbest yağ asit miktarı yüksek, insülin düzeyi düşük) enerji ihtiyacının %60-80'ini uzun zincirli yağ asitlerinin beta oksidasyonundan, geri kalanını da glikoz (aerobik) ve laktat metabolizmasından karşılar. İskemi durumunda beta oksidasyon durur ve miyosit enerji ihtiyacını glikoz metabolizmasından sağlar. Bozulan yağ asit oksidasyonunun gösterilmesi iskemi ve miyokart hasarının tespiti açısından önemli bir yöntemdir.

Pozitron yayan bir ajan olan ^{11}C -almitat ile yağ asitlerinin moleküler yapılarını değiştirmeden işaretlemek mümkündür ve palmitik asitin karboksil grubu bu ajan ile işaretlenir. ^{11}C -palmitatın yarı ömrü 20,4 dakikadır. Normal miyokardda ^{11}C - işaretli palmitik asitin homojen dağılım gösterdiği izlenir. İskemi periyotlarında ise azalmış oksidatif metabolizmanın bir göstergesi olarak ajanın miyokarda alımının belirgin azaldığı gözlenir. ^{11}C -palmitat PET görüntülerinde, miyokardiyal aktivite tutulumunun azalmasındaki oran veya defektin büyüklüğü ile transmural veya non-transmural infarkt büyüklüğü arasında yüksek korelasyon bulunduğu doğrulanmıştır. Radyasyon dozu açısından kritik organ karaciğerdir (95).

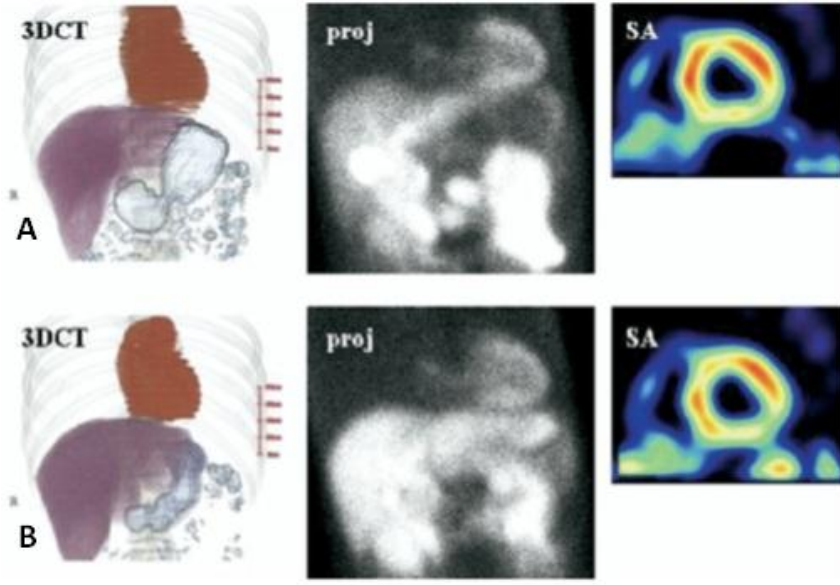
2.9.2.c. Carbon-11 (^{11}C) asetat: Asetatın plazma düzeyleri düşük olup miyokardiyal tutulumu yüksektir. Miyokart hücresine alındıktan sonra Acetyl-CoA'ya dönüştürülür. Acetyl-CoA, mitokondrideki trikarboksilik asit siklusunun metabolik yollara giriş noktasıdır. Acetyl-CoA'nın oksidasyonu trikarboksilik asit siklusunun aktivitesini yansıtan ^{11}C -işaretli CO_2 oluşumuna neden olur ve bu da normal koşullar altında tüm oksidatif metabolizmayı yansıtır. Miyokardın substrat kullanımındaki değişen paternlerinde bile bu ajanın klirensi doğru bir şekilde oksidatif metabolizmayı gösterir. ^{11}C -palmitat'ın tersine bu ajan plazma substrat konsantrasyonlarından etkilenmez. Risk altındaki miyokardiyumda oksidatif metabolizmanın devam ettiğinin gösterilmesi, revaskülarizasyonu takiben kontraktıl fonksiyonun düzelmesi için bir ön koşuldur. Normal bireylerde miyokardiyal tutulum ve klirens homojendir. Enfarkt bölgesinde ise azalmış oksijen tüketimi nedeni ile ajanın azalmış tutulumu ve klirensi izlenir (99).

2.10. Ekstraabdominal Basıncın MPS'ye Katkısı

12 domuz üzerinde ıkınma ve 7 kg'lık ağırlık koyarak yapılan bir çalışmada ekstra abdominal basınç uygulamasının intraperitoneal basıncı 6 mm Hg dan 9 mm Hg'ya; mesane basıncını 6 mm Hg dan 11 mm Hg'ya; intragastrik basıncı 6 mm Hg dan 11 mm Hg'ya; inferior vena kava basıncını 11 mm Hg dan 15 mm Hg'ya çıkardığı gösterilmiştir (100).

2.11. Doğal Mineralli Suyun (Maden Suyu) MPS'de Kullanımı

Ülkemizdeki mineralli suların çoğunluğu Na-HCO₃ tipindedir. Bununa beraber Ca-HCO₃, Mg-HCO₃ ve NaSO₄ tip sulara da rastlanmaktadır. Suların pH değerleri 5,38-8,79, sıcaklıkları ise 10-27 °C arasında değişmektedir (101). Miyokart Perfüzyon Görüntüleme'nin tanısal ve prognostik değeri bilimsel olarak ortaya konmuştur. Görüntülemede kullanılan radyofarmasötikler kalpte biriktiği kadar komşu organlarda da tutulabilir. ^{99m}Tc- sestamibi veya tetrofosmin karaciğer tarafından temizlenerek safraya atılır. Bunun sonucu radyoaktivite intestinal sistemde akümüle olarak kalbin özellikle inferior duvarının değerlendirmeyi güçlendirebilmektedir. Su veya oral kontrast alımının mide hacminini artırarak bu etkiyi önlediği raporlanmıştır. Buna ek olarak yapılan çalışmalarda 355 ml karbonatlı su alımının da bağırsaktaki aktivite azalımında etkili olduğu gösterilmiştir. Midede meydana gelen karbondioksit gazı su ile birleşince mide hacmini artırır. Bu nedenle küçük bir sıvıya ihtiyaç vardır. Bu yöntemler etkili olsa da 350 ml su alımı bağırsakta aktivite tutulumunu önlemek için gereklidir. Kalp ve böbrek yetmezliği olan hastalarda miyokart perfüzyon görüntülemede su alımı kısıtlanır. Bu hastalarda mümkün olan en küçük miktarda su alımı mümkündür. Önemli miktarda gaz üreten maden suyunun mide hacmini artırmada daha etkin olduğuna inanılır. Büyük hacimde karbondioksit gazı içeren 100 ml maden suyu ile yapılan çalışmada bağırsak aktivitesinin azaldığı ve inferior duvarın görüntü kalitesini artırdığı gösterilmiştir (Şekil 9) (10).



Şekil 9. Üç boyutlu BT görüntüleme ve planar projeksiyonlarda (short axis: SA) 100 mL maden suyu içirilmiş (A) ve içirilmemiş (B) görüntülerde mide hacmi

3. MATERYAL ve METOD

İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı'na 2011-2012 tarihleri arasında miyokart perfüzyon sintigrafisi tetkiki yaptırmaya gelen, stres çalışmasında hedef kalp hızına ulaşabilen ve araştırmamıza katılmaya gönüllü olan rutin hastalarından, stres görüntülemesinde şüpheli perfüzyon azalım alanı izlenen 20 erkek, 7 kadın toplam 27 hasta (yaş ortalaması $53,2 \pm 11,1$ yıl, yaş aralığı 26-72 yıl) çalışmaya dahil edildi.

Tüm hastalar yapılacak tetkik hakkında bilgilendirildi ve onam formu alındı. Hastaların boy ve kiloları gibi demografik bilgileri, şikâyeti, klinik bulgu ve semptomları, laboratuvar ve diğer tetkik sonuçları kaydedildi.

Hastalarda MPS çekimi öncesinde kullandıkları koroner kan akımını etkileyen ilaçlar (beta blokerler ve kalsiyum kanal blokerleri testten 48 saat önce, nitratlar ilaç yarı ömrü gözönüne alınarak uygun süre) önceden kesildi. Stres görüntülemeler en az 4-6 saatlik açlık sonrası yapıldı. Hasta hazırlığı, stres egzersiz tipi seçimi, çekim metodu, çalışma dışı bırakılma kriterleri açısından "Procedure Guideline for Myocardial Perfusion Imaging 3.3" kriterleri kullanıldı (102).

Stres görüntülemesinde şüpheli perfüzyon azalım alanı izlenen olgulara ekstraabdominal basınç uygulanırken ikinci MPS çekimi ve 200 cl maden suyu içirildikten 5 dk sonra üçüncü MPS çekimleri alındı. Yine çekimlerin birbirini etkilememesi nedeniyle çekim sıralamamız tüm hastalarda aralıksız olarak önce Koşu Bandı egzersizi, ardından Ekstraabdominal basınç uygulaması ve son olarak da maden suyu içirilmesi ile MPS çekimi şeklinde gerçekleştirildi. Toplam 3 MPS çekimi her hasta için yaklaşık 60 dakika sürdü.

3.1. Stres Görüntülemesi:

Stres Polar haritaları çıkarıldı. Cedars-Sinai Hastanesi'nce (Los Angeles, California, USA) geliştirilen 20 bölge “summed stres score” hesaplandı. Polar haritada bazal kısa eksen, orta kısa eksen ve apikal kısa eksen üzer ana bölgeye bölündü. 1. Bölge: Anterior ve anteroseptal, 2. Bölge: İnferior ve inferoseptal, 3. Bölge anterolateral ve inferolateral bölgelerin birleşimi ile oluşturuldu. Oluşan 9 geniş bölgeye apex eklenerek 10 değerlendirme alanı belirlendi. Stres polar haritası kullanılarak bu 10 ana bölgeden summed stres skorları 3 ve üzeri değere sahip olan ilgi alanları baz alınarak olgular toplam beş guruba ayrıldı. Bu beş gurubun standart görüntüleme, ekstraabdominal basınç uygulaması ve maden suyu içirilmesi sonrası kesitlerinin “Görsel değerlendirilmesi” ile “summed stres skorları”ndaki değişim istatistik karşılaştırmalarda kullanıldı. Bu beş grup şu polar harita alanlarından oluşmaktaydı:

Birinci Grup: Orta kısa eksen kesit anterior + anteroseptal alanı;

İkinci Grup: Orta kısa eksen kesit inferior + inferoseptal alanı;

Üçüncü Grup: Bazal kısa eksen kesit anterior + anteroseptal alanı;

Dördüncü Grup: Bazal kısa eksen kesit inferior + inferoseptal alanı;

Beşinci Grup: Apex

Hastalar damar yolu açıldıktan sonra 12-kanal EKG ve otomatik tansiyon cihazı ile monitorize edilerek standart Bruce protokolüne göre Koşu Bandı egzersiz testi uygulandı. Hedef kalp hızına erişildiğinde (220-yaş formülüne göre maksimal kalp hızının %85'i aşıldıktan sonra) 370 MBq (10 mCi)/70 kg Tc-99m-sestamibi (Mon.MIBI kit, Monrol, Türkiye) i.v. enjekte edildi ve egzersize bir dakika daha devam edildi. Egzersiz sonrası safra kesesinin boşaltılması amacıyla, radyofarmasötüğün enjeksiyonundan 15 dakika sonra hastalara “süt içirilmesi” veya “çikolata yedirilmesi” işlemi basınç ve maden suyu uygulanımı sonuçlarını etkileyebileceğinden hastalarımıza uygulanmadı. Enjeksiyondan 45 dakika sonra, hasta sırtüstü yatar pozisyonda stres görüntüleme yapıldı.

3.2. Basınç Uygulaması Eşliğinde Görüntüleme:

Normal stres görüntülemesi biten hastalar hiç hareket etmeden ve kaldırılmadan hızla rekonsrüksiyonları yapıldı. Stres kesitlerinde şüpheli perfüzyon azalım alanı

izlenen olgulara erişkin tansiyon aleti manşonu, havasız bir şekilde hastanın özellikle sol kosta sınırından başlayacak şekilde tüm abdomen çevresine transvers olarak yerleştirildi. Tansiyon manşonunun üzerine basıncı azami oranda hastanın üst abdomen bölgesine yansıtması için (çocuk hastaları sabitlemede kullandığımız) yapışkanlı 30 cm genişliğinde 150 cm uzunluğundaki kalın bez sabitleme aparatımız kullanıldı. Hastanın abdomenini ve bel çevresini de tamamıyla saracak şekilde sarılarak manşon üst abdomene yapıştırıldı. Müteakiben tansiyon manşonu şişirildi. Şişirme işlemi hastaların dayanabildiği maksimal sınıra ulaşılacak üzere ayarlandı. Bazı hastalarda 300 mmHg ile tahammül edilebilir basınca ulaşırken, bazı hastalarda 200 mmHg ekstraabdominal basınç yeterli oldu. Basınç uygulamasından sonra hasta stres acquisition protokolü ile aynı basınçlı MPS görüntülemesi yapıldı.

3.3. Maden Suyu İçirilerek Görüntüleme:

Basınç uygulanması eşliğinde yapılan görüntüleme bitiminde hasta masada oturtularak 200 cl Doğal Mineralli Su [Kızılay doğal mineralli su (dönüşümsüz şişede), Türk Kızılayı, Afyonkarahisar, Türkiye] içirildi. Kızılay Doğal Mineral Su Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Ruhsata Esas Analiz Raporu Tez ekler bölümünde (EK 2) sunuldu. Beş dakika sonrasında yeniden supin pozisyonunu alan hastaya rutin stres görüntüleme protokolü ile aynı MPS çekimi gerçekleştirildi.

3.4. Radyofarmasötik Hazırlığı:

Tc-99m-sestamibi “Mon.MIBI kit” (Monrol, Gebze, Türkiye) soğuk kiti kullanılarak $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$ Jeneratörü sağımının prospektüs kurallarına uygun karıştırılıp 100°C de kaynatılması ile elde edildi. Kliniğimizdeki rutin uygulamaya uygun stres görüntülemesinde 370 MBq (10 mCi) /70kg; istirahat imajlamasında 925 MBq (25 mCi) / 70kg $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestamibi intravenöz branülden enjekte edildi.

3.5. Görüntüleme Tekniği:

Görüntülemelerde çift başlıklı SPECT gama kamera (Vertex V60, Adac, Milwaukee, USA) ve başlıklara fikse edilmiş düşük enerjili, paralel delikli, yüksek rezolüsyonlu (low energy high resolution = LEHR) kollimatörler kullanıldı. Hastaların her üç çekimi de kollar yukarda sabitlenmiş ve sırtüstü pozisyonda yatarken, 45 derece sağ anterior-oblik’ten (hastaya göre) başlayarak 45 derece sol posterior-oblik’te tamamlanacak

şekilde 180 derecelik SPECT çekim yapıldı. Enerji piki 140 keV ve penceresi %20 alındı.

Ham veriler üç çalışmada da her 3 derecede 25 saniye, toplam 64 imaj olacak şekilde ve 64x64 matriksten alındı. SPECT görüntüleme her çalışma için 16 dakika sürdü. Veriler gama kamera sisteminin Adac çalışma istasyonunda “Myocardial SPECT” programında Butterworth filtre (order 7 ve cutoff 0,38 değeri) kullanılarak kısa eksen (short axis: SA), horizontal uzun eksen (horizontal long axis: HLA) ve vertikal uzun eksen (vertikal long axis: VLA) kesitleri oluşturuldu. Bu kesitlerden:

1- Klinisyenler monitörde açık olan ikili görüntüleme eşleşmelerinin hangisinin standart görüntüleme, ekstraabdominal basınç uygulanmış ya da maden suyu içirilmiş görüntüler olduğunu bilmemekteydiler. Birbirinden habersiz iki klinisyen standart görüntüleme, basınç uygulaması ve maden suyu içirilmiş çekimlerin kesitlerini (çift kör olarak) değerlendirme kolaylığına göre “En iyi görüntü”, “Orta” ve “Düşük” olarak derecelendirdiler.

2- Kısa eksen görüntülerinden faydalanılarak “Emory CardiacToolbox™” programı ile 1 gün stress/rest Sestamibi program alt yolu kullanılarak perfüzyon polar haritası (polar map: Bull’s Eye) ile 20 bölge “Summed stres skorları” otomatik değerlendirme programı ile elde edildi ve istatistiksel karşılaştırmada kullanıldı (Şekil 10). Summed stres skorlar 5 puan üzerinden değerlendirme yapıldı (Şekil 11).

Skor 0: Normal

Skor 1: Şüpheli azalmış

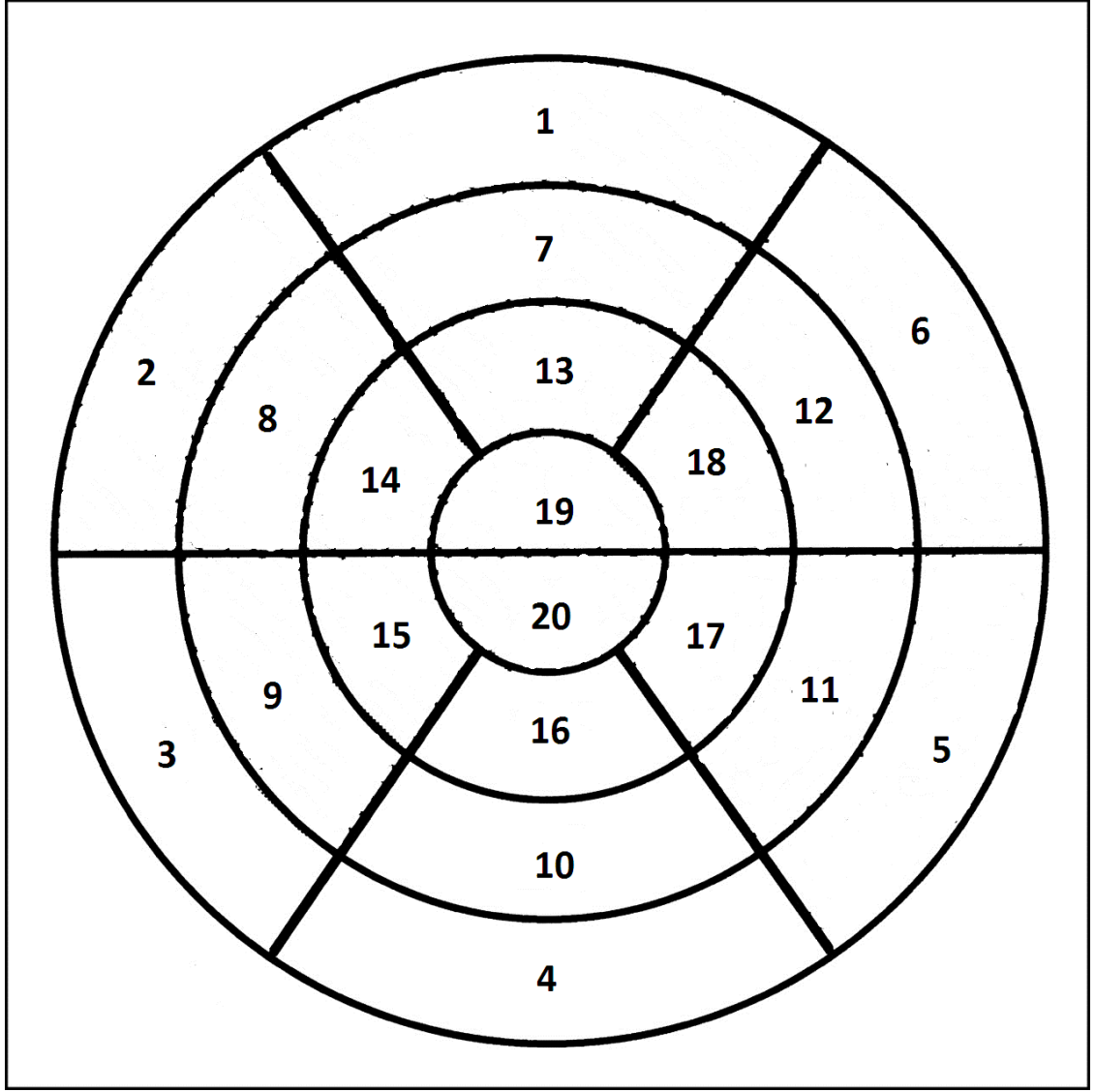
Skor 2: Orta derecede azalmış

Skor 3: Beligin azalmış

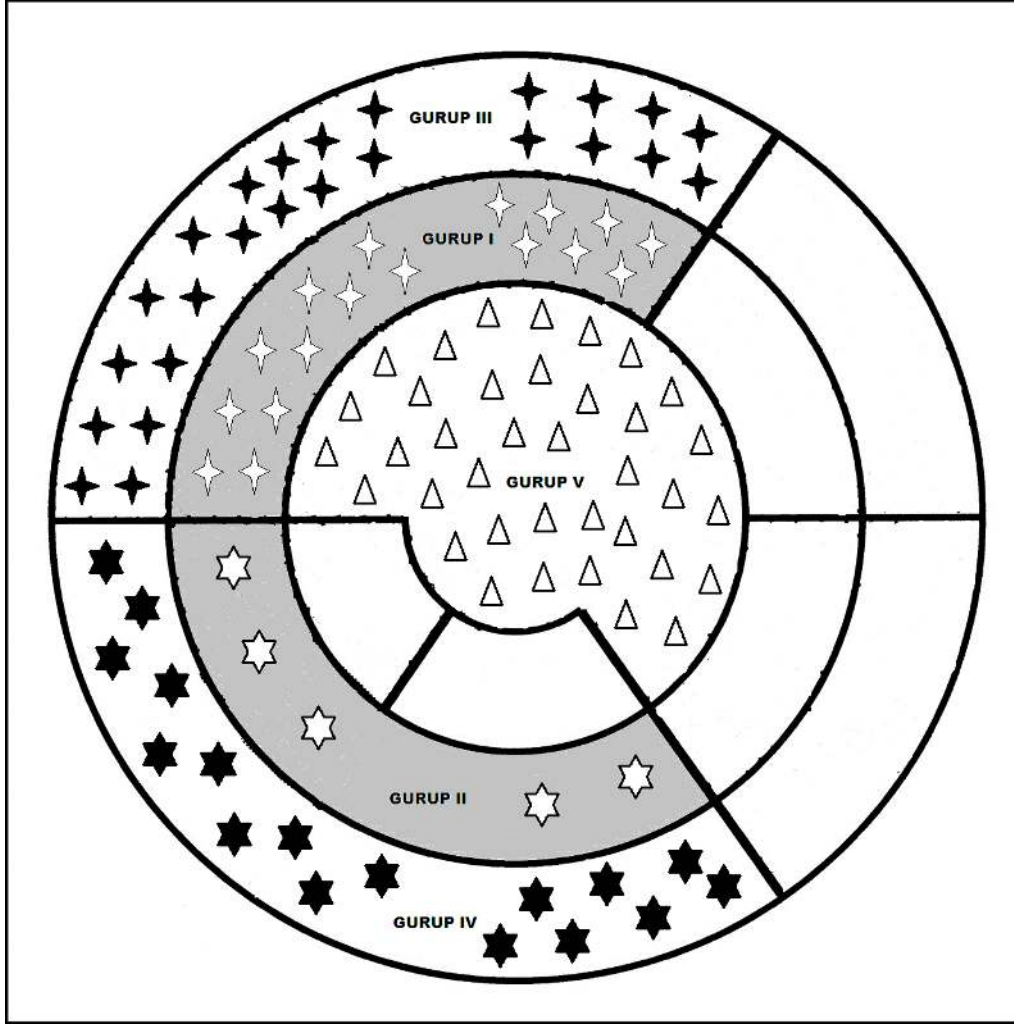
Skor 4: Defektif

3.6. İstatistik Değerlendirme:

Malatya Etik Kurulu’ndan 2010 tarih ve 172 sayı ile etik kurul onayı alındı. İstatistiksel karşılaştırmada SPSS 16.0 for Windows kullanıldı. Kruskal-Wallis Test’i, Crosstab, Friedman testi, tüm çekim gruplarının karşılaştırılmasında Mann Whitney-U testi kullanıldı. Anlamlılık (cut-off) değeri $p < 0.05$ olarak belirlendi. Ortalamalar $\text{mean} \pm \text{standart sapma}$ olarak verildi.



Şekil 10. Perfüzyon polar haritası



Şekil 11. Toplam stres skoruna göre belirlenen olgu grupları

4. BULGULAR

Çalışmaya 20 erkek, 7 kadın toplam 27 hasta katıldı. 13 olgunun (%48) eski anjiyo raporu, 2 olguda (%7) astım anamnezi, 14 olguda (%52) Hipertansiyon, 4 olguda (%15) Diyabet hastalığı, 6 olguda (%22) Aile hikayesi pozitifliği, 9 olguda (%33) Sigara kullanımı mevcuttu. Hastaların demografik değerlendirmeleri Tablo 4’de sunuldu.

Tablo 4. Hastaların demografik verileri (BMI=Vücut kitle endeksi, Ekodc= Ekokardiyografide diyastolik çap)

	n	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Yaş	27	26	72	53,2	11,06
Boy	27	152	192	170,2	10,24
Kilo	27	45	111	84,8	15
BMI	27	15	44	29	6,08
Ekodc	24	39	57	47,5	4,27

Olgular “summed stress score” olarak 3 ve üzeri değere sahip olan beş bölge belirlenerek bu değerlere sahip olgular beş grubu oluşturdu.

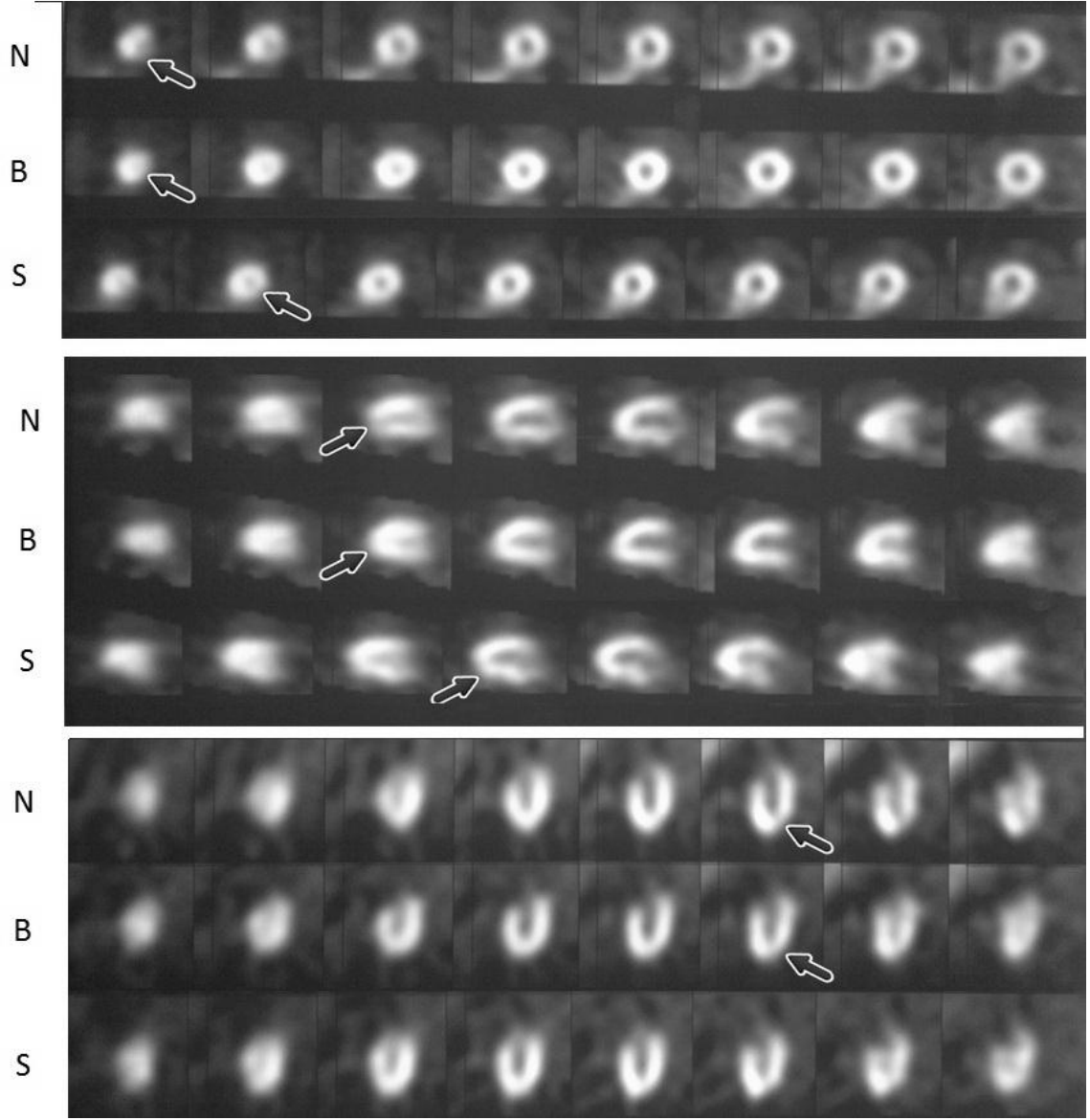
Beş grubun demografik verileri Tablo 5’de sunuldu. Beş grubun yaş, boy, kilo, BMI ve ekodç (ekokardiyografide diyastolik çap) değerleri Kruskal-Wallis Test’i ile karşılaştırıldığında gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmadı ($p>0.05$).

Tablo 5. Grupların demografik verileri (BMI=Vücut kitle endeksi, Ekodc= Ekokardiyografide diyastolik çap)

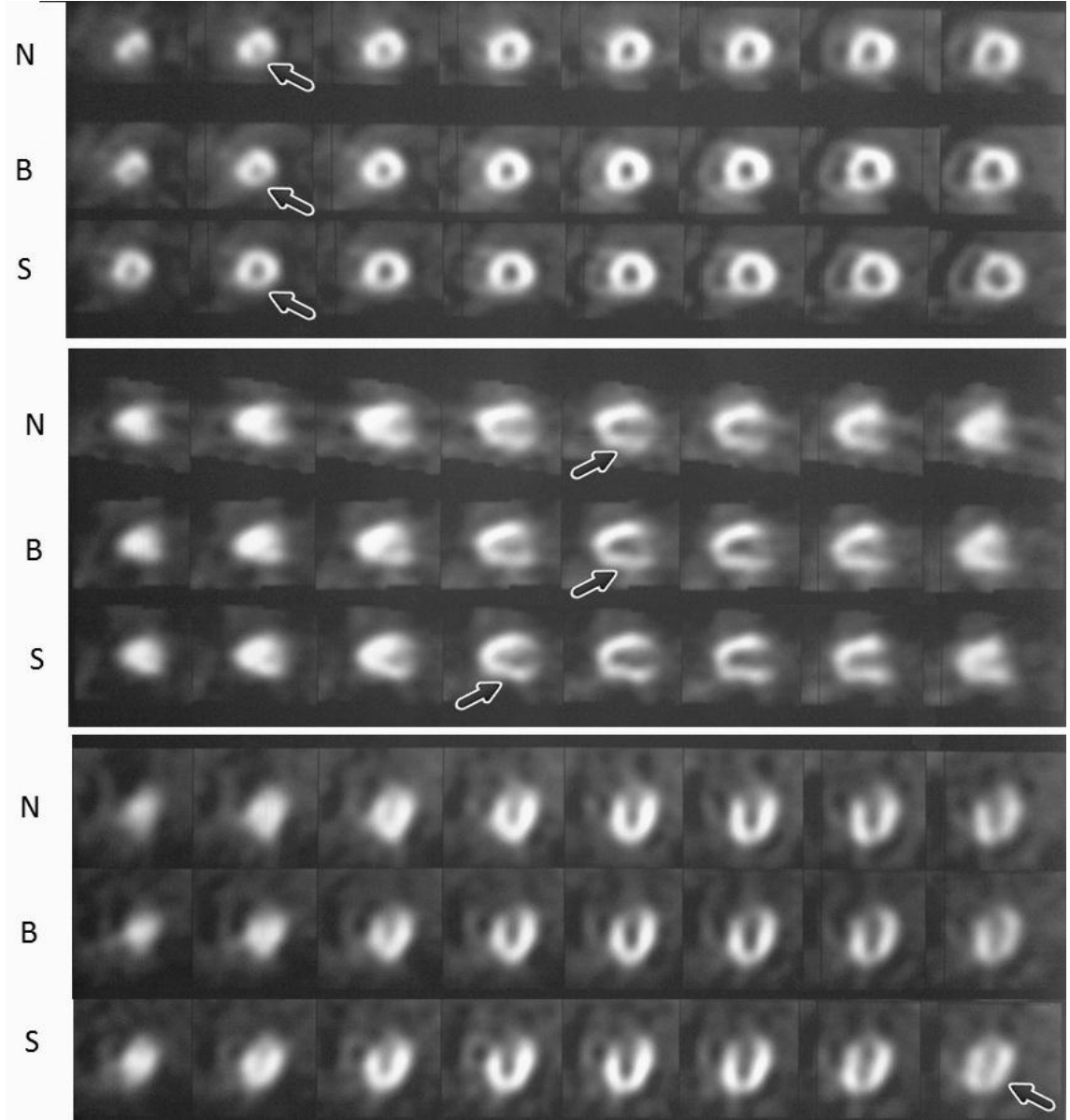
	Grup 1		Grup 2		Grup 3		Grup 4		Grup 5		p
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	değeri
Yaş	46,50	7,5	56,50	7,8	53,19	10,5	51,27	9,9	57,33	9	0,361
Boy	168,25	9,3	167,13	7,7	167,87	10,4	169,33	9,4	173,33	4,2	0,728
Kilo	88,75	16,9	85,50	12,8	86,50	12,6	85,33	17,3	80,33	9,3	0,951
BMI	30,75	4,0	30,13	4,3	30,38	5,7	29,33	5,7	26	1,7	0,618
Ekodc	48,25	5,9	47,17	3,7	47,64	3,7	45,67	3,6	50	2,8	0,469

İki ayrı nükleer tıp uzmanı çift kör olarak MPS kesitlerini değerlendirdi. Standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç uygulanan ve Maden suyu içirilen olguların MPS kesitleri görsel değerlendirilmesinde kesitlerin daha iyi değerlendirilebilir ve daha az şüpheli alan izlenmesine göre 3 kategoride (En iyi, orta ve düşük) skorlama yapıldı. Görsel sonuçlar ile standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasındaki crosstab değerlendirme Tablo 6 ve 7’de sunuldu. Normal miyokartperfüzyon SPECT çekimlerinde tercih (normal çekimde rutine sokmak) açısından üç imaj arasında bariz görsel farklılık saptanmadı.

Çalışmaya alınan hastalardan ikisinin SPECT kesitleri Şekil 12 ve Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 12. Her iki nükleer tıp uzmanının basınç uygulamasını en iyi görüntü olarak değerlendirdikleri olgu örneği (N: stres çekimi, B: basınç uygulaması, S: maden suyu içirilmesi).



Şekil 13. Her iki nükleer tıp uzmanının maden suyu içimi sonrası yapılan çekimi en iyi görüntü olarak değerlendirdikleri olgu örneği (N: stres çekimi, B: basınç uygulaması, S: maden suyu içirilmesi).

Tablo 6. Birinci uzmanın görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçlar

Birinci Uzman		Uygulama			Total
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	
En iyi	n	9	9	9	27
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%33,3
Orta	n	5	12	10	27
	Görsel Sonuç içi %	%18,5	%44,4	%37,0	%100,0
	Uygulama içi %	%18,5	%44,4	%37,0	%33,3
Düşük	n	13	6	8	27
	Görsel Sonuç içi %	%48,1	%22,2	%29,6	%100,0
	Uygulama içi %	%48,1	%22,2	%29,6	%33,3
Total	n	27	27	27	81
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 7. İkinci uzmanın görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları

İkinci Uzman		Uygulama			Total
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	
En iyi	n	5	10	12	27
	Görsel Sonuç içi %	%18,5	%37,0	%44,4	%100,0
	Uygulama içi %	%18,5	%37,0	%44,4	%33,3
Orta	n	9	11	7	27
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%40,7	%25,9	%100,0
	Uygulama içi %	%33,3	%40,7	%25,9	%33,3
Düşük	n	13	6	8	27
	Görsel Sonuç içi %	%48,1	%22,2	%29,6	%100,0
	Uygulama içi %	%48,1	%22,2	%29,6	%33,3
Total	n	27	27	27	81
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Grupların standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç uygulaması ve Maden suyu içirilmesi ile görsel değerlendirme sonuçları arasındaki crosstab değerlendirme ise Tablo 8 - 17'de sunuldu.

Tablo 8. Birinci uzmanın birinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skollama sonuçları

BİRİNCİ GRUP				
	Birinci Uzman	Uygulama		
		Standart	Basınç	Maden
	Görsel Sonucu	görüntüleme		suyu
				Total
En iyi	n	1	1	3
	Görsel Sonuç içi %	%20,0	%20,0	%60,0
	Uygulama içi %	%20,0	%20,0	%60,0
Orta	n	1	3	1
	Görsel Sonuç içi %	%20,0	%60,0	%20,0
	Uygulama içi %	%20,0	%60,0	%20,0
Düşük	n	3	1	1
	Görsel Sonuç içi %	%60,0	%20,0	%20,0
	Uygulama içi %	%60,0	%20,0	%20,0
Total	n	5	5	5
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 9. İkinci uzmanın birinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skollama sonuçları

BİRİNCİ GRUP				
	İkinci Uzman	Uygulama		
		Standart	Basınç	Maden
	Görsel Sonucu	görüntüleme		suyu
				Total
En iyi	n	0	1	4
	Görsel Sonuç içi %	%0,0	%20,0	%80,0
	Uygulama içi %	%0,0	%20,0	%80,0
Orta	n	1	4	0
	Görsel Sonuç içi %	%20,0	%80,0	%0,0
	Uygulama içi %	%20,0	%80,0	%0,0
Düşük	n	4	0	1
	Görsel Sonuç içi %	%80,0	%0,0	%20,0
	Uygulama içi %	%80,0	%0,0	%20,0
Total	n	5	5	5
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 10. Birinci uzmanın ikinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları

İKİNCİ GRUP					
Birinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi	n	2	8	6	16
	Görsel Sonuç içi %	%12,5	%50,0	%37,5	%100,0
	Uygulama içi %	%12,5	%50,0	%37,5	%33,3
Orta	n	4	5	7	16
	Görsel Sonuç içi %	%25,0	%31,2	%43,8	%100,0
	Uygulama içi %	%25,0	%31,2	%43,8	%33,3
Düşük	n	10	3	3	16
	Görsel Sonuç içi %	%62,5	%18,8	%18,8	%100,0
	Uygulama içi %	%62,5	%18,8	%18,8	%33,3
Total	n	16	16	16	48
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 11. İkinci uzmanın ikinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları

İKİNCİ GRUP					
İkinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi	n	4	7	5	16
	Görsel Sonuç içi %	%25,0	%43,8	%31,2	%100,0
	Uygulama içi %	%25,0	%43,8	%31,2	%33,3
Orta	n	3	7	6	16
	Görsel Sonuç içi %	%18,8	%43,8	%37,5	%100,0
	Uygulama içi %	%18,8	%43,8	%37,5	%33,3
Düşük	n	9	2	5	16
	Görsel Sonuç içi %	%56,2	%12,5	%31,2	%100,0
	Uygulama içi %	%56,2	%12,5	%31,2	%33,3
Total	n	16	16	16	48
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 12. Birinci uzmanın üçüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları

ÜÇÜNCÜ GRUP					
Birinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi n		4	6	5	15
Görsel Sonuç içi %		%26,7	%40,0	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%26,7	%40,0	%33,3	%33,3
Orta n		3	7	5	15
Görsel Sonuç içi %		%20,0	%46,7	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%20,0	%46,7	%33,3	%33,3
Düşük n		8	2	5	15
Görsel Sonuç içi %		%53,3	%13,3	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%53,3	%13,3	%33,3	%33,3
Total n		15	15	15	45
Görsel Sonuç içi %		%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 13. İkinci uzmanın üçüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları

ÜÇÜNCÜ GRUP					
İkinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi n		2	5	8	15
Görsel Sonuç içi %		%13,3	%33,3	%53,3	%100,0
Uygulama içi %		%13,3	%33,3	%53,3	%33,3
Orta n		5	6	4	15
Görsel Sonuç içi %		%33,3	%40,0	%26,7	%100,0
Uygulama içi %		%33,3	%40,0	%26,7	%33,3
Düşük n		8	4	3	15
Görsel Sonuç içi %		%53,3	%26,7	%20,0	%100,0
Uygulama içi %		%53,3	%26,7	%20,0	%33,3
Total n		15	15	15	45
Görsel Sonuç içi %		%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 14. Birinci uzmanın dördüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları

DÖRDÜNCÜ GRUP					
Birinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi	n	0	2	2	4
	Görsel Sonuç içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%33,3
Orta	n	1	1	2	4
	Görsel Sonuç içi %	%25,0	%25,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%25,0	%25,0	%50,0	%33,3
Düşük	n	3	1	0	4
	Görsel Sonuç içi %	%75,0	%25,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%75,0	%25,0	%0,0	%33,3
Total	n	4	4	4	12
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 15. İkinci uzmanın dördüncü grupta görsel olarak MPS kesitlerini skarlama sonuçları

DÖRDÜNCÜ GRUP					
İkinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi	n	0	2	2	4
	Görsel Sonuç içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%33,3
Orta	n	1	2	1	4
	Görsel Sonuç içi %	%25,0	%50,0	%25,0	%100,0
	Uygulama içi %	%25,0	%50,0	%25,0	%33,3
Düşük	n	3	0	1	4
	Görsel Sonuç içi %	%75,0	%0,0	%25,0	%100,0
	Uygulama içi %	%75,0	%0,0	%25,0	%33,3
Total	n	4	4	4	12
	Görsel Sonuç içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 16. Birinci uzmanın beşinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları

BEŞİNCİ GRUP					
Birinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi n		4	2	2	8
Görsel Sonuç içi %		%50,0	%25,0	%25,0	%100,0
Uygulama içi %		%50,0	%25,0	%25,0	%33,3
Orta n		2	4	2	8
Görsel Sonuç içi %		%25,0	%50,0	%25,0	%100,0
Uygulama içi %		%25,0	%50,0	%25,0	%33,3
Düşük n		2	2	4	8
Görsel Sonuç içi %		%25,0	%25,0	%50,0	%100,0
Uygulama içi %		%25,0	%25,0	%50,0	%33,3
Total n		8	8	8	24
Görsel Sonuç içi %		%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 17. İkinci uzmanın beşinci grupta görsel olarak MPS kesitlerini skorlama sonuçları

BEŞİNCİ GRUP					
İkinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
En iyi n		0	1	7	8
Görsel Sonuç içi %		%0,0	%12,5	%87,5	%100,0
Uygulama içi %		%0,0	%12,5	%87,5	%33,3
Orta n		2	6	0	8
Görsel Sonuç içi %		%25,0	%75,0	%0,0	%100,0
Uygulama içi %		%25,0	%75,0	%0,0	%33,3
Düşük n		6	1	1	8
Görsel Sonuç içi %		%75,0	%12,5	%12,5	%100,0
Uygulama içi %		%75,0	%12,5	%12,5	%33,3
Total n		8	8	8	24
Görsel Sonuç içi %		%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
Uygulama içi %		%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Summed skoru 3 üzerinde olan bölgeler değerlendirildiğinde standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasında “oran karşılaştırmasında” sadece bazal anterior oranı Friedman testinde istatistiksel anlamlı farklılık göstermiş ($p=0.028$) olup ikili karşılaştırmalarda standart görüntüleme ve Ekstraabdominal basınç uygulamaları arasında farklılık anlamlı ($p=0.004$) iken standart görüntüleme - Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç- Maden suyu içirilmesi uygulamaları arasında anlamlı farklılık yoktu ($p>0.05$).

Birinci grupta summed stres skorlar ile standart görüntüleme-Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç-Maden suyu içirilmesi uygulamaları arasındaki ilişki Friedman testi ile karşılaştırıldığında istatistik anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.03$) (Tablo 18).

Tablo 18. Birinci grupta standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki

	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimu m	p değeri
Standart görüntüleme	4	3	0	3	3	
Basınç	4	2	0,82	1	3	0.03
Maden suyu	4	1	0	1	1	

Birinci grup için yapılan ikili karşılaştırmalarda standart görüntüleme - Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut iken ($p=0.046$), standart görüntüleme - Ekstraabdominal basınç ve Ekstraabdominal basınç- Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel farklılık saptanamadı ($p>0.05$) (Tablo 19).

Tablo 19. Birinci grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması

	p value
Standart görüntüleme -Basınç	0,102
Standart görüntüleme - Maden suyu	0,046
Basınç - Maden suyu	0,102

İkinci grupta summed skorlar ile standart görüntüleme-Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç- Maden suyu içirilmesi arasındaki ilişki Friedman testi ile karşılaştırıldığında istatistik anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.008$) (Tablo 20).

Tablo 20. İkinci grupta standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki

			Standart			
	n	Ortalama	Sapma	Minimum	Maksimum	p değeri
Standart görüntüleme	8	3,38	0,744	3	5	
Basınç	8	1,8750	0,99103	0,00	3,00	0.008
Maden suyu	8	2,3750	1,18773	0,00	4,00	

İkinci grup için yapılan ikili karşılaştırmalarda standart görüntüleme- Ekstraabdominal basınç ve Ekstraabdominal basınç-Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut ($p=0.016$ ve $p=0.046$) iken standart görüntüleme-Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel farklılık saptanamadı ($p>0.05$) (Tablo 21).

Tablo 21. İkinci grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması

	p value
Standart görüntüleme -Basınç	0,016
Standart görüntüleme - Maden suyu	0,071
Basınç - Maden suyu	0,046

Üçüncü grupta summed skorlar ile standart görüntüleme-Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç- Maden suyu içirilmesi arasındaki ilişki Friedman testi ile karşılaştırıldığında istatistik anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.005$) (Tablo 22).

Tablo 22. Üçüncü grupta standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki

	Standart					
	n	Ortalama	Sapma	Minimum	Maksimum	p değeri
Standart görüntüleme	16	3,75	0,931	3	6	
Basınc	16	3,3125	1,49304	0,00	6,00	0.005
Maden suyu	16	2,3125	1,25000	0,00	4,00	

Üçüncü grup için yapılan ikili karşılaştırmalarda standart görüntüleme –Maden suyu içirilmesi ve Maden suyu içirilmesi- Ekstraabdominal basınç uygulaması arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut iken ($p=0.002$ ve $p=0.011$) standart görüntüleme- Ekstraabdominal basınç arasında istatistiksel farklılık saptanamadı ($p>0.05$) (Tablo 23).

Tablo 23. Üçüncü grupta “summed stres skor”u açısından standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu uygulaması arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması

	p value
Standart görüntüleme -Basınc	0,185
Standart görüntüleme - Maden suyu	0,002
Basınc - Maden suyu	0,011

Dördüncü grupta summed skorlar ile standart görüntüleme- Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç- Maden suyu içirilmesi arasındaki ilişki Friedman testi ile karşılaştırıldığında istatistik anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.0001$) (Tablo 24).

Tablo 24. Dördüncü grupta standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu uygulaması ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki (SS= Standart sapma)

	n	Ortalama	SS	Minimum	Maksimum	p değeri
Standart görüntüleme	15	3,73	0,799	3	5	
Basınç	15	2,4000	1,24212	0,00	4,00	0.0001
Maden suyu	15	2,2000	1,20712	0,00	4,00	

Dördüncü grup için yapılan ikili karşılaştırmalarda standart görüntüleme– Ekstraabdominal basınç ve standart görüntüleme- Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut iken ($p=0.003$ ve $p=0.001$) Maden suyu içirilmesi- Ekstraabdominal basınç arasında istatistiksel farklılık saptanamadı ($p>0.05$) (Tablo 25).

Tablo 25. Dördüncü grupta “summed stres skor”u açısından Standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu uygulaması arasındaki istatistikin ikili karşılaştırması

	p value
Standart görüntüleme -Basınç	0,003
Standart görüntüleme - Maden suyu	0,001
Basınç - Maden suyu	0,417

Apikalin kısa eksen kesitin inferior + inferoseptali, Apikal kısa eksen kesitin inferolaterali + anterolaterali ile apex bir alan olarak değerlendirildiğinde summed stres skorlar ile Standart görüntüleme-Maden suyu içirilmesi ve Ekstraabdominal basınç-Maden suyu içirilmesi arasındaki ilişki Friedman testi ile karşılaştırıldığında istatistik anlamlı farklılık mevcuttu ($p=0.0001$) (Tablo 26).

Tablo 26. Apikalin kısa eksen kesitin inferior + inferoseptali, Apikal kısa eksen kesitin inferolaterali + anterolaterali ile apex bir alan olarak değerlendirildiğinde Standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi ile “summed stres skor”u değerleri arasındaki istatistiki ilişki

	n	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	p değeri
Standart görüntüleme	11	3,00	0	3	3	
Basınç	11	1,2727	0,65	0,00	2,00	0.0001
Maden suyu	11	1,4545	0,69	0,00	2,00	

Apikal bölge için yapılan ikili karşılaştırmalarda Standart görüntüleme – Ekstraabdominal basınç ve Standart görüntüleme- Maden suyu içirilmesi arasında istatistiksel anlamlı farklılık mevcut iken ($p=0.003$ ve $p=0.003$) Maden suyu içirilmesi- Ekstraabdominal basınç arasında istatistiksel farklılık saptanamadı ($p>0.05$) (Tablo 27).

Tablo 27. Beşinci grupta “summed stres skor”u açısından Standart görüntüleme, Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasındaki istatistikinin ikili karşılaştırması

	p value
Standart görüntüleme -Basınç	0,003
Standart görüntüleme - Maden suyu	0,003
Basınç - Maden suyu	0,317

Summed skoru 3 üzerinde olan bölgeler değerlendirildiğinde Standart görüntüleme, basınç ve maden suyu uygulamaları ile summed skorları arasında crosstab karşılaştırma aşağıda sunulmuştur (Tablo 28-34).

Tablo 28. Birinci grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

BİRİNCİ GRUP					
Summed Stres Skoru		Uygulama			Total
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	
1	n	0	1	4	5
	Birinci Grup içi %	%0,0	%20,0	%80,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%25,0	%100,0	%41,7
2	n	0	2	0	2
	Birinci Grup içi %	%0,0	%100,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%50,0	%0,0	%16,7
3	n	4	1	0	5
	Birinci Grup içi %	%80,0	%20,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%25,0	%0,0	%41,7
Total	n	4	4	4	12
	Birinci Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 29. İkinci grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

İKİNCİ GRUP					
Summed Stres Skoru		Uygulama			
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
0	n	0	1	1	2
	İkinci Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%12,5	%12,5	%8,3
1	n	0	1	0	1
	İkinci Grup içi %	%0,0	%100,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%12,5	%0,0	%4,2
2	n	0	4	3	7
	İkinci Grup içi %	%0,0	57,1%	42,9%	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%50,0	%37,5	%29,2
3	n	6	2	3	11
	İkinci Grup içi %	54,5%	18,2%	27,3%	%100,0
	Uygulama içi %	%75,0	%25,0	%37,5	%45,8
4	n	1	0	1	2
	İkinci Grup içi %	%50,0	%0,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%12,5	%0,0	%12,5	%8,3
5	n	1	0	0	1
	İkinci Grup içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%12,5	%0,0	%0,0	%4,2
Total	n	8	8	8	24
	İkinci Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 30. Üçüncü grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

ÜÇÜNCÜ GRUP					
Summed Stres Skoru		Uygulama			
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
0	n	0	1	1	2
	Üçüncü Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%6,2	%6,2	%4,2
1	n	0	1	4	5
	Üçüncü Grup içi %	%0,0	%20,0	%80,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%6,2	%25,0	%10,4
2	n	0	1	3	4
	Üçüncü Grup içi %	%0,0	%25,0	%75,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%6,2	%18,8	%8,3
3	n	8	6	5	19
	Üçüncü Grup içi %	%42,1	%31,6	%26,3	%100,0
	Uygulama içi %	%50,0	%37,5	%31,2	%39,6
4	n	5	4	3	12
	Üçüncü Grup içi %	%41,7	%33,3	%25,0	%100,0
	Uygulama içi %	%31,2	%25,0	%18,8	%25,0
5	n	2	2	0	4
	Üçüncü Grup içi %	%50,0	%50,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%12,5	%12,5	%0,0	%8,3
6	n	1	1	0	2
	Üçüncü Grup içi %	%50,0	%50,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%6,2	%6,2	%0,0	%4,2
Total	n	16	16	16	48
	Üçüncü Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 31. Dördüncü grupta summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

DÖRDÜNCÜ GRUP					
Summed Stres Skoru		Uygulama			
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
0	n	0	1	1	2
	Dördüncü Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	6,7%	6,7%	4,4%
1	n	0	3	3	6
	Dördüncü Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%20,0	%20,0	%13,3
2	n	0	3	6	9
	Dördüncü Grup içi %	%0,0	%33,3	%66,7	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%20,0	%40,0	%20,0
3	n	7	5	2	14
	Dördüncü Grup içi %	%50,0	%35,7	%14,3	%100,0
	Uygulama içi %	%46,7	%33,3	%13,3	%31,1
4	n	5	3	3	11
	Dördüncü Grup içi %	%45,5	%27,3	%27,3	%100,0
	Uygulama içi %	%33,3	%20,0	%20,0	%24,4
5	n	3	0	0	3
	Dördüncü Grup içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%20,0	%0,0	%0,0	%6,7
Total	n	15	15	15	45
	Dördüncü Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 32. Beşinci Grup'un Apikal Kısa Eksen İnfierior – İnfieroseptal Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

BEŞİNCİ GRUP'un Apikal Kısa Eksen İnfierior – İnfieroseptal Alanı					
	Birinci Uzman Görsel Sonucu	Uygulama			Total
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	
1	n	0	3	1	4
	Grup içi %	%0,0	%75,0	%25,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%75,0	%25,0	%33,3
72	n	0	1	3	4
	Grup içi %	%0,0	%25,0	%75,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%25,0	%75,0	%33,3
3	n	4	0	0	4
	Grup içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%33,3
Total	n	4	4	4	12
	Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 33. Beşinci Grup'un Apikal Kısa Eksen İnfierolateral – Anterolateral Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

BEŞİNCİ GRUP'un Apikal Kısa Eksen İnfieriorolateral – Anterolateral Alanı					
	Birinci Uzman Görsel Sonucu	Uygulama			Total
		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	
1	n	0	3	3	6
	Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%100,0	%100,0	%66,7
3	n	3	0	0	3
	Grup içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%33,3
Total	n	3	3	3	9
	Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

Tablo 34. Beşinci Grup'un Apeks ve İnferoapikal Alanında summed stres skoru ile uygulama arası crosstab karşılaştırma

BEŞİNCİ GRUP'un Apeks ve İnferoapikal Alanı					
Birinci Uzman		Uygulama			
Görsel Sonucu		Standart görüntüleme	Basınç	Maden suyu	Total
1	n	0	1	1	2
	Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%25,0	%25,0	%16,7
2	n	0	3	3	6
	Grup içi %	%0,0	%50,0	%50,0	%100,0
	Uygulama içi %	%0,0	%75,0	%75,0	%50,0
3	n	4	0	0	4
	Grup içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%0,0	%0,0	%33,3
Total	n	4	4	4	12
	Grup içi %	%33,3	%33,3	%33,3	%100,0
	Uygulama içi %	%100,0	%100,0	%100,0	%100,0

5. TARTIŞMA

İlk miyokart perfüzyon sintigrafisi potasyum-43 kullanılarak hayvan deneyleri ile başlamıştır. 1970'lerin ortalarında talyum-201 ile planar sintigrafik görüntülemeler rutine girerek koroner arter hastalıklarının saptanmasında önemli bir çıkış açmıştır. 1980 ortalarında SPECT çakimler başlamış, bu test duyarlılığında ve özgüllüğünde önemli artışa sebep olmuştur. İlk çalışmalarda rutin olarak sadece Koşu Bandı egzersiz ile yapılırken, 1980'lerde farmakolojik stres çalışmaları rutin kullanıma girmiştir. Talyum-201 fizik özelliklerinden kaynaklanan dezavantajları nedeni ile ideal bir radyonüklid değildi. Çalışmalar ^{99m}Tc işaretli radyofarmasötik üretimine yöneldi. 1980 sonlarında ^{99m}Tc -sestamibi ve 1990 ortalarında ^{99m}Tc -tetrofosmin bulundu. 1990 ortalarında EKG GATED miyokart perfüzyon SPECT uygulamaları başlaması bir başka dönüm noktası oldu. Özellikle bilgisayar teknolojisinde akıl almaz gelişmeler sayesinde daha hızlı ve daha yüksek rezolüsyonlu görüntüleme yapılmasını sağladı (103).

Miyokart perfüzyon sintigrafisi yüksek duyarlık ve özgüllük değerleri ile koroner arter hastalıklarının teşhisinde yaygın kullanılan, non-invaziv bir görüntüleme tekniğidir (2, 3). Min ve arkadaşları New-York'ta yaklaşık 6,5 milyon nüfusa hizmet veren bir bölgede 2002-2005 yılları arasında koroner arter hastalığı şüphesi ile 1647 kişiye çok kesitli BT ve 6588 kişiye miyokart perfüzyon SPECT çalışması yapıldığını raporlamışlar (104). Aynı oran temel alınır sa yaklaşık 70 milyon nüfusa sahip Türkiye'de dört yılda 70000 ve yılda 17500 MPS çekimi yapıyor olması gerekirdi. Bu çalışma ile kıyaslandığında, Türkiye'de milyon nüfus başına MPS çekimlerinin ABD'den daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür.

Fleischmann ve arkadaşları planar ^{201}Tl çalışmalarını değerlendirdikleri meta analiz çalışmalarında duyarlılığını %87 ve özgüllüğünü %64 olarak bildirdiler (105). Klocke

ve arkadaşları benzer meta analizi ^{99m}Tc - işaretli radyofarmasötikler ile yapılmış miyokart perfüzyon SPECT çalışmalarını değerlendirdiklerinde, duyarlılığı %87 ve özgüllüğü %73 olarak buldular ve bunu 2003 yılında “kardiyak radyonüklid çalışmalar guidelines”ında yayınladılar (106). Jaarsma ve arkadaşları koroner arter hastalıklarının teşhisinde MPS SPECT, kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme ve PET doğruluğu üzerine yaptıkları yeni yayınlanmış meta analiz yayınlarında sırasıyla doğruluk değerini %88, %89 ve %84 olarak bildirdiler (2).

Hachamovitch ve arkadaşları kayıtlı koroner arter hastalığı hikâyesi bulunmayan, koroner arter hastalığı olasılığı orta veya yüksek değerlendirilen miyokart perfüzyon SPECT’i, PET veya 64 kesitli koroner bilgisayarlı tomografik anjiyografi çekirmiş 1703 olguyu test sonrası 90 gün takibinde medikal tedaviye cevaplarına göre ve kateterizasyon işlemine giden oranlarını karşılaştırdılar. Olguların %82’si 64 kesitli koroner bilgisayarlı tomografik anjiyografi çekirmiş; %62’si PET yaptırmış ve %78’i SPECT çalışması yaptırıldığını bildirmektedirler ($p < 0.001$). Olguların %9,6’sı kateterizasyona gitmiş ve bunların %48,2’si orta veya şiddetli koroner bulgulara sahipmiş. SPECT sonrası olguların %4,3’ünde; PET sonrası %11,1’inde ve koroner bilgisayarlı tomografik anjiyografi sonrasında olguların %13,2 sinde 90 gün içinde kateterizasyon uygulanmış ($p > 0,001$). Negatif görüntüleme bulgusu olan olgulardan kateterizasyon sonrası obstrüktif hastalık bulunan oranı SPECT sonrası %0, PET sonrası %3,3 ve koroner BT anjiyo sonrası %20,8 bildirilmiş ($p < 0,006$). Görüntüleme bulgularını hafif, orta ve şiddetli bulgular olarak sınıfladığında hafif ve orta görüntüleme bulgusu olan olgularda koroner BT anjiyo sonrası çok damar hastalığı oranı %12 iken SPECT sonrası bu oran %0 bulunmuş (3). Bu çalışmanın (2012 yılı) dikkat çeken sonuçları: a) kardiyologlar koroner hastalık olasılığı yükseldikçe koroner BT anjiyo’ya daha sıcak bakıyorlar, b) rutinde SPECT’den hafifce daha sık istiyorlar c) ancak hafif görüntüleme bulgusu olan olguların 1/5 inde çoklu koroner arter hastalığı bulunabiliyor d) Min ve arkadaşlarının çalışması ile birlikte değerlendirildiğinde ise son 10 yılda çok kesitli koroner bilgisayarlı tomografik anjiyografi kullanımının daha hızlı yaygınlaştığını söylemekte mümkündür.

Kateterden enjeksiyon ve ektravazasyon sonucu vücuda giden aktivitenin azalması sayım istatistiğini bozar ve filtelemeler neticesinde yalancı pozitiflikler izlenebilir. Sintigrafik çekim öncesi enjeksiyon alanı kontrolü durumun erken tespitini ve tedbir alınmasını (süre uzatılması, rekonstrüksiyonda daha uygun filtre değerlerinin kullanılması vb) sağlar. Hasta konforu kısıtlı olması çekim esnasında hareket

artefaktlarının oluşmasına neden olabilmektedir. Minör hareket artefaktları düzeltici algoritmalar ile sıklıkla düzeltilebilir ancak majör artefaktlarda sıklıkla çekimin tekrarlanması gerekebilmektedir. Hedef kalp hızına teradmil egzersizde ulaşamamak, oral kullanılan farmakolojik strese (gecikmiş mide boşalması vb.) pik serum konsantrasyonuna ulaşamaması test duyarlılığını düşürecektir. Hasta değerlendirilmesinde yumuşak doku atenuasyon artışı yapan nedenlerin (meme atenuasyonu, kahverengi yağ doku, şişmanlık, meme protezleri, yer kaplayan lezyonlar vb.) göz önüne alınması, gerekiyorsa atenuasyon düzeltmesi işlemlerinin yapılması, özellikle meme dokusu pozisyonlanmasında mümkün olduğunca istirahat ve egzersizde aynı pozisyonu verilmesi, prone veya yan yatar pozisyonda görüntüleme yalancı pozitiflikleri azaltacaktır. Kalbe komşu aktivite tutulumu veya atılımı yüksek organlar (örneğin karaciğer, bağırsaklar ve böbrekler) ile bu organ lezyonlarının (primer tümör ve metastazları vb.) uzaklaştırılması testin doğru değerlendirme kabiliyetini artıracaktır. Yağlı gıdalar, çikolata, maden suyu ve gazlı içecekler bu amaçla rutinde sıklıkla kullanılmaktadır (107).

²⁰¹Tl egzersiz ve farmakolojik stres testleri ile kombine değerlendirildiğinde miyokart perfüzyonu görüntülemesinde önemli tanısal bilgiler vermektedir. Normal ²⁰¹Tl miyokart perfüzyon sintigrafisi gelecekteki kardiyak hadiseler geçirmek açısından düşük risk ile ilişkilidir. Halbuki anormal ²⁰¹Tl miyokart perfüzyon sintigrafisi (özellikle kalp geniş alanını tutan, reversible defekt alanı olan, transient sol ventrikül dilastasyonu yapan ve artmış akciğer tutulumu gösteren olgular) yüksek riske sahiptirler. ²⁰¹Tl 73 saatlik yarı ömre sahiptir. Radyoaktif bozunumu esnasında %98'i 69 ve 81 keV enerjide X ışını saçar ve miyokart perfüzyon sintigrafisinde bu X ışınları dedekte edilerek görüntüleme yapılır. Geç görüntülerin alınabilmesi ve redistribüsyonunun olması sayesinde miyokart viabilite çalışmalarında da kullanılır. Uzun yarı ömrü yüksek radyasyon dozuna sebep olması verilecek dozu sınırlar. Dozun azalması sayım istatistiğinin kötüleşmesine de neden olur. Düşük enerjisi doku atenuasyonunun artması sonucunda atenuasyon artefaktlarının daha fazla izlenmesine neden olur. Gama kamaralar 100-250 keV arası gama ve X ışınları dedekte etmek için tasarlandığından enerjisi gama kamaralar için düşüktür.

^{99m}Tc-sestamibi 1980 ortalarından beri yaygın kullanılan bir miyokart perfüzyon ajanıdır. Miyokart da Wash-out'u çok düşüktür ve redistribüsyonu yoktur. Lipofilik katyonik izonitridir. Pasif difüzyon ile hücre membranını geçer. Negatif mitokondrial membran potansiyoli sayesinde mitokondri içine girer ve fikse olur. ^{99m}Tc 6 saatlik

yarıömürü, 140 keV’lik pür Gama enerjisi mevcudiyeti, ucuz ve kolay temini ile ideal bir radyonükliddir. Yumuşak doku atenuasyonu daha düşüktür. Daha yüksek dozda (streste 8-10 ve istirahatte 20-30 mCi) uygulanması özellikle SPECT’te sayım istatistiğinin ve görüntü kalitesinin çok daha iyi olmasını sağlar. Kaynatılarak hazırlanması ve kalite kontrol testlerinin daha maliyetli oluşu dezavantajları arasında sayılabilir (108). (kaynaklar ve benim kitap). Koroner arter hastalıkları tespitinde miyokart perfüzyon sintigrafisi radyofarmasötikleri olarak $^{99m}\text{Tc-MİBİ}$ ve ^{201}Tl literatürde benzer tanı değerlerine sahiptir. Ancak ^{201}Tl ile kıyaslandığında ülkemizde ve dünyada miyokart perfüzyon görüntülemesinde çok daha fazla tercih edilmektedir.

Bilinen veya şüpheli koroner arter hastalığı olan olguların optimal takibinde başta miyokart infarktı ve ölüm olmak üzere gelecekteki kardiyak riskin değerlendirilmesi ve bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Bu değerlendirme olguları düşük ve yüksek riskli olarak ayırabilir. Yüksek riskliler koroner anjiyo ve revaskülarizasyon işlemlerinden büyük fayda görürken, düşük riskliler konservatif tedaviler ile takip edilmektedir (109) . “20 bölge summed stres score” hesaplaması miyokardın total iskemi hesaplamasında, tedavi seçenekleri etkinliği, risk ölçümü ve sürvi araştırmasında kullanılan Cedars-Sinai Hastanesi (Los Angeles, California, USA) tarafından geliştirilmiş bir ölçüm metodudur. 20000 üzerinde geniş bir seride yapılan çalışmada normal summed stres score (0–3) %1’den düşük mortalite ile ilişkili iken artan SSS ile kardiyak mortalite riskide artmaktaydı. Hachamovitch ve arkadaşları summed stres score ile grupladıkları hastalarında mortalite üzerine medikal tedavi ve revaskülarizasyon işlemlerinin etkilerini değerlendirdiler. Görüntülemesi düşük riskli grupta (ortalama anormal; SSS 4–8) mortalite benzer olup revaskülarizasyon işlemlerinin sürvi avantajı yoktu. Ancak defekt alanı büyüdüğünde (SSS > 9) revaskülarizasyon sürvide anlamlı artışa neden olmaktaydı (110).

Lee ve arkadaşları 2003-2007 yılları arasında 9600 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında Summed Stres Skor ile ölüm veya MI geçirme açısından risk faktörü analizi yapmışlar; 1-3 arası Summed Stres Skor’da risk değişimi yokken [0.85 (95% CI 0.60-1.21, $P = .366$)], 4-6 arasında riskin 1.31 kat (95% CI 0.88-1.94, $P = .186$) arttığını, ≥ 7 iken 1,47 kat (95% CI 1.02-2.12, $P = .040$) attığını yayınlamışlardır (107).

Mosalla ve arkadaşları 2005 sonrasında MPS çekirmiş majör 482 hastayı yaklaşık 1,5 yıl takip etmişler ve Summed Stres Score > 13 olguların %17,2’sinde (n=29) miyokard infarktı ortaya çıktığını ve miyokart infarktı geçiren olguların %42,9’unun (n=14) öldüğünü bildirmişlerdir (111). Summed Stres Skoru 17 ve 20 alan olarak

hesaplanabilmekte olup biz en yaygın kullanılan ve yeni olan 20 alanlı skorlamayı tercih ettik.

Jakob ve arkadaşları 12 domuz üzerinde yaptıkları çalışmada ıkmama ve 7 kg lık ağırlık koyarak yaptıkları ekstra abdominal basınç uygulamasının intraperitoneal basıncı 6 mm Hg dan 9 mm Hg'ya; mesane basıncını 6 mm Hg dan 11 mm Hg'ya; intragastrik basıncı 6 mm Hg dan 11 mm Hg'ya; inferior vena kava basıncını 11 mm Hg dan 15 mm Hg'ya çıkardığını bulmuş, ıkmamayı yapmadığında ise sadece pulmoner arter diastolik basıncını düşürürken diğer basınç artışlarının sebat ettiğini bildirmişlerdir (100). Biz intragastrik basınç artışı ve diyafragma üzerine etkileri sayesinde MPS'de özellikle inferior duvar atenuasyon atrefaktlarını azaltacağınız düşünerek bu çalışmamızı planladık. Bizim çalışmamızda ekstraabdominal basınç uygulamasının orta kısa eksen kesit inferoseptal ile bazal kısa eksen kesit anteroeptal bölge artefaktlarını değerlendirmede görsel olarak standart görüntüleme uygulamasından daha iyi olarak değerlendirildi. Bazal inferoseptal bölgede basınç ve maden suyu eşit sayıda en iyi kesit seçildi. Grup 2 de 16 olgunun birinci nükleer tıp uzmanı 7 (%43,8), ikincisi 8'inde (%50) üç uygulama içinde görsel en iyi kesitin basınç uygulaması olduğunu söyledi. Grup 3 de 15 olgunun birinci nükleer tıp uzmanı 6 (%40), ikincisi 5'inde (%33,3) üç uygulama içinde görsel en iyi kesitin basınç uygulaması olduğunu söyledi. Ancak Grup 4 de 4 olgunun 2 sinde (%50) üç uygulama içinde görsel en iyi kesitin basınç; 2 sinde (%50) ise maden suyu uygulaması olduğunu söyledi. Summed Stres Skorları karşılaştırıldığında Grup 2'de basınç uygulaması ile hesaplanan Summed Stres Skorları standart görüntüleme ve maden suyu içirilmesinde hesaplanandan daha düşüktü ($p=0,016$ ve $p=0,046$). Grup 4 de ise Ekstraabdominal basınç ve maden suyu içirilmesi arasında Summed Stes Skorları karşılaştırıldığında istatistiksel anlamlı farklılık yoktu. Ancak Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi ile hesaplanan Summed Stres Skorları Standart görüntülemeden anlamlı – belirgin düşüktü ($p=0,003$ ve $p=0,003$). Benzer bulgular crosstab'larda da dikkati çekmekteydi.

Türkiyede bulunan doğal mineralli sular 450-3150 mg/l HCO_3 içermektedir (112). Bizim kullandığımız Kızılay Doğal Mineral Su 2123 mg/l HCO_3 içermektedir. Yüksek bikarbonat içeriği oral alımı ile asit fazlalığı, yanma ve ekşime ile seyreden mide hastalıklarında mide asidini fazlalığını baskılar, peptik ülser hastalığının tedavisinde önemli rol oynar. Yan etki olarak mide bulantısı, şişkinlik ve gaz yapabilir (113). Gaz ve şişkinlik yapması yan etkileri MPS çekiminde özellikle inferior duvar imaj kalitesini yükseltmekte bazı kliniklerde kullanılmaktadır. Hara ve arkadaşları 95

hastanın tek gün protokolü ile ^{99m}Tc tetrofosmin kullanılarak adenoazin stresli miyokart perfüzyon SPECT'i çektikleri çalışmalarında 63 olguya 100 ml maden suyu içirilmiş ve bu olgularda infrakardiyak aktivitenin belirgin düştüğünü, bu sayede inferior duvar imaj kalitesini artırdığını yayınlamışlardı (10). Çalışmamızda doğal maden suyunu 200 cl olarak p.o. uyguladık. Bizim çalışmamızda maden suyu uygulamasının orta kısa eksen kesit anteroseptal ve bazal kısa eksen kesit anteroseptal bölge artefaklarını değerlendirmede görsel olarak Stres uygulamasından daha iyi olarak değerlendirildi. Grup 1 de 5 olgunun birinci nükleer tıp uzmanı 3'ünde (%60), ikincisi 4'ünde (%80) üç uygulama içinde görsel en iyi kesitin maden suyu uygulaması olduğunu söyledi. Grup 3 de ise 15 olgunun birinci nükleer tıp uzmanı 5'sında (%33,3), ikinci nükleer tıp uzmanı ise 8'inde (%53,3) üç uygulama içinde görsel en iyi kesitin maden suyu uygulaması olduğunu söyledi. Summed Stres Skorları karşılaştırıldığında Grup 1'de maden suyu uygulaması ile hesaplanan Summed Stres Skorları Standart görüntüleme uygulamasında hesaplanandan daha düşüktü ($p=0,046$). Grup 3'de ise maden suyu içirilmesi ile hesaplanan Summed Stres Skorları Standart görüntüleme ve Ekstraabdominal basınç uygulamasında hesaplanandan daha düşüktü ($p=0,003$ ve $p=0,001$). Benzer bulgular crosstab'larda da dikkati çekmekteydi.

Apikal bölgeyi değerlendirmede 8 olgunun birinci nükleer tıp uzmanı 4'ünde (%50) standart görüntüleme kesitlerinin; ikinci nükleer tıp uzmanı ise 7'sinde (%87,5) maden suyu içirilmesi kesitlerinin en iyi kesitler olduğunu seçti. Summed Stres Skorları karşılaştırıldığında apikal bölgede (Grup 5) Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasında anlamlı farklılık yokken ($p>0,05$), Ekstraabdominal basınç uygulaması ve Maden suyu içirilmesi ile hesaplanan Summed Stres Skorları Standart görüntüleme uygulamasında hesaplanandan daha düşüktü ($p=0,003$ ve $p=0,003$).

Bu çalışma bir üniversite hastanesinin nükleer tıp bölümünde MPS tetkiki istenen ve kısıtlı sayıda bir hasta popülasyonunda tek merkezli olarak yapılması; sadece iki nükleer tıp uzmanının çift kör görsel değerlendirmesi ve aradaki çelişkilerin ortak değerlendirme ile aşılmamış olması önemli sınırlama olarak gösterilebilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bizim çalışmamızda görsel ve Summed Stres skorları birlikte değerlendirildiğinde ekstraabdominal basınç uygulamasının orta kısa eksen kesit anteroseptal ve bazal kısa eksen kesit inferoseptal bölge artefaklarını değerlendirmede Standart görüntüleme uygulamasından daha iyi olarak değerlendirildi. Maden suyu içirilmesinin ise orta kısa eksen kesit anteroseptal ve bazal kısa eksen kesit anteroseptal bölge artefaklarını değerlendirmede Standart görüntüleme uygulamasından daha iyi olarak değerlendirildi. Bazal kısa eksen kesitte inferoseptal bölgeyi değerlendirmede Ekstraabdominal basınç ve Maden suyu içirilmesi arasında anlamlı farklılık yoktu. Apikal bölgeyi değerlendirmede Summed Stres Skorları karşılaştırıldığında Ekstraabdominal basınç uygulaması ve Maden suyu içirilmesi ile hesaplanan Summed Stres Skorları stres uygulamasında hesaplandan daha düşüktü. Maden suyu içirilmesinin de ekstraabdominal basınç uygulamasının da şüpheli artefaktların doğru değerlendirilmesinde rutinde kullanılabileceği kanaatine vardık.

7. ÖZET

Miyokart perfüzyon sintigrafisi (MPS) koroner arter hastalığı, miyokart canlılığı, koroner arter hastalığının risk ve prognoz değerlendirilmesinde kullanılan non-invaziv bir görüntüleme yöntemidir. Bu çalışmanın amacı maden suyu içirilerek ve ekstraabdominal basınç uygulayarak yapılan MPS SPECT çekimlerinin atenüasyon artefaktları üzerinde etkisini değerlendirmektir. Çalışmaya toplam 27 hasta (20 erkek, 7 kadın) dahil edildi. Bu hastalar stres görüntülemelerinde miyokardda şüpheli perfüzyon azalımı izlenen, maden suyu içirilerek ve basınç uygulayarak veya alınan rest çekimlerinde normal olarak raporlanan hastalardı. Stres SPECT görüntülemeleri sırasıyla bazal çalışma, ekstraabdominal basınç uygulaması ve maden suyu içirilmesi ile üç kez tekrarlandı. Ekstraabdominal basınç uygulanması ve maden suyu içirilmesi ile yapılan görüntülemelerde hastalara ilave radyofarmasötik doz uygulaması yapılmamıştır. Polar haritada summed stres skoru 3 ve üzerindeki alanlar baz alınarak 5 grup oluşturuldu. Yapılan üç SPECT görüntülemeden de summed stres skorları hesaplandı. İki nükleer tıp uzmanı çift kör olarak elde edilen görüntüleri görsel olarak “en iyi görüntü”, “orta derecede iyi görüntü”, kötü görüntü” şeklinde değerlendirdi. İstatistiksel sonuçlar neticesinde, maden suyu içirilmesi ve ekstraabdominal basınç uygulaması ile alınan görüntülerde miyokardın anteroseptal ve inferoseptal duvarlarının orta ve bazal kesimlerinin, bazal stres çekim protokolüne kıyasla daha iyi olduğu gözlemlendi. Nükleer tıp kliniklerinde yapılan MPS çekimlerinde, anteroseptal ve inferoseptal duvarlarda görülen şüpheli artefakt görüntülerini daha iyi değerlendirmek için maden suyu içirilerek ya da ekstraabdominal basınç uygulayarak çekim yapılmasının yarar sağlayacağını düşünüyoruz.

Anahtar kelimeler: SPECT, miyokart, ekstraabdominal basınç, maden suyu, atenüasyon artefaktları

8. İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)

Myocardial perfusion scintigraphy is often used non-invasive diagnostic test for detection of coronary artery disease, myocardial viability, risk assessment and prediction of prognosis. The aim of this study was to evaluate of mineral water drinking and extra-abdominal pressure for elimination of attenuation artifacts on myocardial perfusion SPECT. A total of 27 patients (20 males, 7 females) who have suspected area on stress myocardial perfusion imaging but evaluated as normal after added two imaging or rest were included in this study. Stress SPECT imaging was repeated continuously three times following basal imaging, application of extra-abdominal pressure and after mineral water drinking. Five groups were created from 5 rating areas which had Summed Stress Scores of 3 or above on Polar Map. SPECT slices were obtained and "Summed Stress Scores" were calculated from three SPECT imaging. Double-blinded two clinicians visually evaluated these slices and have rated based on ease of evaluation as "best image", "Medium" and "Low". Mineral water drinking and application of extra-abdominal pressure was better than basal SPECT imaging for evaluation of middle and basal regions of anteroseptal and inferoseptal wall. We thought that mineral water drinking and application of extraabdominal pressure can be used for properly evaluation of the suspect artifacts of anteroseptal and inferoseptal wall.

Keywords: SPECT, myocardial, extra-abdominal pressure, mineral water, attenuation artifacts

9. KAYNAKLAR

1. Bonte FJ, Parkey RW, Graham KD, Moore J, Stokely EM: A new method for radionuclide imaging of myocardial infarcts. *Radiology* 1974; 110(2): 473-4.
2. Jaarsma C, Leiner T, Bekkers SC, Crijns HJ, Wildberger JE, Nagel E, Nelemans PJ, Schalla S: Diagnostic performance of noninvasive myocardial perfusion imaging using single-photon emission computed tomography, cardiac magnetic resonance, and positron emission tomography imaging for the detection of obstructive coronary artery disease: a meta-analysis. *J Am Coll Cardiol* 2012; 59(19): 1719-28.
3. Hachamovitch R, Johnson JR, Hlatky MA, Cantagallo L, Johnson BH, Coughlan M, Hainer J, Gierbolini J, Di Carli MF: The study of myocardial perfusion and coronary anatomy imaging roles in CAD (SPARC): design, rationale, and baseline patient characteristics of a prospective, multicenter observational registry comparing PET, SPECT, and CTA for resource utilization and clinical outcomes. *J Nucl Cardiol* 2009; 16(6): 935-48.
4. Chamarthy M, Travin MI: Altered biodistribution and incidental findings on myocardial perfusion imaging. *Semin Nucl Med* 2010; 40(4): 257-70.
5. Hsu B, Kao CH, Hung GU: Recognition of image artifacts on myocardial perfusion SPECT enhanced by iterative reconstruction. *Clin Nucl Med* 2010; 35(6): 445-7.
6. Celler A, Shcherbinin S, Hughes T: An investigation of potential sources of artifacts in SPECT-CT myocardial perfusion studies. *J Nucl Cardiol* 2010; 17(2): 232-46.
7. Goel S, Bommireddipalli S, DePuey EG: Effect of proton pump inhibitors and H₂ antagonists on the stomach wall in 99mTc-sestamibi cardiac imaging. *J Nucl Med Technol* 2009; 37(4): 240-3.
8. Mommenezhad M, Zakavi SR, Sadeghi R, Kakhki VR: Review of the linogram and sinogram: an easy way to detect off-peak artifacts in myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med Technol* 2009; 37(3): 188-90.
9. Kovalski G, Keidar Z, Frenkel A, Israel O, Azhari H: Correction for respiration artefacts in myocardial perfusion SPECT is more effective when reconstructions supporting collimator detector response compensation are applied. *J Nucl Cardiol* 2009; 16(6): 949-55.
10. Hara M, Monzen H, Futai R, Inagaki K, Shimoyama H, Morikawa M, Tomioka N, Konishi T, Watanabe Y, Yuki R et al: Reduction of infracardiac intestinal activity by a small amount of soda water in technetium-99m tetrofosmin myocardial perfusion scintigraphy with adenosine stress. *J Nucl Cardiol* 2008; 15(2): 241-5.
11. Thompson RC: The problem of radiotracer abdominal activity in myocardial perfusion imaging studies. *J Nucl Cardiol* 2008; 15(2): 159-61.
12. Malhotra G, Upadhye TS, Nabar A, Asopa RV, Nayak UN, Rajan MG: Can carbonated lime drink intake prior to myocardial perfusion imaging with Tc-99m MIBI reduce the extracardiac activity that degrades the image quality and leads to fallacies in interpretation? *Clin Nucl Med* 2010; 35(3): 160-4.
13. Heller GV, Bateman TM, Johnson LL, Cullom SJ, Case JA, Galt JR, Garcia EV, Haddock K, Moutray KL, Poston C et al: Clinical value of attenuation correction in stress-only Tc-99m sestamibi SPECT imaging. *J Nucl Cardiol* 2004; 11(3): 273-81.

14. Singh B, Bateman TM, Case JA, Heller G: Attenuation artifact, attenuation correction, and the future of myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* 2007; 14(2): 153-64.
15. Tonge CM, Armstrong IS, Arumugam P, James JM, Al-Bahrani GI, Lawson RS, Shields RA, Prescott MC: Changes in the appearance of attenuation artefacts due to change in posture in myocardial perfusion imaging. *Nucl Med Commun* 2008; 29(5): 441-7.
16. Sadler T. W. Langman's Medical Embryology. 10. Baskı. Lippincott Williams & Wilkins. Baltimore, Philadelphia. 2006; 159-94.
17. Seftalioğlu A. Genel ve Özel İnsan Embriyolojisi. 3. Baskı, Ankara, Tıp & Teknik Yayıncılık. 1998; 381-97, 416-27.
18. Müftüoğlu S, Pergin A, Kaymaz F. Çeviri editörü, 7. Baskı. Embriyoloji ve Doğum Defektlerinin Temelleri, Günes Tıp Kitabevleri, Ankara. 2009; 46 -8, 191 - 224.
19. Sadler TW, Langmans medical embryology, Baltimore: Williams & Wilkins. 2004: 175-83.
20. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Kalp> (erişim tarihi 15.06.2012)
21. Gök Hasan. Klinik Kardiyoloji. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti, Tayf Ofset, 2. baskı, 2002: 1-13.
22. Scott C. Williams. Nuclear Medicine: Cardiac Imaging 2001; 11-72. <http://www.auntminnie.com>.
23. Yıldırım M. İnsan Anatomisi. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri, 2003: 40-56.
24. Arıncı K, Elhan A. Anatomi 2.Cilt. 4.Baskı, Ankara, Günes Kitabevi. 2006; 1-14.
25. Sevruckov A, Jelnin V, Kondos GT: Electron beam CT of the coronary arteries: cross-sectional anatomy for calcium scoring. *AJR Am J Roentgenol* 2001; 177(6): 1437-45.
26. Pannu HK, Flohr TG, Corl FM, Fishman EK: Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries: principles, techniques, and anatomy. *Radiographics* 2003; 23 Spec No: S111-25.
27. Sundaram B, Patel S, Bogot N, Kazerooni EA: Anatomy and terminology for the interpretation and reporting of cardiac MDCT: part 1, Structured report, coronary calcium screening, and coronary artery anatomy. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 192(3): 574-83.
28. Kaplan A, Elhan A. Anatomi. 3. Baskı, Ankara: Güneş Kitabevi, 2001: 19-21.
29. Hoffmann U, Pena AJ, Cury RC, Abbara S, Ferencik M, Moselewski F, Siebert U, Brady TJ, Nagurney JT: Cardiac CT in emergency department patients with acute chest pain. *Radiographics* 2006; 26(4): 963-78; discussion 979-80.
30. esciacc.oxfordmedicine.com/content/vol1/issue1/images/large/graphic022001.jpeg (erişim tarihi 13.06.2012).
31. Kuran O. Sistematik Anatomi. İstanbul: Filiz Kitabevi, 1983: 232-5.
32. Basso C, Maron BJ, Corrado D, Thiene G: Clinical profile of congenital coronary artery anomalies with origin from the wrong aortic sinus leading to sudden death in young competitive athletes. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35(6): 1493-501.
33. Miller SW. Normal angiographic anatomy and measurements. Cardiac angiography Boston, Mass: Little, Brown Library of Radiology. 1984; 51-71.
34. Erol C, Seker M: The prevalence of coronary artery variations on coronary computed tomography angiography. *Acta Radiol* 2012; 53(3): 278-84.

35. Bergman RA, Afifi AK, Miyauchi R. Coronary Arteries. Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation. Johns Hopkins Med J. 1970; 126: 100-18.
36. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, Carabello B, Dehmer GJ, Eagle KA, Legako RD, Leon DF, Murray JA, Nissen SE 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(6): 1756-824.
37. Williams PL, Bannister LH, Berry MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE, et al, editors. Angiology. In: Gray's anatomy. 38th ed. New York: Churchill Livingstone. 1995; 621-2.
38. www.rci.rutgers.edu/~uzwiak/AnatPhys/APSpringLect10_files/image010.gif (erişim tarihi 13.06.2012).
39. Moore KL, Dalley AF, editors. Thorax. In: Clinically oriented anatomy. 4th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins. 1999; 122-5.
40. Guyton AC, JE Hall. Textbook of Medical Physiology, 9.basım. Bölüm 10, Kalbin ritmik uyarılması. W. B. Saunders, 1996; 126-7.
41. Katz SA, Feigl EO: Systole has little effect on diastolic coronary artery blood flow. Circ Res 1988; 62(3): 443-51.
42. Camici P, Ferrannini E, Opie LH: Myocardial metabolism in ischemic heart disease: basic principles and application to imaging by positron emission tomography. Prog Cardiovasc Dis 1989; 32(3): 217-38.
43. Dole WP. Auto regulation of the coronary circulation. Prog Cardiovasc Dis. 1987; 29: 293-323.
44. Berne RM: Cardiac nucleotides in hypoxia: possible role in regulation of coronary blood flow. Am J Physiol 1963; 204: 317-22.
45. Katori M, Berne RM: Release of adenosine from anoxic hearts. Relationship to coronary flow. Circ Res 1966; 19(2): 420-5.
46. Hanley F, Messina LM, Baer RW, Uhlig PN, Hoffman JI: Direct measurement of left ventricular interstitial adenosine. Am J Physiol 1983; 245(2): H327-35.
47. Duncker DJ, Bache RJ: Inhibition of nitric oxide production aggravates myocardial hypoperfusion during exercise in the presence of a coronary artery stenosis. Circ Res 1994; 74(4): 629-40.
48. Parent R, Pare R, Lavallee M: Contribution of nitric oxide to dilation of resistance coronary vessels in conscious dogs. Am J Physiol 1992; 262(1 Pt 2): H10-6.
49. Shah PK, Falk E. Miyokard iskemisinin patogenezi. Editor: Dursun AN, eds. Crawford Kardiyoloji. İstanbul: AND Yayıncılık, 2003; 221.
50. Gogen S: [Heart health policies of the European Union and Turkey]. Turk Kardiyol Dern Ars 2011; 39(3): 248-53.
51. Cengel A: [Cardiovascular risk factors in women]. Turk Kardiyol Dern Ars 2010; 38 Suppl 1: 17-24.
52. Tokgozoglu L, Kaya EB, Erol C, Ergene O: [EUROASPIRE III: a comparison between Turkey and Europe]. Turk Kardiyol Dern Ars 2010; 38(3): 164-72.
53. Onat A, Ugur M, Cicek G, Ayhan E, Dogan Y, Kaya H, Can G: [The Turkish Adult Risk Factor survey 2009: similar cardiovascular mortality in rural and urban areas]. Turk Kardiyol Dern Ars 2010; 38(3): 159-63.

54. Beller GA, Zaret BL: Contributions of nuclear cardiology to diagnosis and prognosis of patients with coronary artery disease. *Circulation* 2000; 101(12): 1465-78.
55. Erkan e. Egzersiz sonrası kalp hızındaki düzelme ile GATED miyokard perfüzyon SPECT bulguları ve prognostik göstergelerinin ilişkisi. (Tez danışmanı: Doç. Dr. Mustafa Yıldırım). Düzce Üniversitesi, Tıp fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, uzmanlık tezi. Düzce 2009.
56. Demir M. Nükleer Tıp Fiziği ve Klinik Uygulamaları. 3. Baskı, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları. 2011; 76-92.
57. Kekilli E. Nükleer Tıp'a Giriş. Malatya, Yılgıntürk Matbaası, 2001; 33-7.
58. Demir M. Nükleer Tıp Fiziği ve Klinik Uygulamaları. 3. Baskı, İstanbul, İstanbul Üniversitesi Yayınları. 2011; 315-23.
59. Husmann L, Wiegand M, Valenta I, Gaemperli O, Schepis T, Siegrist PT, Namdar M, Wyss CA, Alkadhi H, Kaufmann PA: Diagnostic accuracy of myocardial perfusion imaging with single photon emission computed tomography and positron emission tomography: a comparison with coronary angiography. *Int J Cardiovasc Imaging* 2008; 24(5): 511-8.
60. Krahwinkel W, Herzog H, Feinendegen LE: Pharmacokinetics of thallium-201 in normal individuals after routine myocardial scintigraphy. *J Nucl Med* 1988; 29(9): 1582-6.
61. Gerson MC, McGoron A, Roszell N, Biniakiewicz D, Millard RW. Myocardial perfusion imaging, Radiopharmaceuticals and tracer kinetics. In: Gerson MC(Eds.). *Cardiac Nuclear Medicine*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill; 1997; 3-28.
62. Kekilli E. Nükleer Tıp'a Giriş. Malatya, Yılgıntürk Matbaası, 2001; 94.
63. Wackers FJ, Berman DS, Maddahi J, Watson DD, Beller GA, Strauss HW, Boucher CA, Picard M, Holman BL, Fridrich R et al: Technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutyl isonitrile: human biodistribution, dosimetry, safety, and preliminary comparison to thallium-201 for myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 1989; 30(3): 301-11.
64. Kekilli E. Nükleer Tıp'a Giriş. Malatya, Yılgıntürk Matbaası, 2001; 95.
65. Higley B, Smith FW, Smith T, Gemmell HG, Das Gupta P, Gvozdanovic DV, Graham D, Hinge D, Davidson J, Lahiri A: 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(1): 30-8.
66. Kekilli E. Nükleer Tıp'a Giriş. Malatya, Yılgıntürk Matbaası, 2001; 114-5.
67. Hesse B, Tagil K, Cuocolo A, Anagnostopoulos C, Bardies M, Bax J, Bengel F, Busemann Sokole E, Davies G, Dondi M et al: EANM/ESC procedural guidelines for myocardial perfusion imaging in nuclear cardiology. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2005; 32(7): 855-97.
68. Harbert JC, Eckelman WC, Neumann RD (editors). *Nuclear medicine: diagnosis and therapy*. New York. Thieme Medical Publishers, 1996; 23: 445-81.
69. Mahmarian JJ, Boyce TM, Goldberg RK, Cocanougher MK, Roberts R, Verani MS: Quantitative exercise thallium-201 single photon emission computed tomography for the enhanced diagnosis of ischemic heart disease. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15(2): 318-29.
70. Mahmarian JJ, Verani MS: Exercise thallium-201 perfusion scintigraphy in the assessment of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1991; 67(14): 2D-11D.

71. DePuey EG, Nichols K, Dobrinsky C: Left ventricular ejection fraction assessed from gated technetium-99m-sestamibi SPECT. *J Nucl Med* 1993; 34(11): 1871-6.
72. Akıncıoğlu Ç, Atasever T, Nükleer Kardiyoloji Uygulama Kılavuzu. *Türk J Nucl Med*, 2001; 10(supp): s41-56.
73. Kailasnath P, Sinusas AJ: Comparison of Tl-201 with Tc-99m-labeled myocardial perfusion agents: technical, physiologic, and clinical issues. *J Nucl Cardiol* 2001; 8(4): 482-98.
74. Manglos SH, Thomas FD, Gagne GM, Hellwig BJ: Phantom study of breast tissue attenuation in myocardial imaging. *J Nucl Med* 1993; 34(6): 992-6.
75. Taillefer R, DePuey EG, Udelson JE, Beller GA, Latour Y, Reeves F: Comparative diagnostic accuracy of Tl-201 and Tc-99m sestamibi SPECT imaging (perfusion and ECG-gated SPECT) in detecting coronary artery disease in women. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29(1): 69-77.
76. Amanullah AM, Berman DS, Hachamovitch R, Kiat H, Kang X, Friedman JD: Identification of severe or extensive coronary artery disease in women by adenosine technetium-99m sestamibi SPECT. *Am J Cardiol* 1997; 80(2): 132-7.
77. Verna E, Ceriani L, Giovanella L, Binaghi G, Garancini S: "False-positive" myocardial perfusion scintigraphy findings in patients with angiographically normal coronary arteries: insights from intravascular sonography studies. *J Nucl Med* 2000; 41(12): 1935-40.
78. Richardson PJ, Livesley B, Oram S, Olsen EG, Armstrong P: Angina pectoris with normal coronary arteries. Transvenous myocardial biopsy in diagnosis. *Lancet* 1974; 2(7882): 677-80.
79. Marwick TH: Ischaemia and outcome with normal coronary arteries. *Eur Heart J* 2005; 26(20): 2077-8.
80. Araujo W, DePuey EG, Kamran M, Undavia M, Friedman M: Artifactual reverse distribution pattern in myocardial perfusion SPECT with technetium-99m sestamibi. *J Nucl Cardiol* 2000; 7(6): 633-8.
81. Anagnostopoulos C, Henein MY, Underwood SR: Non-invasive investigations. *Br Med Bull* 2001; 59: 29-44.
82. Bobbio M, Pollock BH, Cohen I, Diamond GA: Comparative accuracy of clinical tests for diagnosis and prognosis of coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1988; 62(13): 896-900.
83. Berman DS, Hachamovitch R, Kiat H, Cohen I, Cabico JA, Wang FP, Friedman JD, Germano G, Van Train K, Diamond GA: Incremental value of prognostic testing in patients with known or suspected ischemic heart disease: a basis for optimal utilization of exercise technetium-99m sestamibi myocardial perfusion single-photon emission computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1995; 26(3): 639-47.
84. Berman DS, Shaw LJ, Germano G. Nükleer kardiyoloji. Editor: Dursun AN, eds. *Hurst's The Heart*. İstanbul: AND Yayıncılık, 2002; 527-65.
85. DePuey EG, Rozanski A: Using gated technetium-99m-sestamibi SPECT to characterize fixed myocardial defects as infarct or artifact. *J Nucl Med* 1995; 36(6): 952-5.
86. Germano G, Berman DS: Quantitative gated SPECT. *J Nucl Med* 2001, 42(3):528-9.
87. Germano G, Kiat H, Kavanagh PB, Moriel M, Mazzanti M, Su HT, Van Train KF, Berman DS: Automatic quantification of ejection fraction from gated myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Med* 1995; 36(11): 2138-47.

88. <http://tomography.files.wordpress.com/2007/10/unlabelledmedyaleedu.gif> (erişim tarihi 14.06.2012).
89. Go V, Bhatt MR, Hendel RC: The diagnostic and prognostic value of ECG-gated SPECT myocardial perfusion imaging. *J Nucl Med* 2004; 45(5): 912-21.
90. Lette J, Lapointe J, Waters D, Cerino M, Picard M, Gagnon A: Transient left ventricular cavitory dilation during dipyridamole-thallium imaging as an indicator of severe coronary artery disease. *Am J Cardiol* 1990; 66(17): 1163-70.
91. <http://www.hermesmedical.com/index.lasso?id=75&-session=myHermes:42F947B602bcb17516qop32C3176> (erişim tarihi 14.06.2012).
92. Tsui BM, Frey EC, LaCroix KJ, Lalush DS, McCartney WH, King MA, Gullberg GT: Quantitative myocardial perfusion SPECT. *J Nucl Cardiol* 1998; 5(5): 507-22.
93. Lucignani G, Paolini G, Landoni C, Zuccari M, Paganelli G, Galli L, Di Credico G, Vanoli G, Rossetti C, Mariani MA et al: Presurgical identification of hibernating myocardium by combined use of technetium-99m hexakis 2-methoxyisobutylisonitrile single photon emission tomography and fluorine-18 fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography in patients with coronary artery disease. *Eur J Nucl Med* 1992; 19(10): 874-81.
94. Wallhaus TR, Lacy J, Whang J, Green MA, Nickles RJ, Stone CK: Human biodistribution and dosimetry of the PET perfusion agent copper-62-PTSM. *J Nucl Med* 1998; 39(11): 1958-64.
95. Lerch RA, Ambos HD, Bergmann SR, Welch MJ, Ter-Pogossian MM, Sobel BE: Localization of viable, ischemic myocardium by positron-emission tomography with 11C-palmitate. *Circulation* 1981; 64(4): 689-99.
96. Oheir P. Metabolism and transport of glucose and FDG. In: Ruhlman J, Oheir P, Biersack H, editors. *Pet in Oncology: Basic and Clinical applications*. Berlin Heidelberg: Springer; 1999; 3: 43-57.
97. Berg JW, Robbins GF. Factors influencing short and long-term survival of breast cancer patients. *Surg Gynecol Obstet*. 1966; 122: 1311.
98. Kostakoglu L, Wong JC, Barrington SF, Cronin BF, Dynes AM, Maisey MN: Speech-related visualization of laryngeal muscles with fluorine-18-FDG. *J Nucl Med* 1996; 37(11): 1771-3.
99. Bergmann SR: Use and limitations of metabolic tracers labeled with positron-emitting radionuclides in the identification of viable myocardium. *J Nucl Med* 1994; 35(4 Suppl): 15S-22S.
100. Jakob SM, Knuesel R, Tenhunen JJ, Pradl R, Takala J: Increasing abdominal pressure with and without PEEP: effects on intra-peritoneal, intra-organ and intra-vascular pressures. *BMC Gastroenterol* 2010; 10: 70.
101. <http://www.kizilaymadensuyu.com.tr/web/sayfa.php?t=5#14> (erişim tarihi 13.07.2012).
102. Strauss HW, Miller DD, Wittry MD, Cerqueira MD, Garcia EV, Iskandrian AS, Schelbert HR, Wackers FJ, Balon HR, Lang O et al: Procedure guideline for myocardial perfusion imaging 3.3. *J Nucl Med Technol* 2008; 36(3): 155-61.
103. Cerqueira MD, Ferreira MJV. Heart. (in *Clinical Nuclear Medicine*). Chapter 4. Springer, Berlin, Almanya, 2007; P 95-117.
104. Min JK, Kang N, Shaw LJ, Devereux RB, Robinson M, Lin F, Legorreta AP, Gilmore A: Costs and clinical outcomes after coronary multidetector CT angiography in patients without known coronary artery disease: comparison to myocardial perfusion SPECT. *Radiology* 2008; 249(1): 62-70.

105. Fleischmann KE, Hunink MG, Kuntz KM, Douglas PS: Exercise echocardiography or exercise SPECT imaging? A meta-analysis of diagnostic test performance. JAMA 1998; 280(10): 913-20.
106. Klocke FJ, Baird MG, Lorell BH, Bateman TM, Messer JV, Berman DS, O'Gara PT, Carabello BA, Russell RO, Jr., Cerqueira MD et al: ACC/AHA/ASNC guidelines for the clinical use of cardiac radionuclide imaging--executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (ACC/AHA/ASNC Committee to Revise the 1995 Guidelines for the Clinical Use of Cardiac Radionuclide Imaging). J Am Coll Cardiol 2003; 42(7): 1318-33.
107. Lee DS, Verocai F, Husain M, Al Khdaif D, Wang X, Freeman M, Iwanochko RM: Cardiovascular outcomes are predicted by exercise-stress myocardial perfusion imaging: Impact on death, myocardial infarction, and coronary revascularization procedures. Am Heart J 2011; 161(5): 900-7.
108. Kekilli E. Nükleer Tıp'a Giriş. Malatya, Yılgıntürk Matbaası, 2001; 94,99,115.
109. Mandalapu BP, Amato M, Stratmann HG: Technetium Tc 99m sestamibi myocardial perfusion imaging: current role for evaluation of prognosis. Chest 1999; 115(6): 1684-94.
110. Sabharwal NK, Lahiri A: Role of myocardial perfusion imaging for risk stratification in suspected or known coronary artery disease. Heart 2003; 89(11): 1291-7.
111. Modarres Mosalla SM, Rezaei N, Tavakoli H, Gholamrezanezhad A: Prediction of future cardiac events using myocardial perfusion SPECT: a middle-term follow-up study. Rev Esp Med Nucl 2011; 30(6): 360-4.
112. Güler C, Alpaslan M. Chemical Characterization of Carbonated Mineral Waters produced in Turkey: Compliance with European Water Quality Standards. Clean – Soil, Air, Water 2011; 39 (11): 947–55.
113. http://www.medicinenet.com/sodium_bicarbonate-oral/page2.htm (erişim tarihi: 3 Ağustos 2012).

10. EKLER

EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU ÖRNEĞİ (İlaç-dışı Araştırmalar için)

ÖRNEK: 1

HASTA (Veli/Vasi) BİLGİLENDİRME FORMU

Bu klinik çalışmanın amacı “Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi’nde (MPS), Mineralli Su (Maden Suyu) ve Ekstraabdominal Basıncın Atenuasyon Artefaktlarına Etkilerinin Araştırılması”nı değerlendirmektir.

Bu tıbbi uygulamaların hastalığınız tanısında tek tek bilinen yeri vardır. Amaç birlikte değerlendirme ile daha doğru ve etkin bir metodu ortaya çıkarmaktır.

Bu uygulamaların tedavi edici özellikleri yoktur. Normal MPS çekim prosedürü harici ekstra abdominal basınç uygulanarak ve maden suyu içirilerek olmak üzere toplam 3 kez sintigrafi çekilecektir ve raporunuzun değerlendirme aşamasında daha sağlıklı veriler oluşacaktır düşüncesindeyiz. **Bu ilave çekimlerde ekstra bir radyofarmasötik dozu enjekte edilmeyecek ve ilave çekimler hasta alınan radyasyon dozuna etki etmeyecektir.**

Olası yan etkiler doktorunuz tarafından sürekli olarak takip edilecek ve gerektiğinde tedavi edilecektir.

Fakültemiz Etik Kurulu tarafından, bu çalışmanın Helsinki Deklerasyonunda belirtilen maddelere göre ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğu onaylanmıştır.

Çalışma öncesinde bu tıbbi uygulama ile ilgili uygulamaları istediğinize dair bir evrak imzalamanız gerekmektedir.

Bu çalışmaya katılmakta karar tamamen size aittir (özgürsünüz). Başlangıçta kabul edip, daha sonra fikir değiştirip, hiç gerekçe göstermeden çalışmadan ayrılabilirsiniz. Bu durumda sizinle ilgili tıbbi özende bir değişiklik olmayacaktır.

ÖRNEK : 2

HASTA (Veli/vasi) RIZA FORMU

Aşağıda imzası bulunan ben, “Miyokart Perfüzyon Sintigrafisi’nde (MPS), Mineralli Su (Maden Suyu) ve Ekstraabdominal Basıncın Atenuasyon Artefaktlarına Etkilerinin Araştırılması .adlı tıbbi uygulamayla yapılması planlanan klinik çalışma hakkında, Dr. Fatih BATI’dan tam olarak bilgi aldığımı beyan ederim.

Bu tıbbi uygulamanın etik açısından Dünya Sağlık Örgütü (WHO)’nun kurallarına uygun olarak incelendiğini ve insanlara uygulanmasının sakıncalı olmayacağı bana anlatıldı.

Ayrıca bana, bu çalışmanın tıbbi olarak geçerli olduğu ve en son bilimsel yöntemlere uygun olarak yapılacağı bildirildi. Bunun açık bir çalışma olduğu bana anlatıldı.

Beni muayene eden doktora, daha önceki ve şu andaki tüm hastalıklarımı ve şu anda uygulanan tedaviyi bildiğimi teyid ederim. Son dört haftadır herhangi bir çalışmada yer almadım.

Kadınlar için: Yukarıda belirtilen doktor, tıbbi olarak geçerli bir doğum kontrol yöntemiyle korunmam gerektiğini ve hamile kalmam halinde çalışmayı bırakmak zorunda olduğumu açıkladı.

Aşağıda imzası bulunan doktordan bu bilgileri aldıktan sonra ben, yapılması planlanan çalışmanın özelliklerini ve sonuçlarını (muhtemelen geçici yan etkiler de dahil) anlıyorum.

Bana verilen bu bilgiler temelinde, istediğim herhangi bir zaman, hiç bir sakınca olmadan, çalışmadan çekilebileceğimi teyid ediyorum.

Hasta No:

Hastanın Adı, Soyadı / İmzası:

Hastanın Doğum tarihi:

(Gerekli veya zorunlu durumlarda) Hastanın veli/vasisinin Adı, Soyadı / İmzası:

Doktorun İmzası:

Tanığın Adı, Soyadı / İmzası:

Tarih:

EK 2. Kızılay Doğal Mineral Su Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Ruhsata Esas Analiz Raporu

Ruhsata Esas Analiz Raporu

Sağlık Bakanlığı Refik Saydam Hıfzıssıhha Merkezi Başkanlığı / İZMİR

Çevre Sağlığı Bölümü Su Kimyası Laboratuvarı / 01.03.2006

İncelenen Parametreler	Birim	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
İstenmeyen Maddeler			
Antimon (Sb)	(mg/l)	0,005	0
Arsenik (As)	(mg/l)	0,01	0,01
Bakır (Cu)	(mg/l)	1,0	0,01
Baryum (Ba)	(mg/l)	1,0	0,005
Borat (B ₂ O ₃)	(mg/l)	30	25,76
Civa (Hg)	(mg/l)	0,001	0
Kadmiyum (Cd)	(mg/l)	0,003	0
Top. Krom (Cr)	(mg/l)	0,05	0,005
Kurşun (Pb)	(mg/l)	0,01	0
Mangan (Mn)	(mg/l)	0,5	0,041
Nikel (Ni)	(mg/l)	0,02	0,001
Selenyum (Se)	(mg/l)	0,01	0
Top. Siyanür (Tp-CN)	(mg/l)	0,07	0
Organik Madde için sarf O ₂	(mg/l)	5,0	1,4
Anyonlar			
Florür (F)	(mg/l)	5,0	0,81
Fosfat (PO ₄)	(mg/l)	-	0,033
Bikarbonat (HCO ₃)	(mg/l)	-	2123
Karbonat (CO ₃)	(mg/l)	-	0
Klorür İyonu (Cl)	(mg/l)	-	97,4
Nitrat (NO ₃)	(mg/l)	50	0
Nitrit (NO ₂)	(mg/l)	0,1	0
Silisyumdioksit (SiO ₂)	(mg/l)	-	55,4
Sülfat (SO ₄)	(mg/l)	-	5,35
Sülfür (S)	(mg/l)	0,05	0,006
Kasyonlar			
Aliminyum (Al)	(mg/l)	0,2	0,07
Amonyum (NH ₄)	(mg/l)	-	0
Kalsiyum (Ca)	(mg/l)	-	40,8
Magnezyum(Mg)	(mg/l)	-	13,3
Potasyum (K)	(mg/l)	-	5,4
Sodyum (Na)	(mg/l)	-	770,4
Demir +2 (Fe+2)	(mg/l)	-	0,01
İletkenlik	(µS/cm)	-	3100

İncelenen Parametreler	Birim	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Mikrobiyolojik			
Klor Miktarı	(ppm)	0	0
Toplam Koliform	(250 ml)	0	0
Fekal Koliform	(250 ml)	0	0
Escherichia Coli	(250 ml)	0	0
Fekal Streptokok	(250 ml)	0	0
Koloni Sayısı	(37°C’de 24 saat 1 ml.)	5	0
Koloni Sayısı	(22°C’de 72 saat 1 ml.)	20	0
Salmonella spp.	(250 ml)	0	0
Shigella spp.	(250 ml)	0	0
Vibrio Cholerae	(250 ml)	0	0
Pseudomonas Aeruginosa	(250 ml)	0	0
Anaerob sporlu sülfat red. ed. Bak	(250 ml)	0	0
Patojen Staphylococcus	(250 ml)	0	0
Aeromonas spp.	(250 ml)	0	0

11. ÖZGEÇMİŞ

1980’de Samsun’un Çarşamba ilçesinde doğdum. İlkokul eğitimimi 1988-1992 yılları arasında Allı İlkokulu, Merkez İlkokulu ve Kocatepe İlkokulu’nda tamamladım. 1992-1996 yılları arasında Çarşamba Anadolu Lisesi’nde, 1996-1999 yılları arasında Ordu Fen Lisesi’nde eğitimime devam ettim. 1999 yılında yapılan Öğrenci Seçme Sınavı ile İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakülte’sine yerleştim. Tıp fakültesi mezuniyetimin ardından 2005-2006 yıllarında Şanlıurfa İl Sağlık Müdürlüğü, 2006-2007 yılları arasında ise Bursa İl Sağlık Müdürlüğü’ne bağlı olarak çalıştım. 2007 yılında yapılan Tıpta Uzmanlık Sınavı ile İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Nükleer Tıp Anabilim Dalı’na Araştırma Görevlisi olarak başladım. 2011 yılından beri ise yeni nesil tıp dergisi “MedicinExpress”te de genel yayın yönetmeni olarak ve 2012 yılı itibariyle Uluslararası hakemli tıp dergisi “Medicine Science”da production manager ve web yöneticisi olarak çalışmaktayım. Fakülte yıllarımdan itibaren çeşitli web sitelerinde köşe yazarlığı ve editörlük yapmaktayım. Evliyim, iyi derecede İngilizce biliyorum.