

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI

**KORONER ARTER HASTALIĞINDA MİYOKARDİYAL
İSKEMİNİN KARDİYAK MR PERFÜZYON TETKİKİ
İLE DEĞERLENDİRİLMESİ: KATETER VEYA BT
ANJİYOĞRAFİ BULGULARI İLE KARŞILAŞTIRMA**

**Uzmanlık Tezi
Dr. Mehmet Sait DOĞAN**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Erkan YILMAZ**

İzmir-2011

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesi sırasında her aşamada destek olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Erkan Yılmaz'a, katkılarından dolayı Kardiyoloji Kliniği'nden Doç. Dr. Bahri Akdeniz ve Doç. Dr. Nezih Barış'a, Anezteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı'ndan Doç. Dr. Leyla İyilikçi'ye sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Bu fırsatla uzmanlık eğitimim boyunca bilgi ve deneyimleriyle bize her zaman destek olan kıymetli hocamız Radyoloji A.B.D. başkanı Prof. Dr. Oğuz Dicle başta olmak üzere, birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum tüm hocalarıma, asistan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Her konuda bana gösterdiği destek ve yardımları için eşim Dr. Sümeyra Doğan'a ve beni yetiştiren aileme şükranlarımı sunarım.

Dr. Mehmet Sait DOĞAN

İZMİR/2011

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR

TABLO LİSTESİ

ŞEKİL LİSTESİ

1. GİRİŞ VE AMAÇ

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kalbin Anatomisi

2.2. Kalbin Fizyolojisi

2.3. Koroner Vasküler Anatomi

2.3.1. Koroner arterler

2.3.2. Koroner Arter Segmentleri

2.3.3. Koroner Venler

2.3.4. Koroner Kan Akımının Kontrolü

2.4. Ateroskleroz ve Koroner Arter Hastalığı

2.5. Miyokardiyal İskemi

2.6. Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme

2.6.1. Kardiyak Görüntüleme Düzlemleri

2.6.2. Kardiyak MRG'de Kullanılan Puls Sekansları

2.6.2.1. Spin Eko Sekansları

2.6.2.2. Gradient Eko Sekansları

2.6.3. Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntülemeye Prepulslar

2.6.4. Kardiyak MRG Teknikleri

2.6.4.1. Kardiyak Tetikleme – Eşleşme

2.6.4.2. Solunumsal Hareketin Kontrolü

2.6.4.3. Parelel Görüntüleme

2.6.4.4. Black-Blood Teknikleri

2.6.4.5. Bright-Blood Teknikleri

2.6.5. İskemik Kalp Hastalıklarında MRG Yöntemleri

2.6.5.1. Miyokardiyal Perfüzyon

2.7. MR Kontrast Ajanlar

2.8. Farmakolojik Stres Ajanlar

2.8.1 Farmakolojik Stres Ajan Olarak Adenozin

2.9. Kateter Koroner Anjiyografi

2.10. Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi (MDBT)

3. GEREÇ YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

3.2 Hasta Hazırlığı

3.3 Kardiyak Mr Perfüzyon Tetkiki

3.4. Görüntü Analizi

3.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

3.6. İstatistiksel Analiz

4. BULGULAR

5. OLGU ÖRNEKLERİ

6. TARTIŞMA

7. SONUÇ

8. ÖZETLER

8.1. Türkçe Özet

8.2. İngilizce Özet

9. KAYNAKLAR

10. EKLER

KISALTMALAR:

ACCF: Amerikan Kardiyoloji Birliği
AHA: Amerikan Kalp Cemiyeti
ATP: Adenozin Trifosfat
BFFE: Balanced Fast Field Echo
BTA: BT Anjiyografi
CX: Sirkumfleks Arter
CXPDA: Sirkumfleks Posterior Desenden Arter
CXPL: Sirkumfleks Posterior Lateral Arter
EDRF: Endothelium-Derived Relaxing Factor
ETL: Echo Train Length
FSE: Fast Spin Eko
GRE: Gradient Eko
HDL: Yüksek Dansiteli Lipoprotein
KKA: Katater Koroner Anjiyografi
LAD: Sol anterior desenden arter
LCX: Sol Sirkumfleks Koroner Arter
LDL: Düşük Dansiteli Lipoprotein
LMCA: Sol Ana Koroner Arter
MDBT: Multidedektör Bilgisayarlı Tomografi
MRG: Manyetik Rezonans Görüntüleme
NO: Nitrik Oksit
PET: Pozitron Emisyon Tomografi
RCA: Sağ Koroner Arter
RPL: Sağ Posterior Lateral Arter
SE: Spin Eko
TSE: Turbo Spin Eko
SENSE: Sensitivity Encoding
SMASH: Simultaneous Acquisition of Spatial Harmonics
SSFP: Steady-State Free Precession
SSFSE: Single-shot FSE
SPECT: Tek Foton Emisyon Bilgisayarlı Tomografi
TI: Inversion Time
VKG: Vektör Kardiyogram

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Segmental koroner anatomi.

Tablo 2: Balanced TFE sekansı görüntüleme parametreleri.

Tablo 3: Olguların yaş ve cinsiyetlerine göre dağılımı.

Tablo 4: Kardiyak MR perfüzyon tetkikinde perfüzyon defekti saptanan olguların dağılımı ve koroner arterlerde saptanan darlık derecesi.

Tablo 5: Tüm sulama alanları için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması.

Tablo 6: LAD arter sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması.

Tablo 7: CX arter sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması.

Tablo 8: RCA sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması.

Tablo 9: Kardiyak MR perfüzyon incelemesinin KKA – BTA tetkikinde %70 veya üzeri koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü, negatif öngörü, tanısal farklılık ve tutarlılık açısından istatistiksel analizi.

Tablo 11: Çalışmamız ile literatürde bulunan benzer çalışmaların özellikleri.

Tablo 12: Çalışmamız ve literatürde bulunan benzer çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılması.

Tablo 13: Çalışmamızın sulama alanlarına göre koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık seçicilik ve doğruluk oranlarının literatür ile karşılaştırılması.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Kalp anatomisi.

Şekil 2: Koroner arterlerin kalp üzerindeki dağılımı.

Şekil 3: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde sol koroner arteriyel anatominin önden görünümü.

Şekil 4: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde LCX arter anatomisinin önden görünümü.

Şekil 5: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde sağ koroner arteriyel anatominin posterior oblik yaklaşımla sağ ve sol atriumun çıkarılarak oluşturulan görünümü.

Şekil 6: Şematik çizimde modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre sağ ve sol koroner arter segmentleri.

Şekil 7: Kardiyak görüntüleme düzlemleri.

Şekil 8: AHA' nın 17 segment modeli ve koroner arter sulama alanları.

Şekil 9: Çalışma protokolünün şematik çizimi.

1. GİRİŞ VE AMAÇ:

Koroner arter hastalığı olarak da adlandırılan iskemik kalp hastalığının en sık görülen sebebi koroner arterlerin aterosklerozuna bağlı gelişen koroner arteriyel kan akımındaki azalmadır. Bu azalma, miyokard oksijen ihtiyacı ile kan akımı arasında dengesizliğe yol açarak birbiri ile yakından ilişkili sendromlara sebep olur ve koroner arter hastalığı bunların genel adıdır (1). Koroner arter hastalığının tanı ve takibinde manyetik rezonans görüntüleme, multidedektör bilgisayarlı tomografi gibi ileri teknolojilerin kullanımı ile koroner arterlerin yapısı ve miyokard perfüzyonunun değerlendirilmesinde önemli bilgiler sağlanmaktadır. Koroner aterosklerozun saptanması ve miyokardiyal hipoperfüzyonun değerlendirilmesi, katater temelli girişimsel ya da cerrahi gibi etkili ve uygun tedavi modelinin seçilmesinde belirleyici rol oynar (2).

Koroner arterlerde %70 ve üzeri darlıklar ciddi darlık olarak tanımlanmakta olup perfüzyon defektine neden oldukları kabul edilmektedir. Bu nedenle, tedavi stratejisinin anatomik olarak önemli bir lezyonun perfüzyona etkisi değerlendirildikten sonra belirlenmesi ve her iki testin tamamlayıcı olarak birlikte kullanılması, hastaya daha faydalı olmaktadır.

Miyokardiyal perfüzyon, birim zamanda belirlenmiş miyokard kısmından akan kan hacmi olarak tanımlanabilir. Perfüzyon miktarı miyokard metabolizmasına ve miyokard oksijen talebine bağlı olarak değişir. Miyokardiyal metabolizmadaki ve bununla ilişkili olarak miyokard oksijen tüketimindeki artış, miyokardiyal perfüzyon artışı ile sonuçlanır. Diğer taraftan perfüzyon kan akımı tarafından sınırlandırılmış olup, koroner arterlerde anlamlı bir darlık ya da oklüzyon varlığında maksimum kan akımı artmış oksijen talebini karşılamada yetersiz kalır ve iskemi gelişir. Miyokardiyal hipoperfüzyon iskemik kaskattaki ilk basamaklardan biri olup; klinik semptomlardan, EKG değişikliklerinden ve miyokardiyal duvar hareket anormalliklerinden önce saptanabilir (3). Perfüzyon anormalliklerini saptamada mevcut klinik yöntemlerden en sık kullanılanı tek foton emisyon bilgisayarlı tomografi (SPECT)' dir. Bu yöntemin çok merkezli birçok çalışma ile geçerliliği kanıtlanmış olmakla birlikte, düşük temporal ve uzaysal çözünürlüğü, iyonizan radyasyon kullanımı, atenuasyon artefaktları önemli sınırlılıklarıdır (3, 4). Miyokardiyal kan akımının değerlendirilmesini sağlayan diğer bir görüntüleme yöntemi olan Pozitron Emisyon Tomografi (PET)'nin en önemli sınırlılıkları ise, subendokardiyal rezolüsyonun düşük olması, PET cihazının

ulaşılabilirliğinin zorluğu, pahalı ve iyonizan radyasyon içeren bir yöntem olmasıdır (3, 4).

Stres kardiyak MR perfüzyon görüntüleme, iyonizan radyasyon içermemesi, yüksek temporal ve uzaysal çözünürlüğe sahip olması, subendokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesini mümkün kılması ve noninvazif bir modalite olması sebebiyle miyokardiyal perfüzyonun değerlendirmesinde tercih edilmektedir (3, 4, 5). 2006 yılında Amerikan Kardiyoloji Birliği (ACCF)'nin düzenlediği konsensus panelinde, stres kardiyak MR perfüzyon incelemesi için, orta derecede koroner arter hastalığı olasılığı bulunan hastaların göğüs ağrısı sendromlarının değerlendirilmesi ve orta dereceli koroner arter lezyonlarının fizyolojik anlamlılığının tespiti, uygun endikasyonlar olarak bildirilmiştir (6). Yapılan alışmalar stres kardiyak MR perfüzyon incelemesinin, iskemik kalp hastalığının tanısında yüksek duyarlılık ve özgülüğe sahip olduğunu ve negatif stres kardiyak MR perfüzyon incelemesinin majör kardiyak bir olayın dışlanması açısından mükemmel bir test olduğunu göstermiştir (3, 5, 7).

Bu bilgiler ışığında çalışmamızın amacı, koroner BT anjiyografi veya katater koroner anjiyografi sonuçları ile karşılaştırarak, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin koroner arter hastalığını saptamadaki etkinliğinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. KALBİN ANATOMİSİ

Kalp erişkinde ortalama 12 cm uzunluğunda ve 9 cm genişliğinde, piramit şeklinde, içi boş kas yapısında bir organdır. Kalp; sternumun hemen altında, diafragmanın üstünde, sağ ile sol akciğer arasında, orta mediastende yerleşmiştir (8). Gövdesinin 2/3'ü vücut orta hattının sol tarafında olacak şekilde yan yatmış pozisyonda bulunur. Kalbin keskin olmayan koni şeklindeki ucu apeks (tepe) olarak isimlendirilir ve öne, aşağıya ve sola doğru uzanır. Apeks normalde orta hatta 5. ve 6. kostalar arasında bulunur. Kalbin üst en uç bölümü taban (base) olarak adlandırılır ve yukarıya, arkaya, sağa doğru uzanacak şekilde yerleşmiştir. Kalbin tabanı büyük damarlarla bağlantılı olduğu için nispeten sabitlenmiş durumdadır, fakat apeksi hareket edebilir.

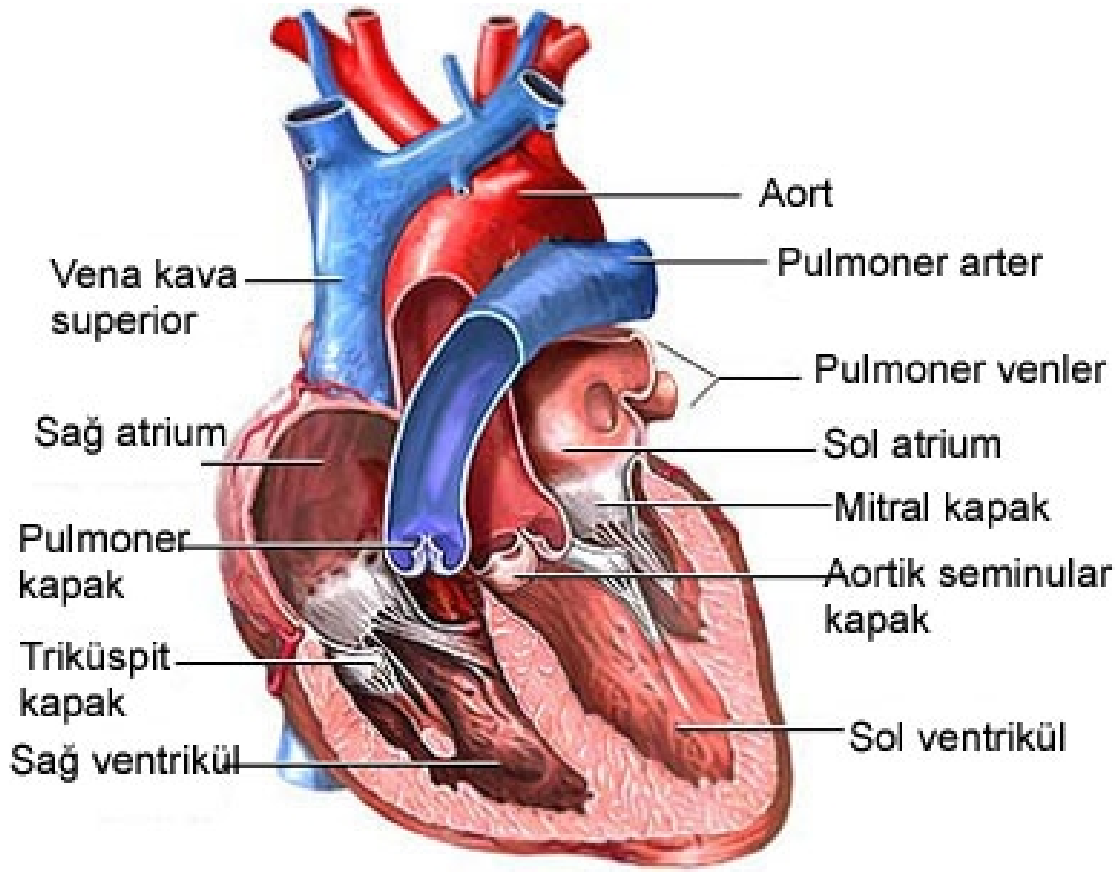
Kalp, göğüs boşluğunda perikard adı verilen iki katlı zar içinde bulunur. Fibröz (pariyetal) perikard kalbi saran ve büyük damarlara yapışan, gerildiğinde tekrar eski biçimine dönebilme özelliğine sahip bir kesedir. Asendan aortanın hemen hemen tamamı, ana pulmoner arter, her iki vena kavanın bazı bölümleri ve dört pulmoner ven intraperikardiyaldir. Seröz (viseral) perikardiyum fibröz perikardiyumun iç yüzünü oluşturur, kalbin ve büyük damarların dış yüzünü sarar. Kalbin yüzeyinde epikardiyum ismini alır ve içerisinde epikardiyal koroner arterleri ve venleri, otonomik sinirleri ve bir miktar adipoz dokuyu içerir (9).

Kalp içi boş bir organdır ve yukarıdan aşağıya doğru septum adı verilen bir duvar ile sağ ve sol kalbe ayrılır. Her iki tarafta da üstte atriyum altta ventrikül olarak isimlendirilen odacıklar bulunur. Kalpte 4 kapakçık bulunur ve amacı kan akışını yalnızca tek yönde ilerlemesini sağlamak, kanın geriye dönüşünü engellemektir. Kalbin dört kapağı da kendi anülüslerine ya da kapak ringine yapışmıştır. Bu fibröz ringler kalbin tabanında birleşerek kalbin fibröz iskeletini oluşturur. Aort, mitral ve triküspit kapağın tutunduğu sağ fibröz trigondan, atriyoventriküler his demeti geçer. Fibröz kardiyak iskelet, her iki atriyumu her iki ventrikülden, fonksiyonel olduğu gibi elektriksel olarak da izole eder. Triküspit kapak sağ atriyum ile sağ ventrikül arasında bulunan üç kapakçıklı bir yapıdır. Diyastolde sağ atriyum basıncının sağ ventrikül basıncını aşmasıyla kan akımının sağ ventriküle yönelmesini sağlar. Sistolde sağ

ventrikülün kasılması ile triküspit kapak kapanır ve sağ atriya geri kaçış önlenir. Mitral kapak sol atriyum ile sol ventrikül arasında yer alır. Diğer kalp kapaklarının aksine mitral kapağın sadece iki kapakçığı bulunur. Anterior kapakçık yarım daire şeklindedir ve büyüktür. Posterior mitral kapakçık dikdörtgen şeklindedir ve “scallop” adı verilen üç bölüme ayrılır. Komissürler kapakçıkların birbirinden ayrılma bölgelerinde bulunan girintilerdir. Ventrikül serbest duvarlarından çıkan papiller kaslar korda tendinealar aracılığıyla komissürlerin hemen yanında bulunan kapakçıkların serbest kenarlarına yapışır.

Papiller kaslar ventrikül duvarlarının iç yüzeyinden çıkan miyokard demetleridir. Ventriküllerle birlikte papiller sistem kasılır ve kordları çekerek atriyoventriküler kapakların kapanmasını sağlar. Ventriküllerin çıkış yolları arasında yapıları daha farklı olan semilunar kapaklar bulunur. Pulmoner kapak, sağ ventrikülün çıkış yolundaki arter kapağıdır ve üç fibröz kapakçığı vardır. Bunlar ventrikül çıkışında akım yönünde açılarak, pulmoner arter duvarına yapışır. Diyastolde ise, ventrikül çıkışına doğru düşer ve kapak kenarları birleşerek kapanır. Aort kapağı sol ventrikülle aort arasında yer alır. Yapısal açıdan pulmoner kapağa benzer, ancak üç kapağı daha kalındır. Bu üç kapağın arkasında bulunan aort duvarı dışa doğru bombeleşerek valsalva sinüslerini oluşturur. Sağ ve sol koroner arterler, valsalva sinüslerinin aort duvarından çıkar (9). Atriyoventriküler oluk kalbin etrafını dolandır ve kalbin tabanını belirler. Ventrikülleri ise birbirinden interventriküler septum ile aynı düzlemde bulunan, anterior ve posterior oluklar ayırır (9). Kalbin üst yarısındaki ince duvarlı odacıklar sağ ve sol atriyum; alt yarısındaki kalın duvarlı odacıklar ise sağ ve sol ventriküldür. Sağ ve sol atriyumu birbirinden ayıran atriyal septum; interatriyal ve atriyoventriküler bölümlerden oluşur. İnteratriyal septumda fetal dönem boyunca açık olan foramen ovale yer alır. Atriyal septumun atriyoventriküler bölümü majör müsküler ve minör membranöz parçalardan oluşur ve sağ atriyumu sol ventrikülden ayırır. Ventriküllerin yapısı kas ağırlıklıdır. Kan sağ ventrikülden pulmoner arterler yoluyla akciğerlere; sol ventrikülden ise aorta yoluyla sistemik dolaşıma pompalanır. Sol ventrikül kanı yüksek basınç sistemi içine pompaladığı için duvarı sağ ventriküle oranla daha kalındır. Normalde sol ventrikül serbest duvarının ve müsküler interventriküler septumun kalınlığı sağ ventrikül serbest duvar kalınlığının üç katıdır. Sol ventrikül diyastol sonu duvar kalınlığı yaklaşık 10 mm'dir. Sağ ve sol ventrikül interventriküler septum ile ayrılır ve interventriküler septumun membranöz ve

musküler bölümleri vardır. Membranöz septum sağ ve posterior aortik kapakçığın hemen altında bulunur ve mitral ve triküspit kapağın anülüsüne temas eder (9). Musküler septum interventriküler septumun aşağıda ve daha geniş bir alanı kapsayan kısmıdır. Kalp duvarının kanla temas eden ince iç katına endokardiyum, dış yüzeyine epikardiyum ve bu iki kat arasındaki kas yapısına miyokardiyum denir (8,9).



Şekil 1: Kalp anatomisi

2.2.KALBİN FİZYOLOJİSİ

Kardiyovasküler sistem vücutta iki adet dolaşım sistemine kan pompalar. Pulmoner dolaşım iki yönlü gaz değişimi için özelleşmiş düşük rezistanslı ve yüksek

kapasiteli bir vasküler yataktır. Sistemik dolaşım ise oksijen ve besin maddelerinin dokulara taşınıp yıkım ürünlerinin atılması için özelleşmiş oldukça yüksek rezistanslı vasküler yataklardan oluşur. Kalbin bu pompa fonksiyonu lokal ve nörohümorale kontrol altındadır. Genel olarak kalp dokusunda iki fonksiyonel hücre tipi bulunur. Bunlar elektrik uyarının başlamasından ve iletilmesinden sorumlu hücreler ile mekanik kasılmadan sorumlu hücrelerdir. Elektriksel uyarı sinoatriyal düğümde başlayarak her iki atriyumda özelleşmiş ileti sistemi ile atriyal miyositlere ulaşır ve atriyal kontraksiyonu sağlar. Sinüs nodu kalp hızı değişkenliğini sağlayan otonom ve nöroendokrin sistemin etkisi altındadır. Atriyal ileti sistemi atrioventriküler düğümü ve daha distalde bulunan his demetini uyarır. Atrioventriküler düğümde ileti yavaştır. His demetinden her biri oldukça büyük intraventriküler fasikül olan sağ ve sol dala ayrılır. Sol dal ayrıca sol anterior fasikül ve sol posterior fasikül olmak üzere iki dala ayrılır. Sağ ventrikül dalı ile sol ventrikül dalının ön ve arka fasikülleri Purkinje pleksusu adı verilen bir ağ yaparak son bulurlar. Purkinje sistemi endokard altında ilerleyerek miyokardı delip giren ipliklerden oluşur. Elektriksel uyarı, Purkinje sisteminden miyositler arasında düşük dirençli gap bağlantıları içeren ve "intercalated disk" adı verilen yapılar ile ventriküler miyositlere iletilir. Böylece oluşan normal elektriksel aktivasyon kalp boşluklarının koordine olarak kontraksiyon ve relaksasyonunu sağlar (10).

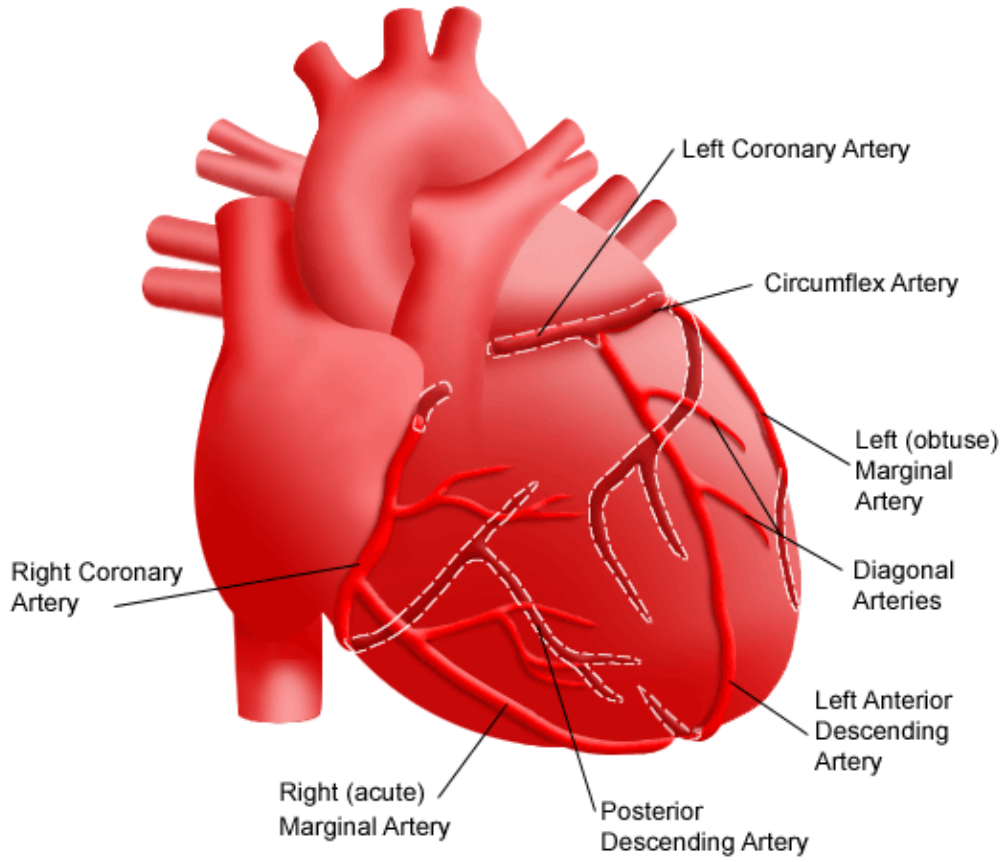
Kalbin kasılan hücreleri olan atriyum ile ventrikül miyokard hücrelerinde, lif boyunca uzanan ve miyofibril denilen enlemesine sayısız bantları olan demetler bulunur. Miyofibriller, uzunlamasına tekrarlayan sarkomerlerden oluşur. Sarkomerin elektriksel uyarı ile depolarizasyonu, kalsiyumun açığa çıkmasına ve buna bağlı olarak miyofibrillerin kasılmasına neden olur (10).

Kalbin adaptasyon mekanizmaları intrinsek ve ekstrinsek kontrol sistemleri ile sağlanır. İntrinsek kontrol sistemi kalp kasının normal fizyoloji özelliklerini, ekstrinsek kontrol sistemi nörohümorale modülasyonu kapsar. Miyokardiyum yüksek hızlarda kontraksiyonu ve relaksasyonu hızlandıran otomatik intrinsek mekanizmalara sahiptir. En önemli ekstrinsek kontrol sistemi ise kontraktilitenin adrenerjik ve kolinerjik sistemler ve dolaşımdaki katekolaminler ile modülasyonudur (8,10).

2.3. KORONER VASKÜLER ANATOMİ

2.3. 1. Koroner arterler

Koroner arterler aortanın ilk dalı olup karşılıklı olarak sağ (RCA) ve sol (LMCA) koroner arter şeklinde assendan aortun proksimalindeki valsalva sinüslerinden çıkar ve epikardiyal yağ dokusu içerisinde seyreder. Koroner arterlerin farklı dalları arasında birçok anastomoz ve varyasyonlar nedeniyle koroner arterlerin ventriküler dağılımında keskin sınırlarla ayırım yapmak mümkün değildir (11).



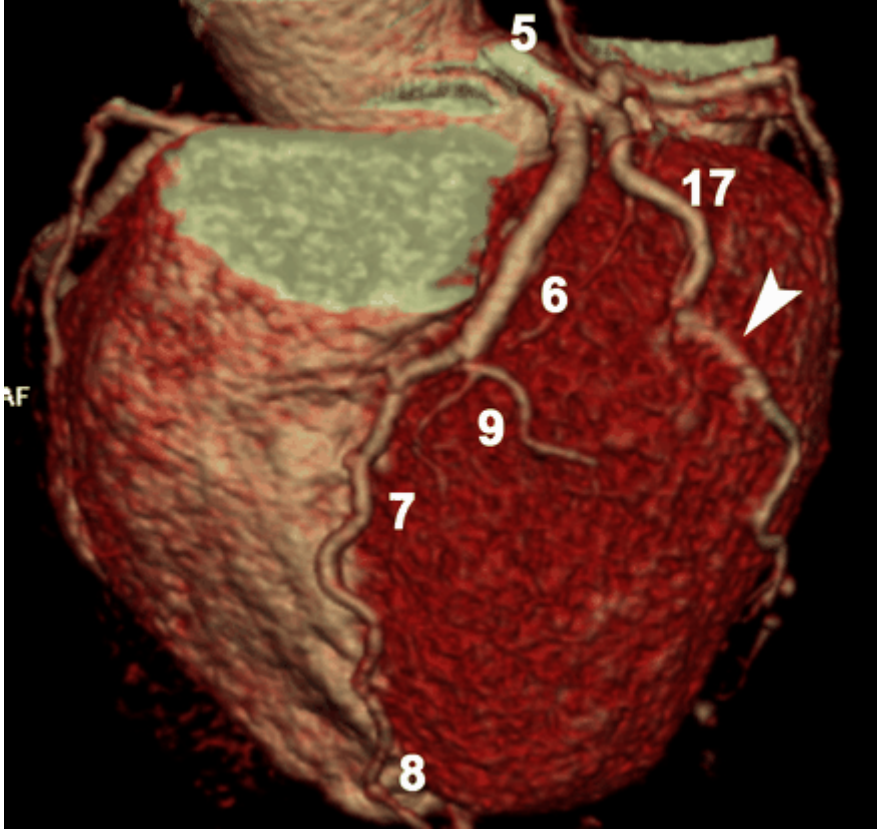
Şekil 2: Koroner arterlerin kalp üzerindeki dağılımı

Sol ana koroner arter (LMCA):

Sol ana koroner arter, sol sinüs valsalvadaki ostiumundan çıkarak sol atriyoventriküler olukta LAD ve LCX bifurkasyonuna kadar devam eder. Pulmoner trunkusun arkasından, sol aurikulanın önünden sola, öne doğru ilerler. Uzunluğu kişiden kişiye değişiklik göstermekle birlikte genelde 5-10 mm arasındadır. Toplumun %1'inde LMCA yoktur ve sol anterior desendan arter (LAD) ile sol sirkumfleks koroner arter (LCX) ayrı ostiumlarla aortadan ayrılırlar (12). %25-%40 olguda ise sol atrioventriküler oluk düzeyinde trifurkasyon söz konusu olup intermediyer arter adını alan diğerlerine göre daha ince olan 3. bir dal mevcuttur. LMCA, LAD'i ve LCX'i oluşturmak üzere iki dala ayrılır (13).

Sol anterior desendan arter (LAD):

LAD arter, anterior interventriküler sulkusta kalbin apeksine doğru ilerler ve çoğu olguda LAD apeksten posterior interventriküler sulkus içine uzanarak sağ koroner arterin posterior inen arter dalı (PDA) ile anastomoz yapar, böylece sağ ve sol ventriküllerin apikal kısımlarını besleyebilir (11). LAD arterin ana dalları diagonal ve septal dallardır. Sayı ve boyut olarak çeşitlilik gösteren diagonal dallar LAD arterden keskin bir açıyla ayrılarak sol ventrikülün anterolateral duvarını besler. Çok sık olarak 1. diagonal dal olarak tanımlanan major bir arter izlenir. Septal dallar LAD artere dik olarak ayrılır endokarda doğru ilerleyerek posterior desendan arterin (PDA) dalları ile anastomoz yaparlar ve septumu beslerler. Çoğu olguda birinci septal arter olarak tanımlanan LAD arterin proksimalinden çıkan iyi gelişmiş bir septal dal bulunur. Bunların dışında proksimal LAD arterden köken alıp sağ konal arter ile anastomoz oluşturan ("Vieussens'in arteriyal halkası") sol konal arter ve sağ ventrikül anterior kesimini besleyen değişken sayıda, ince, sağ anterior ventriküler dallar izlenebilir (12).

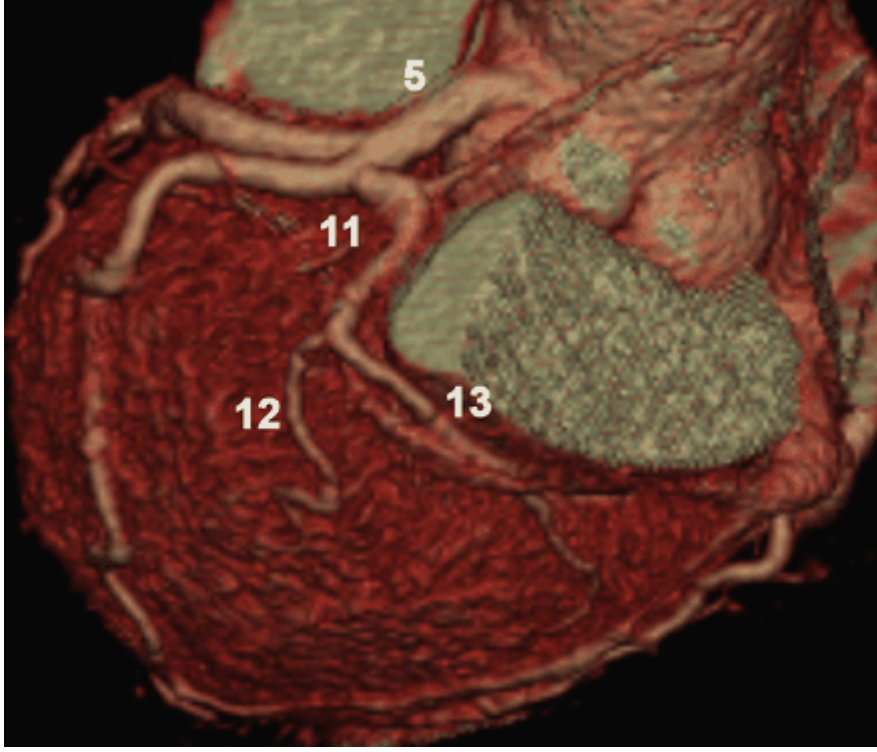


Şekil 3: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde sol koroner arteriyel anatominin önden görünümü, koroner arter segmentleri modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre sınıflandırılmıştır.

Sol sirkumfleks koroner arter (LCX):

LMCA'den ayrılan diğer başlıca arter LCX arterdir. LMCA'den yaklaşık 90°'lik bir açıyla ayrıldıktan sonraki kısa segmentte sol atriyal apendiksin altında seyrederek, sonrasında da sol atriyoventriküler olukta ilerleyerek sol ventrikülün obtuz kenarında kruks kordis (kruks kordis kalbin 4 odacığının septa ve duvarlarının birleştiği kalbin çatısı kabul edilen anatomik noktadır) civarında sonlanır. LCX arterden çıkan başlıca arterler marjinal arterler ve sol atriyal dallardır. Marjinal arterler sayıca değişiklik göstermekle birlikte genellikle 3 tanedir, kalbin obtuz kenarı boyunca apekse doğru uzanıp LAD arter dalları ile anastomoz oluşturabilirler. Sol atriyal dallar sol atriyal apendiks ya da sol atriyumun posterior kesiminde bulunur. %40 olguda sinus nodal

arteri LCX arterden çıkar. LCX arterin kruks kordise ulaştığı ve sol koroner dominansisi olduğu durumda posterior desendan arter (PDA) ve atriyoventriküler nodal arter LCX arterden köken alabilir (12).

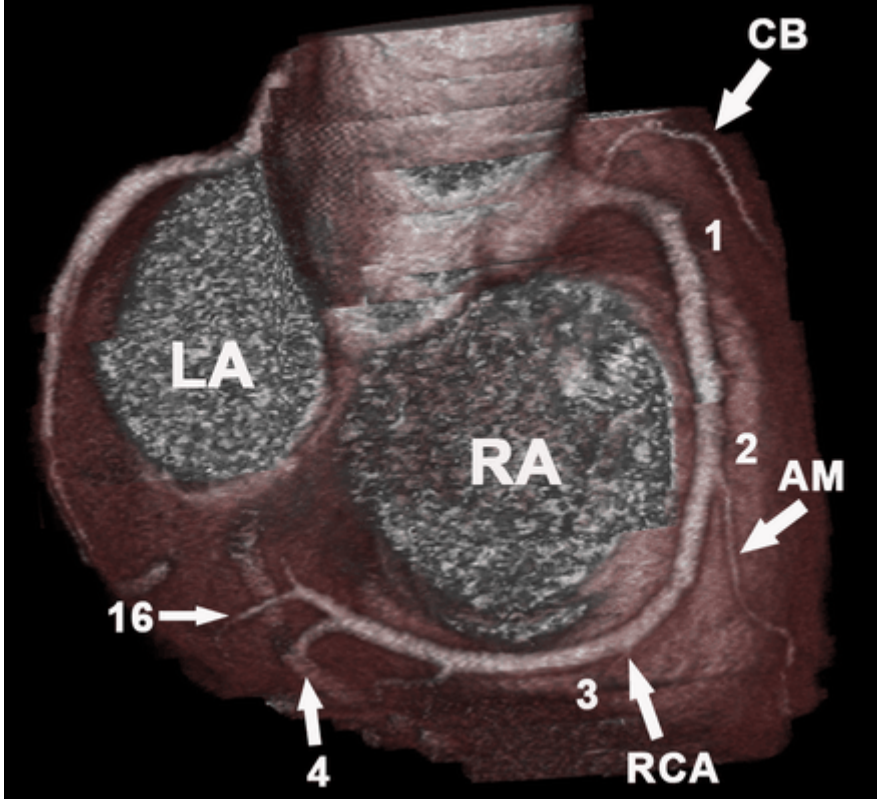


Şekil 4: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde LCX arter anatomisinin önden görünümü, koroner arter segmentleri modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre sınıflandırılmıştır.

Sağ koroner arter (RCA):

Sağ ana koroner arter, sağ sinüs valsalsadaki ostiumundan çıkarak sağ atriyoventriküler olukta seyrederek ve kalbin keskin kenarından dönerek (akut marjin) kruks kordise dek uzanır. Sağ koroner arterin ilk dalı konal arterdir. Bu arter RCA'den kaynaklanabileceği gibi ayrı bir orifis ile sağ sinüs valsalsadan da çıkabilir. Sağ koroner arterden ayrılan ikinci bir arter de sinoatriyal nodu besleyen sinüs nodal

arterdir. Sinüs nodal arter %60 oranında proksimal RCA'den ayrılır. Sağ koroner arterden ayrılan anterior dallar ise sağ ventrikül serbest duvarını besler. Orta ve distal RCA bileşkesinde ayrılan dal akut marjinal dal olarak adlandırılır (14). Daha sonra RCA sonlanması değişkenlik gösterir. Sol koroner arter dominansı durumunda RCA, sağ ventrikülün akut marjini ile kruks kordis arasında kısa bir dal olarak sonlanır. RCA, sağ koroner arter dominansı durumunda kruks kordisin soluna geçerek sol ventrikülün posterolateral duvarını besleyen posterolateral dallarını verir, kruks kordis düzeyinde ise sağ posterior desenden arter (PDA) ayrılarak posterior interventriküler sulkusta seyreder. PDA'dan interventriküler septumun inferior parçasını (1/3 posterior kesimini) besleyen septal dallar çıkar. Posterior desenden arterin orijinindeki değişkenlik 'dominansı' terimi ile ifade edilir. Sağ dominant dolaşım %85 oranında görülür. Bu durumda sağ posterior lateral arter (RPL) ve sağ posterior desenden arter (PDA) RCA'den orijin alır. Sol dominant dolaşım %8 oranında görülür. Sirkumfleks posterior desenden arter (CXPDA) ve sirkumfleks posterior lateral arter (CXPL) LCX arterden ayrılır. % 7 oranında görülen kodominant dolaşımda ise interventriküler septumu arkadan besleyen dal RCA'den (RPDA) ve arka sol lateral ventriküler dallar ise LCX arterden (CXPL) köken alır (15,16). Bu ayırım koroner arter hastalığı olan hastaların değerlendirilmesinde önemlidir.



Şekil 5: 3D volume rendering MDCT görüntüsünde sağ koroner arteriyel anatominin posterior oblik yaklaşımla sağ ve sol atriumun çıkarılarak oluşturulan görünümü, koroner arter segmentleri modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre sınıflandırılmıştır.

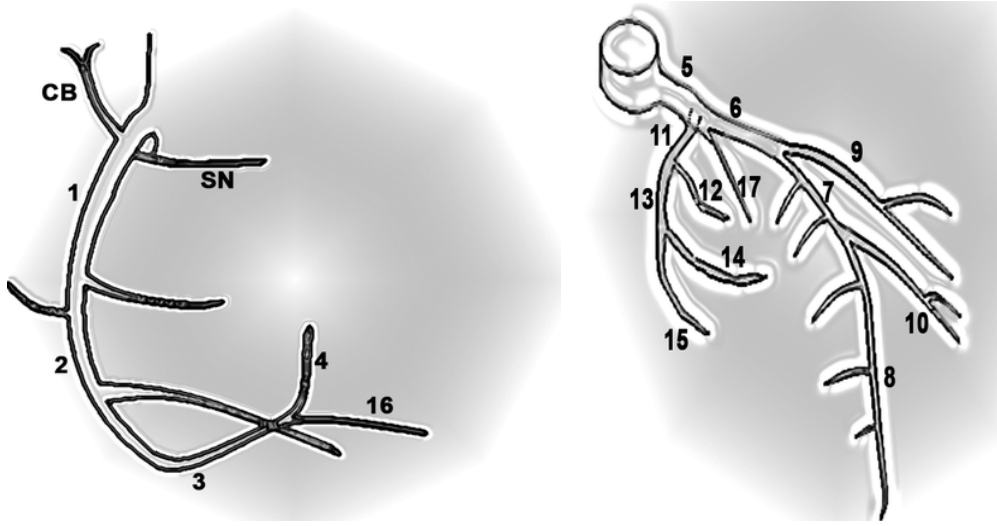
2.3.2. Koroner Arter Segmentleri

Amerikan Kalp Cemiyetinin (AHA) (1975) sınıflamasına göre koroner arterler 15 ya da 17 segmente (modifiye sınıflama) ayrılırlar. RCA segment 1-4, LMCA segment 5, LAD segment 6-10, LCX ise segment 11-15 olarak incelenir. Modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre RCA'nın posterolateral dalı segment 16, intermediyer arter ise segment 17 olarak sınıflandırılmıştır (17). Koroner arter segmentleri Tablo 1'de ve Şekil 3, 4, 5 ve 6'da tanımlanmıştır.

Koroner Arter	Arter Kesimi/Dalı	Segment
Sağ Koroner Arter(RCA)	Proksimal	1
	Orta	2
	Distal	3
	Posterior Desendan Arter(PDA)	4
	Posterolateral Dal(PL)*	16*
Sol Ana Koroner Arter(LM)		5
Sol Anterior Desendan Arter(LAD)	Proksimal	6
	Orta	7
	Distal	8
	1. Diagonal Arter	9
	2. Diagonal Arter	10
İntermediyer Arter*(var ise)		17*
Sol Sirkumfleks Arter(LCX)	Proksimal	11
	Distal	13
	Obtuz Marjinal Dal	12
	Posterolateral Dal	14
(Sol Dominansi Durumunda)	Posterior Desendan Arter(PDA) (var ise)	15

* : 15 segmentten oluşan orijinal modelde bulunmamaktadırlar.

Tablo 1: Segmental koroner anatomi.



Şekil 6: Şematik çizimde modifiye 17 segment koroner arter sınıflama sistemine göre sağ ve sol koroner arter segmentleri izlenmektedir (18).

2.3.3. Koroner Venler:

Bütün venler, 3-4 cm boyunda ve 1 cm kadar çapa sahip olan sinüs koronaryusa dökülürler. Bu sinüsün ağzı sağ atriyumda vena kava inferior valvinin bitişiğindedir. Koroner sinüsün ağzında vena kava inferior ağzındaki östaki valvi ile sırt sırta vermiş, tebossian valvi bulunur. Ayrıca sağ ventrikül ve sağ atriyuma doğrudan açılan, bu bölgelerin venöz drenajını temin eden tebossian ven ağızları da vardır. Ven sirkülasyonu üç sisteme ayrılır. Bunlar koroner sinüs ve dalları, anterior sağ ventriküler venler ve tebossian venleridir.

Koroner sinüs ve dalları:

Koroner sinüs sağ atriyuma dökülür ve koroner venöz kanın %85'ini alır. Posterior atriyoventriküler olukta seyrederek ve Koch üçgeninin lateral kenarında sağ atriyuma dökülür. Koroner sinüsün orifisi tebossian kapak tarafından korunmuş durumdadır. Koroner sinüsün adı geçen dalları ve anterior interventriküler ven, sol anterior desendan artere paralel seyrederek. Sol ana koroner arterin bifurkasyonuna yakın olan anterior interventriküler ven, atriyoventriküler oluktan sola doğru seyrederek ve büyük kardiyak ven olarak adlandırılır. Bu ven koroner sinüse dökülmeden önce sol atriyumun posterior kenarındaki oblik venin (Marshall veni) orijini olan marjinal ve

posterior sol ventrikül dallarını alır. Posterior interventriküler ven veya orta kardiyak ven apekten çıkar, posterior desendan artere paralel seyrederek ve kruksun proksimaline kadar uzanır. Burada direkt olarak sağ atriya girer veya orifisinden önce koroner sinüse açılır. Küçük kardiyak ven sağ atriyoventriküler oluktan posteriora doğru ilerler.

Anterior sağ ventriküler venler:

Anterior sağ ventriküler ven, sağ ventriküler yüze geçerek sağ atriyoventriküler oluğa gider ve oradan direkt sağ atriya girer veya birleşerek küçük kardiyak veni oluşturur. Bu ven sağ atriyoventriküler oluğa ilerler. Daha sonra sağ atriya girer veya orifisinin proksimalinde koroner sinüse katılır.

Tebessian venler:

Tebessian venler küçük venöz dallardan ibaret olup direkt olarak kalp boşluğuna dökülür. Bu venler primer olarak sadece sağ atriya ve sağ ventriküde bulunur (19).

2.3.4. Koroner Kan Akımının Kontrolü

İstirahat halinde 100 gram miyokard dokusu için koroner kan akımı dakikada 60-90 ml olup, koroner kan akımının artmasını gerektiren egzersiz gibi durumlarda 4-5 katına kadar çıkabilir. Koroner kan akımı, koroner arter perfüzyon basıncı, akıma karşı koyan direnç kuvvetleri (koroner vasküler yatak direnci, ventrikül içi basınç ve dolayısıyla miyokard gerginliği) diyastol süresi (miyokardiyal kanlanma büyük ölçüde diyastolde olduğu için) metabolik, otonomik ve endotelial faktörler tarafından belirlenir (20).

Metabolik Kontrol: Otoregülasyon

Aortik basınçtaki ani bir değişiklik koroner vasküler dirençteki hızlı ayarlamalarla karşılanarak koroner kan akımının sabit kalmasını sağlar. Bu otoregülatuar fenomen, miyokardı azalmış koroner perfüzyon basıncından kaynaklanabilecek yetersiz kan akımı olasılığından korur. Otoregülasyon

mekanizması, yüksek aort basınçlarında ise endotelial duvar stresini azaltarak vasküler yapıları artmış koroner distansiyon basınçlarından kaynaklanabilecek hasara karşı korur. Bu otoregülasyon mekanizması normal vasküler yatakta 60mmHg ile 140 mmHg'lik sistemik arteriyel basınç aralığında koroner kan akımının sabit kalmasını sağlar. Bunun üzerindeki ve altındaki sistemik arteriyel basınç değerlerinde sistemik arteriyel basınçtaki artışa ya da azalmaya bağlı olarak koroner arteriyel kan akımı da artar ya da azalır. Otoregülasyon mekanizması koroner perfüzyon basıncının azalmasına yol açan arteriyel obstrüksiyon durumlarında da ilgili alanda lokal olarak devreye girer, obstrüksiyonun distalindeki damar dilate olur ve böylece azalmış koroner vasküler rezisans ile birlikte akım normale döner (10).

Otoregülasyon rezervi, koroner vasküler yataktaki maksimal dilatasyon derecesi ile ilişkili olarak miyokardiyal kan akımının idame ettirebildiği perfüzyon basıncı aralığı olarak tanımlanabilir. Otoregülasyon rezervi, kalbin tamamında ya da spesifik bir bölgesinde koroner vasküleritedeki kronik vazodilatasyonun derecesine bağlıdır. Eğer bir bölgedeki vasküler yatakta zaten vazodilatasyon mevcutsa, aortik diyastolik basınçtaki ve bununla ilişkili olarak koroner perfüzyon basıncındaki azalmayı kompanze etmek için gerekli otoregülasyon mekanizması yetersiz kalır. Bunun sonucu olarak etkilenen miyokard bölgesi geçici aortik basınç değişikliklerine karşı savunmasız kalır. Otoregülasyondaki bu bozukluk miyokardiyal iskemi tanısında kullanılan incelemelerin temelini oluşturur. Otoregülasyona miyojenik (basınç ve akım farklılıklarına cevap olarak oluşan tonus değişiklikleri) ve metabolik faktörler (vazoaktif metabolit salınımı) aracılık eder. Bir ATP (adenozin trifosfat) yıkım ürünü olan adenozinin, otoregülasyonun majör mediyatörü olduğu düşünülmektedir. Adenozin miyokard hücrelerinde 5' nükleotidaz aktivitesinin yer aldığı hücre membranının iç katmanında adenozin monofosfattan sürekli olarak üretilen güçlü bir vazodilatatördür. Adenozin hücre membranından serbest olarak salınır. Perfüzyon basıncında ve koroner arter akımında azalma söz konusu olduğunda adenozinin dokudan temizlenmesi azalacağından lokal doku konsantrasyonu artar. Bu da sırasıyla artmış vazodilatasyona ve bunu izleyen miyokardiyal kan akımında artışa yol açar. Dokudaki parsiyel oksijen basıncı ve diğer metabolik ürünler, perfüzyon basıncı arttıkça ya da azaldıkça değişerek direkt olarak koroner arteriyel tonusu etkiler (21). Bunların yanı sıra lokal olarak potasyum salınımı ve adenozin tarafından

indüklenen ATP duyarlı potasyum kanallarının aktivasyonu koroner dolaşımdaki otonomiyasyona aracılık eder (22).

Mekanik Kontrol:

Sistol sırasında kasılan miyokard liflerinin oluşturduğu intramiyokardiyal basınca bağlı olarak koroner arteriyel kan akımı azalır. Dolayısıyla sol ventriküle koroner kan akımı çoğunlukla diyastolde sağlanır ve koroner perfüzyon basıncı büyük ölçüde aortik diyastolik basınç tarafından belirlenir. Sağ ventrikül miyokardında da kan akımı sol ventrikülde olduğu gibi faziktir, ancak sağ ventrikül miyokardına yansıyan sistolik basınç daha az olduğundan sistol - diyastol arasındaki akım farklılığı daha azdır.

Kan akımını etkileyen çeşitli faktörler miyokardın iç - subendokardiyal ve dış - subepikardiyal katmanlarında belirgin olarak farklıdır. Sistolik kompresyon subendokardiyal katmanda daha fazladır. Subepikardiyumda kan akımı sistolde, diyastole göre hafifçe daha fazladır. Miyokard orta kesiminde kan akımı sistol ve diastolde yaklaşık olarak birbirine eşittir. Subendokardiyumda vasküler yapılar daha yoğun olarak bulunmakta olup, sistolde neredeyse kan akımı olmamasına rağmen net kan akımı fazladır. Ek olarak subendokardiyal arterlerde intrinsek koroner vasküler rezistansın düşük olması, subendokardiyal - subepikardiyal kan akımı arasında 1.1/1'lik bir oran sağlar. İstirahatteki düşük koroner vasküler direnç, subendokardiyal koroner rezervi sınırlar. Buna bağlı olarak koroner perfüzyon basıncının düştüğü ya da koroner kan akımının engellendiği durumlarda, subendokardiyal katman hasara karşı daha savunmasız hale gelir (22). Dolayısıyla miyokardiyal oksijen ihtiyacının arttığı ciddi hipertansiyon gibi durumlarda subendokardiyal hasar oluşumu nadir değildir.

Otonomik Kontrol:

Otonomik sinir sistemi koroner arterlerin düz kas tonusuna etki ederek bir ölçüde koroner kan akımını ayarlar. Geniş epikardiyal koroner damarlarda hem vazokonstriksiyona aracılık eden alfa adrenerjik reseptörler hem de vazodilatasyona aracılık eden Beta 2 adrenerjik reseptörler bulunur. Parasempatik muskarinik koroner

vazodilatasyon tanımlanmış olmakla birlikte bunun koroner kan akımı düzenlenmesindeki rolü net değildir (22).

Sempatik stimülasyon sırasında norepinefrin salınımı koroner arterlerde vazokonstriksiyon yanıtına sebep olurken diğer yandan kalp hızının miyokard kontraktilesinin ve bunlara bağlı olarak miyokardiyal oksijen ihtiyacının artması, ATP harcanması ve metabolik mekanizmaların neden olduğu vazodilatasyon, oluşan vazokonstriksiyon yanıtını önemsiz kılar. Normalde istirahatte düşük derecede vazokonstriktör tonus bulunur. Vazokonstriktör tonustaki anormal yükselmeler iskemik kalp hastalığının altta yatan bir mekanizması olarak düşünülmektedir (23). Daha küçük koroner arterlerdeki Beta-2 adrenerjik reseptörlerin endojen katekolaminler ya da farmakolojik beta agonistler tarafından stimülasyonu koroner vazodilatasyon ile sonuçlanır. Egzersiz sırasında beta adrenerjik uyarının aracılık ettiği arteriyoller vazodilatasyon koroner kan akımını arttırırken orta ve geniş koroner arterlerdeki alfa adrenerik uyarının aracılık ettiği vazokonstriksiyon daha hassas olan subendokarda kan akımının idamesine katkıda bulunur (24).

Endotelial Kontrol:

EDRF (Endothelium-derived relaxing factor) hipoksi ve ADP akümüasyonu gibi bazı stresörlere yanıt olarak vasküler endotelial hücrelerden kaynaklanan güçlü bir vazodilatatördür. EDRF salınımı egzersiz gibi durumlara yanıt olarak koroner kan akımını arttırabilen vasküler duvardaki gerilme kuvvetleri tarafından da uyarılır. Nitrik oksit (NO) başlıca EDRF olup asetilkolinin ve bradikinin vazodilatatör etkilerine ve miyojenik vazodilatasyona aracılık eder (25).

2.4. ATEROSKLEROZ VE KORONER ARTER HASTALIĞI:

Ateroskleroz batı dünyasında en sık görülen ölüm nedenidir ve ciddi morbiditeye neden olur. Ateroskleroz elastik arterlerin (aorta, karotis ve iliak arterler) ve büyük – orta büyüklükteki musküler arterlerin (koroner ve popliteal arterler) hastalığı olup, daha küçük arterler nadiren etkilenir. Ateroskleroz, damar duvarının kalınlaşması ve esnekliğinin kaybolması ile karakterize arteriyel hastalık grubunun bir parçasıdır. Bu hastalıklar için kullanılan ortak terim arterlerin sertleşmesi anlamına

gelen “arteriyoskleroz” dur. Bu gruptaki diğer hastalıklar, küçük arterler ve arteriyollerin duvarlarında hiyalen kalınlaşma ve proliferasyon ile beliren arteriyoskleroz ve musküler arterlerin media tabakasının kalsifikasyonu ile karakterize olan Mönckeberg’in mediyal kalsifik sklerozudur. Ateroskleroz, arteriyosklerozun en sık görülen ve en önemli formudur ve bu iki terim bazen aynı anlamda kullanılır (26).

Aterosklerozun hastalık süreci primer olarak arter duvarının intima tabakasına sınırlıdır. Bu tabaka lipidler ve enflamatuar hücreler tarafından infiltre olur ve değişik derecelerde fibrozis gelişir (27). Arteriyel travma, mediyal düz kas hücrelerinin intima içine göç eden, fibroblasta benzer tamir hücrelerine fenotipik modülasyonunu içeren bir iyileşme reaksiyonu başlatır. Bu hücreler intima içinde proliferer olur ve ekstrasellüler matriksi oluşturur. Travmaya vasküler yanıt ve ateroskleroz arasındaki benzerlikler ışığında Ross ve Glomset 1976’da ateroskleroz patogenezi için “hasara yanıt” hipotezini öne sürmüşlerdir (28). Bu hipotez bazı yönleriyle yıllar içinde değişmiş olmasına rağmen genel kavramları günümüzde yagın olarak kabul görmektedir. Lipoprotein kaynaklı lipidlerin ve özellikle de oksidatif olarak modifiye olan lipidlerin birikmesinin arteri hasara uğrattığına ve düz kas hücrelerine bağımlı tamir sürecini başlattığına inanılmaktadır (29). Bu durum diğer iyileşme reaksiyonlarında görülen skar dokusuna benzeyen intimal plakların oluşmasına yol açar. İyileşme reaksiyonları, sürekli olarak travma ile engellendiği zaman, skar dokusu çoğunlukla hipertrofiye uğrar. Bu durum aterosklerotik plakların gerilemek yerine, neden büyümeye devam ettiklerini de açıklayabilir.

Genetik yapı, bireyin proaterojen faktörlere cevabını ve damar duvarının aterojen uyarıya yatkınlığını belirler. Bunun dışında ateroskleroz gelişen kişilerde bazı faktörlerin genel popülasyona göre daha sık bulunduğu epidemiyolojik çalışmalarla gösterilmiştir. Risk faktörü olarak tanımlanan bu faktörlerin varlığı, aterosklerotik bir olay gelişme olasılığının daha fazla olduğunu ve veya daha erken olacağını gösterir. Yüksek serum total kolesterol ve düşük dansiteli lipoprotein (LDL) düzeyleri, düşük serum yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) düzeyleri, hipertansiyon, sigara kullanımı, Diabetes Mellitus, ileri yaş, obezite, sedanter yaşam tarzı, aile öyküsü, homosisteiniemi, A tipi kişilik, ateroskleroz ve iskemik kalp hastalığı için tanımlanan risk faktörlerinden bazılarıdır (30).

Ateroskleroz arterleri düzenli şekilde tutmayan fokal bir hastalıktır. Hastalığın fokal olma özelliği ateroskleroz gelişmesi açısından, hiperlipidemi, hipertansiyon, sigara, ve diyabet gibi çoğu risk faktörlerinin sistemik olması ve arteriyel sistemin tüm bölümlerini benzer şekilde etkileyebilme olasılığı ile ters düşmektedir. Bu durum sistemik risk faktörlerinin lokal faktörlerle uyum içinde etki etmesi gerektiğini açık bir şekilde göstermektedir. Bu lokal faktörlerden biri kan akımı tarafından oluşturulan shear strestir. Aterosklerotik plaklar, arteriyel sistem içinde tesadüfi olarak gelişmezler. Daha çok lümen yüzeyi ile düşük dansiteli lipoprotein (LDL) gibi kandaki partiküller arasında etkileşim süresinin artmış olduğu, düşük shear stresi bulunan dallanma bölgelerine yakın yerlerde yerleşirler. Bu durum, lipoproteinlerin transendotelial difüzyonunda artışla ve hiperlipidemi varlığında, subendotelial matrikste lipid birikiminde artışla ilişkilidir (31). Vasküler permeabilite üzerine etkisi olabilecek diğer bir risk faktörü homosisteinemidir, çünkü homosisteinin yüksek konsantrasyonları, endotel tabakasında hasara neden olabilir. Bazı epidemiyolojik çalışmalar, *Chlamydia pneumoniae* enfeksiyonu ile kardiyovasküler hastalık arasında bir ilişkiyi ortaya koymuştur (32). Operasyon esnasında alınan vasküler örneklerin incelenmesi, tüm aterosklerotik plakların %50–75’inde *Chlamydia pneumoniae* varlığını göstermektedir (33). Bu mikroorganizmanın lokal etkisinin plak gelişimine katkıda bulunabilmesi ve hastalığın fokal özelliğinin bir açıklamasını oluşturması olasıdır.

Fokal olma özelliğinin yanı sıra, ateroskleroz diffüz bir hastalıktır. Aynı patofizyolojik süreç arteriyel ağacın değişik bölgelerinde (koroner, serebrovasküler, karotis, periferik arterler gibi) hastalığa neden olabilmektedir.

Koroner arter hastalığı olarak da adlandırılan iskemik kalp hastalığının en sık görülen sebebi, koroner arterlerin aterosklerozuna bağlı gelişen koroner arteriyel kan akımındaki azalmadır. Bu azalma, miyokard oksijen ihtiyacı ile kan akımı arasındaki dengesizliğe yol açarak birbiri ile yakından ilişkili sendromlara yol açar ve koroner arter hastalığı bunların genel adıdır. Bu sendromlar; anjina pektoris, akut miyokard enfarktüsü, ani kardiyak ölüm ve kronik iskemik kalp hastalığıdır. Anjina pektoris, egzersizle ve emosyonel stresle ortaya çıkan, istirahatle ya da nitrogliserinle yatışan miyokard iskemisinin neden olduğu, göğüsten çeneye, omuza, sırtta, kola yayılan rahatsızlık hissidir. Akut miyokard enfarktüsü, lokal iskemi ile meydana gelen sınırlı

bir alanda gelişen miyokard nekrozunu tanımlar. Ani kardiyak ölüm, iskemik kalp hastalığına bağlı akut semptomların başlangıcından itibaren bir saat içinde ölümün gerçekleştiği bir sendrom olup genellikle ölüm sebebi aritmidir. Kronik iskemik kalp hastalığı, zaman zaman araya giren anjina pectoris ve miyokard enfarktüsü ataklarının eşlik ettiği uzun süreli iskemik miyokard harabiyeti sonucu oluşan ilerleyici konjestif kalp yetmezliğinin geliştiği durumu tanımlar (1).

2.5. MİYOKARDİYAL İSKEMİ :

Miyokardiyal iskemi, miyokardiyal oksijen tüketimi ile miyokardiyal oksijen temini arasındaki dengesizlik sonucu meydana gelir. Miyokardiyal oksijen teminini, arteriyel oksijen saturasyonu miyokardiyal oksijen tutulumu ve koroner arter kan akımı belirler. Arteriyel oksijen saturasyonu ve miyokardiyal oksijen tutulumu normal şartlar altında nisbeten sabit iken; koroner arter kan akımı, koroner arteriyoller tonusa ve koroner arter lümen kesit kalınlığına bağlıdır. Koroner arter lümen kesit kalınlığı ve koroner arteriyoller tonus, damar duvarındaki aterosklerotik plak varlığında, egzersizle birlikte artan kalp hızı, miyokardiyal kontraktilite ve duvar stresi ile ilişkili değişen oksijen talebindeki artışa bağlı dramatik olarak değişkenlik gösterir. İskeminin neden olduğu sempatik aktivasyon, miyokardiyal oksijen tüketimini ve koroner vazokonstrüksiyonu arttırarak iskeminin ciddiyetini arttırır. İskemik kaskat, metabolik anormallikler, perfüzyon uyumsuzluğu, bölgesel ve global diastolik ve sistolik disfonksiyon, EKG değişiklikleri ve anjinaya neden olan ardışık olaylarla karakterizedir. İskemik miyokarddan salınan Adenozinin, kardiyak sinir uçlarındaki A1 reseptörlerini uyararak anjinaya sebep olan ana mediatör olduğu düşünülmektedir (34). Miyokardiyal iskeminin en sık nedeni aterosklerotik koroner arter hastalığı olmakla birlikte hipertrofik ya da dilate kardiyomiyopati, aort stenozu, miyokardiyal köprüleşme, Sendrom X, koroner arter embolisi gibi obstrüktif ateromatöz darlığın olmadığı nadir durumlarda ve Kawasaki hastalığı, Sistemik Lupus Eritamatosus gibi otoimmün vaskülitlerde de miyokardiyal iskemi görülebilir.

İskemiye “stunning” olarak bilinen geri dönüşümlü kontraktil disfonksiyon takip eder. Tekrarlayan iskemi epizodları ile birlikte stunning, “hibernasyon” olarak bilinen kronik ancak hala geri dönüşümlü olan disfonksiyon formuna dönüşebilir. Kısa bir

iskemi epizodu, kalbi takip eden iskemi epizotlarına karşı daha dirençli hale getiren güçlü bir endojen korunma şekline sebep olur (35).

Miyokardiyal iskemi sessiz olabilir (36). Ağrının olmaması affarent kardiyak sinirleri uyarmaya yetecek ciddiyette ve sürede iskemi olmayışına ve iskemik kalp ağrısının spinal ve supraspinal düzeyde inhibisyonuna bağlı olabilir. Ağrısız iskemi sergileyen hastalarda nefesin kısılması ve palpasyon, anjina eşdeğeri olarak değerlendirilebilir ve nefesin kesilmesi sol ventrikülün sistolik-diyastolik disfonksiyonuna ya da geçici iskemik mitral regürjitasyona bağlı olabilir.

Hastaların çoğunda stabil anjinanın patolojik olarak kaynağı, koroner arterlerin ateromatöz daralmasıdır. Maksimal egzersizde normal vasküler yatak, direncini düşürerek koroner kan akımını 5-6 kat arttırma kapasitesine sahiptir. Koroner arter lümenal kesit alanının aterosklerotik plak tarafından daraltılması, maksimal egzersizdeki vasküler yatağın direnci düşürme yeteneğini ve dilatasyonunu azaltarak, obstrüksiyon düzeyine ve miyokard oksijen ihtiyacına bağlı, iske miyle sonuçlanır.

Lümenal obstrüksiyonun %40'ın altında olduğu durumda egzersiz esnasında gerekli maksimal koroner arter kan akımı genellikle sağlanır. Fakat lümenal çap azalması %50'nin üzerinde ise koroner arter kan akımının egzersiz ve stres durumundaki metabolik ihtiyacı karşılamada yetersiz kalması sonucu iskemi oluşur (37,38). Koroner vasküler yatağın direnci düşürme yeteneği ciddi obstrüksiyonla belirgin derecede artar, öyle ki %80-90 darlıkta koroner vasküler yatağın direnci 3 kat azalmıştır. Bu derecede bir darlıkta iskemik eşik, koroner dolaşımın gelişmişliği, daha hassas olan subendokardiyumdan subepikardiyuma doğru perfüzyon alanının transmural tutulumunun derecesi, koroner vasküler tonus ve platelet agregasyonu gibi diğer faktörlerin etkisi altındadır (39).

Stabil anjinalı hastalar, akut koroner sendrom (Anstabil anjina, ST yüksekliğinin olmadığı ve olduğu miyokard enfarktüsü) gelişimi açısından risk altındadırlar. Anstabil anjina, anjina semptomlarının daha da kötüleşip sıklaşması, daha uzun sürmesi ve anjina eşığının eskisine göre düşmesi hatta istirahatte meydana gelmesi durumu olarak tanımlanabilir (40). Miyokard enfarktüsü, miyokardiyal nekrozun eşlik ettiği 30 dakikayı aşan uzamış anjina ile karakterizedir (41). ST yüksekliğinin olmadığı ya da olduğu miyokard enfarktüsü oluşmadan önceki

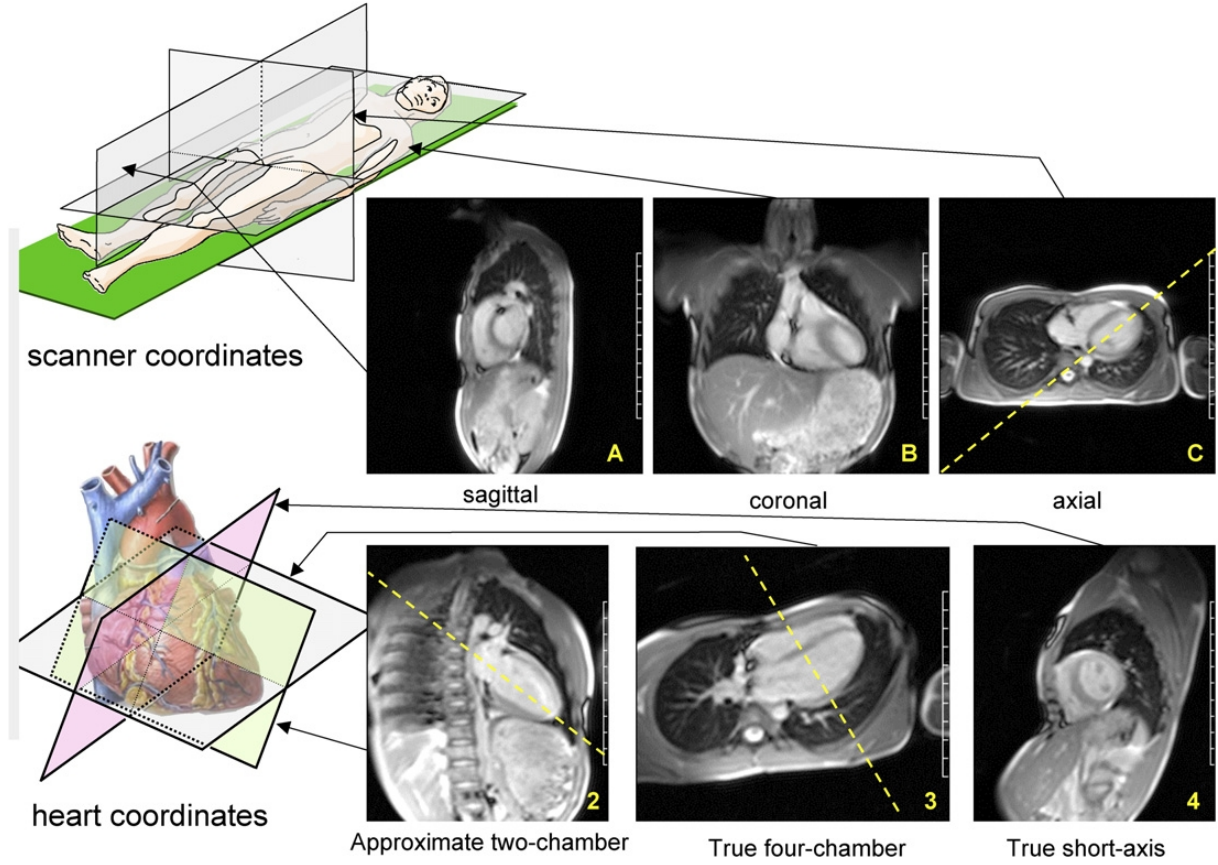
periyodda, anstabil anjina semptomları sıklıkla görülür. Akut koroner sendromların sıkça rastlanan patolojik zemininde subtotal ya da total trombotik tıkanmaya neden olan, platelet agregasyonunun eşlik ettiği aterosklerotik plağın erozyonu, fissürü ve rüptürü vardır. Aterosklerotik plak içerisindeki inflamatuvar hücrelerin aktive olarak plak erozyonuna, fissürüne ya da rüptürüne neden olan destabilizasyon sürecinde rol oynadıkları düşünülmektedir. Aktive olmuş plateletler, vasküler düz kas hücrelerini lokal olarak stimüle eden çok sayıda vazokonstriktör madde salgılayarak koroner kan akımını daha da bozarlar (42).

2.6. KARDİYAK MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME:

Kardiyak manyetik rezonans görüntüleme, yeni, noninvaziv kardiyak diagnostik görüntüleme yöntemlerinden biri olup, yakın zamandaki gelişmelerle birlikte kardiyovasküler sistemin neredeyse tüm yönleriyle değerlendirilebilmesini mümkün kılan bir modalite olmuştur. Kardiyak MRG (Manyetik Rezonans Görüntüleme) ile, kalbin yapısı, global ve bölgesel ventriküler fonksiyon, kapak fonksiyonları, akım paternleri, miyokardiyal perfüzyon, koroner anatomi ve miyokardiyal canlılık hakkında noninvaziv olarak bilgi edinilebilir (43).

2.6.1. Kardiyak Görüntüleme Düzlemleri

Kardiyak görüntülemelerde ilk olarak sagittal, koronal ve aksiyel planda öncü (scout) görüntüler elde edilir. Öncü görüntüler elde edilmesinin amacı, bunların kılavuzluğunda kalbin uzun ve kısa aks görüntülerini oluşturmaktır. Genellikle aksiyel kesitte oluşan yalancı 4 odacık görüntüsünde, mitral kapak ortasından apekse çekilen dik plan ile yaklaşık iki odacık uzun aks görüntü elde edilir. Bunun üzerinden yine mitral kapak ortasından apekse çekilen dik plan ile gerçek dört odacık görüntü elde edilir. Bu görüntülerden uzun eksene dik planda mitral kapak ile apeks arasında kısa aks görüntüler elde edilir (44).



Şekil 7: Kardiyak görüntüleme düzlemleri (5)

2.6.2. Kardiyak MRG'de Kullanılan Puls Sekansları

Kardiyak MRG'de kullanılan sekanslar başlıca spin eko ve gradient eko sekanslarıdır.

2.6.2.1. Spin Eko Sekansları

Bu sekansta önce transvers manyetizasyonu sağlamak için ana manyetik alana dik, 90° 'lik bir puls gönderilir. TE değerinin yarısı kadar bir süre bekledikten sonra ters yönde 180° 'lik ikinci bir puls gönderilerek dokuların yeniden faz durumuna gelmesi (rephase) sağlanır. TE süresi sonunda oluşan eko sinyali toplanır. Bu işlem eşit aralıklarla TR zamanı kadar aralıklarla tekrarlanır. TR ve TE değerleri görüntünün T1 ya da T2 ağırlıklı olmasından sorumludur (45). Spin eko (SE) sekansının bir versiyonu olan turbo spin eko (TSE) sekansı daha hızlıdır. Bu sekansta, 90° eksitasyon pulsunun ardından 180° pulslarının seri şekilde uygulanması ile çok sayıda her biri farklı faz kodlama sayısına sahip eko sinyalleri oluşturulur. Böylece tek

bir K sırası yerine çok sayıda K sırası ölçülür ve inceleme süresi büyük ölçüde kısalır. Spin eko sekanslarında akan kan genelde sinyalsiz olarak izlenirken, miyokard ve yağ dokusu orta - yüksek sinyal intensitededir. Spin eko sekansları morfolojik görüntüleme için uygundur ve tümör, inflamasyon, miyokardiyal doku anormalliklerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Ancak zaman çözünürlüğü nedeniyle fonsiyonel analize izin vermez (46).

2.6.2.2. Gradient Eko Sekansları

Gradient eko (GRE) sekansında, SE sekansında kullanılan 180° puls yerine gradient çeviriciler kullanılır. 90° puls yerine ise, çevirme açısı (flip angle, FA) adı verilen ve transvers manyetizasyonu daha küçük açı değerlerinde oluşturan puls kullanılmaktadır. Gradient eko sekansında sinyal yoğunluğu ve kontrastını TR, TE ve FA değerleri belirlemektedir. Genel olarak T1 ağırlıklı görüntüler elde etmek için FA 45° ve üzerinde, TE 30 msn ve altında; T2 ağırlıklı görüntüler elde etmek için ise, FA 20° ve altında TE 60 msn ve üzerinde tutulmalıdır. Bu sekansta kullanılan TR süresi spin eko sekansta kullanılanlara göre belirgin olarak kısa olup (genellikle 50 msn'den kısa), buna bağlı olarak tetkik süresi SE sekanslara göre daha kısadır (47). Gradient eko sekansında kullanılan kısa TR süresi içerisinde birçok dokuda transvers relaksasyon tamamlanamaz ve ortamda longitudinal manyetizasyon ile birlikte hemen her zaman için bir transvers manyetizasyon da bulunur. Bu duruma Steady-State Free Precession (SSFP) denir. T1 ağırlıklı imajlar elde etmek için mevcut transvers manyetizasyonu ortadan kaldırmaya yönelik "Spoiler Gradient" kullanılır. Bu sekansa "FLASH" (Fast Low Angle Shot) veya "Spoiled FLASH" denir. Rutin MR incelemede kullanılan bir başka özel sekans ise Steady-State Free Precession (SSFP) sekansıdır. SSFP sekansı unspoiled sekans olup spoiler gradient kullanılmadığından her TR siklusunda uygulanan RF pulsü bir önceki pulsün neden olduğu rezidü transvers manyetizasyon üzerinde refokus etkisi yaparak eko sinyaline sebep olur. SSFP sekansı için farklı üreticiler tarafından tayin edilmiş birçok akronim bulunmaktadır (GRASS, FISP, FIESTA, balanced FFE, true FISP). Bu sekans T2 ağırlıklı GRE sekansı olup görüntü kontrastı T2/T1 oranı tarafından belirlenir. Kan yüksek T2/T1 oranına sahiptir ve böylece SSFP sekansında parlak olarak görülür (48). GRE sekanslarında kan volümü içerisindeki önceden eksite olmuş spinlerin sinyallerini manyetik alan dışına çıkmadan görüntüleyebilecek kadar hızlı olduğundan, spin eko

sekansının aksine kan akımı yüksek sinyal intensitesinde izlenir. GRE sekansları ile aynı bölge yüksek tekrarlama hızı ile görüntülenebildiğinden ilgili bölgenin sine rekonstrüksiyonları yapılabilir. Böylece 25 ms'n'den daha kısa resim hızında aksiyel, uzun aks, kısa aks ya da istenen herhangi bir planda sine görüntüleme yapılabilir. Bu sayede GRE sekansları türbülant kan akımını (stenoz, geri akım ya da şant nedeniyle oluşmuş) saptamada kullanılabilir ve sine şeklinde tomografik kesitler olarak görüntülendiğinde bu tip lezyonlar kolaylıkla tespit edilir. Bunun dışında sine gradient eko görüntülemeyle sol ve sağ ventrikül fonksiyonları değerlendirilebilir, diyastol sonu ve sistol sonu volümler ölçülebilir (46).

2.6.3. Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntülemeye Prepulslar

Temel puls sekanslarının tümünün süresi gerçek eksitasyon pulsundan önce yollanan bir prepuls ile uzatılabilir. Prepuls bir ya da daha fazla RF pulsundan oluşmakta olup gerçek pulstan daha önce uygulanır. Kontrastı etkilemek ve yağ ya da kandan gelen sinyalleri baskılamak gibi değişik amaçlar için kullanılabilir. 180° pulsu (inversiyon pulsu) T1 kontrastını arttırmada kullanılabilir. Logitudinal manyetizasyon tersine çevrilerek T1 relaksasyon, 90° pulsta olduğu gibi, 0'da değil -1'de başlar. Başka bir ifadeyle, kontrast aralığı 2 kat artar. T1 kontrast gücü inversiyon pulsu ve eksitasyon pulsu arasındaki interval ile kontrol edilebilir. Bu interval "Inversion Time" (TI) olarak bilinir. Ek olarak TI eksitasyon sırasında doku manyetizasyonunun sıfır olduğu bir nokta seçilerek o noktadan gelen sinyal kaybolur. Kısa TI süreleri kullanılarak (short inversion time inversion recovery [STIR] sekansı) yağ sinyali baskılanabilir ya da uzun TI kullanılarak (Fluid-Attenuated Inversion Recovery [FLAIR] sekansı) sıvı sinyali baskılanabilir. Bir inversiyon pulsu temel puls sekanslarının tümü ile kombine edilebilir. Benzer şekilde 90° RF pulsu da kullanılabilir (46).

2.6.4. Kardiyak MRG Teknikleri

2.6.4.1. Kardiyak Tetikleme – Eşleşme:

Diğer görüntüleme modalitelerinde olduğu gibi kardiyak MRG'de de kalbin elektrik aktivitesini kullanarak kardiyak hareketle senkronize veri kazanımı sağlanır.

Güvenilir R dalgası tespiti vektör kardiyogram (VKG) kullanımı ile mümkün olup, VKG prospektif tetikleme ve retrospektif eşleşme için kullanılabilir. Prospektif tetikleme tipik olarak tek faz veri kazanımları için, yani kardiyak siklusun tek bir noktasındaki kalbin statik görüntüsü için kullanılır. Görüntü bilgisi, diyastolde, kalbin göreceli olarak hareketsiz olduğu R dalgasından sonraki spesifik bir intervalde elde edilir. Tek bir kesit için veri toplanması genellikle yaklaşık 10 saniyelik nefes tutmada gerçekleştirilir. Sine MR gibi dinamik bilgi toplandığı durumlarda multi-faz veri kazanımı söz konusudur. Bu durumda genellikle kardiyak siklus boyunca veri kazanımı olur ve VKG retrospektif olarak referans alınarak görüntüler oluşturulur (Retrospektif eşleşme). Bu yöntemde genellikle kardiyak siklus 20- 30 faza bölünür ve her faz için bir imaj oluşturulur. Oluşturulan bu imajlar sine döngü olarak gösterilebilir. Tek kesitlik bir sine döngüsü yaklaşık 10 saniyelik nefes tutulması ile oluşturulabilir (43).

2.6.4.2. Solunumsal Hareketin Kontrolü:

Kardiyak MRG incelemelerinde görüntülerin çoğu, genellikle 10-15 saniye süren nefes tutma sürecinde elde edilir. Genelde, inspiryum sonu nefes tutulması daha komforludur ve daha uzun süreli nefes tutulabilir. Ancak hafif bir ekspiryum sonunda nefes tutulması, kesit uyumsuzluğunu asgariye indirmesi ve ektopiyi provoke etme olasılığının daha az olması nedeniyle daha uygundur. Nefes tutma süresi kısa olan olgularda, oksijen uygulaması faydalı olabilir. Serbest nefesle birlikte navigator eko kullanımı, görüntü elde edilmesinde alternatif bir methodur. Navigator eko, solunumsal hareketi monitörize etmek için genellikle sağ hemidiyafragma üzerine yerleştirilir. Hastaya sürekli ve düzenli olarak nefes alması tembihlenir ve görüntü bilgisi yalnızca önceden hesaplanan pozisyonda (örnek: ekspiryumda) elde edilir (43).

2.6.4.3. Paralel Görüntüleme:

Sensitivity encoding (SENSE) ve Simultaneous Acquisition of Spatial Harmonics (SMASH) olarak bilinen rekonstrüksiyon teknikleri ile daha hızlı görüntüleme yapılabilmektedir. Bu metod multipl RF koiller ve alıcılarının kullanımına

dayanır. Her ikisinde de rekonstrükte görüntüler multipl koil array'den gelen bilgiler kullanılarak elde edilir (49,50).

2.6.4.4. Black-Blood Teknikleri:

Kalp morfolojisi ile ilgili bilgi, kan ve miyokard dokusu arasındaki doğal kontrast nedeniyle, esas olarak kardiyak siklusla eşleşmiş (gated) SE sekansı ile elde edilir (49). Radyofrekans (RF) ile presaturasyon ve echo time (TE)'in kısa tutulması kan sinyallerini minimize eder ve böylece SE'da kontrastı artırır. Ancak kazanım zamanının uzun olması nedeniyle temporal rezolüsyon uzar. Ayrıca solunum ve diğer hareket artefaktları oluşur. Fast spin eko (FSE) veya turbo spin eko (TSE) sekansları görüntüleme süresini kısaltan tekniklerdir. Hızlı görüntüleme sağlamalarına karşın yumuşak doku kontrastı SE tekniklerden biraz düşük olabilir. Hızlı görüntüleme sekansları olan FSE ya da TSE ile inceleme zamanı kısaltılabilmektedir. Bu sekans ile bir ya da daha fazla inversiyon pulsu kullanılarak, ETL (echo train length= bir TR süresinde 180 derece RF pulslar ile kaç defa eko elde edildiğini tanımlar) artırılarak, half-fourier rekonstrüksiyon ve eko-planar teknikler kullanılarak yapılan çeşitli modifikasyonlar vardır. Single-shot FSE (SSFSE) sekansında half-fourier rekonstrüksiyon ile aynı anda uzun echo train kullanılır. Kardiyak görüntülemeye kontrastın artırılması ve bulanıklığın giderilmesi için ETL nin azaltılması, effective TE'nin (ETL nin ortasında bulunan; yani k-space de santrale yerleştirilen ekoyu tanımlar ve oluşturulacak görüntüdeki kontrastı belirleyen ana unsuru oluşturur) düşürülmesi ve kan sinyallerinin süprese edilmesiyle sekans modifiye edilir (49,50).

T2 ağırlıklı inversion recovery (İR) görüntüleme kardiyak morfolojiyi tanımlamada kullanılan bir yöntemdir. Bu teknikte selektif veya nonselektif 180° inversiyon pulsu kullanılır. Daha sonra uzun bir inversiyon zamanı (TI) ile kan sinyalleri yok edilir. Ayrıca ikinci bir 180° inversiyon pulsu yağ sinyallerini yok etmek için kullanılabilir. Buna double (DIR) inversion recovery adı verilir (45,47). Multislice EKG-tetiklemeli SE ile multipl anatomik alandan görüntü elde edilir ve hareket artefaktları önemli ölçüde azaltılır. Farklı anatomik alanlardaki görüntülerin sayısı TE ile bölünmüş R-R intervaline eşittir (RR/TE). SE sekansının dezavantajı her kesitin kardiyak siklusun farklı evrelerinden elde edilmesidir (51). Esas olarak morfolojik görünüm, miyokardial doku karakterizasyonu (kontrastlı ve kontrastsız), sol ventrikül kitlesi, duvar kalınlığı ve ventrikül içi trombus değerlendirmesi için kullanılır. Eko

planar görüntülemeye (EPI) inceleme tek 180° puls sonrası frekans kodlama gradientinin hızla açılıp kapanması ile k-space doldurulmaktadır. İnceleme zamanı birkaç saniyedir (52).

2.6.4.5. Bright-Blood Teknikleri:

Bu teknikler ile morfolojik ve fonksiyonel bilgiler sağlanabilir. Multipl ardışık kesitlerle kardiyak hareketler dinamik olarak izlenebilir. GRE görüntüleme kısa TE ve kısa TR kullanılması nedeniyle kardiyak inceleme için tercih edilen yöntemdir. Time-of-flight etkisi ve ayrıca relatif olarak uzun T2 etkisi nedeniyle kan komşu miyokard ile karşılaştırıldığında parlak görünür. GRE sekansında 90 dereceden küçük açıda tek RF puls ve çok kısa TR değerleri kullanılır. Bu nedenle dokuda her zaman longitudinal magnetizasyonla birlikte transvers manyetizasyon da bulunacaktır. Bu duruma Steady-State Free Precession (SSFP) denmektedir. SSFP'de görüntü kontrastı dokunun T1/T2 oranına bağlıdır. Dokuların T2 sürelerinin farklılığı ön plana çıkmaktadır. Bu teknik ayrıca Balanced Fast Field Echo (BFFE), FIESTA, FISP ve trueFISP olarak da bilinir. SSFP sekansında miyokardiyum ve ventriküler kavite arasındaki kontrast "segmente k-space fast GRE" ile karşılaştırıldığında daha iyidir. Sinyal-gürültü oranı ve kontrast-gürültü oranı konvansiyonel tekniklerle elde edilenlerden daha yüksektir (49,53).

T1 ağırlıklı görüntüler elde etmek için steady-state durumundan kurtulmak gerekir. Bu amaçla protonlar arasında de-phase oluşturularak transvers relaksasyon hızlandırılır. Kullanılan gradiente spoiler gradient, bu yöntemin kullanıldığı GRE sekansına FLASH (fast low angle shot) veya spoiled FLASH denir (53). Kardiyak görüntülemeye EKG tetikleme kullanıldığında, gradient ekolar kardiyak siklus boyunca 20-40 ms aralıklarla ardışık olarak elde edilir. Bir ya da daha fazla kesitte siklusun çok sayıda fazında görüntü elde edilir. Ayrıca bu görüntülerin sine gösterimi yapılabilir. Sine tekniğinin temelinde akım kompensasyonu yapılan GRE sekansı EKG ile senkronize edilir. Kardiyak siklus boyunca bir ya da daha çok kesitten ardışık olarak 20- 30 msn aralıklarla görüntüler elde edilir. Yaklaşık 800 msn'lik R-R intervalinde tek kesitten 40 ardışık görüntü elde edilebilir. Yani her kardiyak siklusun 40 ardışık fazı görüntülenebilir. Ayrıca kesit sayısı artırılarak siklusun 12-20 fazında görüntü elde edilebilir (50).

2.6.5. İskemik Kalp Hastalıklarında MRG Yöntemleri

MRG koroner arter hastalıklarının ve miyokardın değerlendirilmesinde yeni bir yaklaşım kazandırmıştır. Ekokardiyografi ve radyonüklid görüntüleme gibi diğer noninvazif yöntemler iskemik kalp hastalıklarında kullanılmakla birlikte bu yöntemlerin sensitivite ve spesifisite düşüktür ve kesin tanı için çoğunlukla invaziv konvansiyonel koroner anjiyografi gerekmektedir. MRG iskemik kalp hastalıklarında diğer tekniklerle elde edilemeyen değerli bilgileri sağlayabilmektedir. MRG'deki teknik ilerlemeler, yüksek uzaysal çözünürlük ve mükemmel yumuşak doku kontrastı ile miyokardiyal dokunun karakterizasyonuna, üç boyutlu görüntüleme sayesinde sol ventrikül kitle ve volümünün değerlendirilmesine, infarkt alanı ve canlı doku ayırımına, bölgesel duvar hareket bozukluklarının ve sistolik-diyastolik duvar kalınlığının değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Tek bir inceleme ile kardiyak anatomi, perfüzyon, fonksiyon değerlendirmesi ve koroner anjiyografi yapılabilmektedir. Ekstrasellüler kontrast madde verilmesinden sonra yapılan geç kontrastlanma incelemesi miyokard canlılığının değerlendirilmesinde ve cansız dokunun transmural uzanımının gösterilmesinde çok duyarlı bir yöntemdir (54,55).

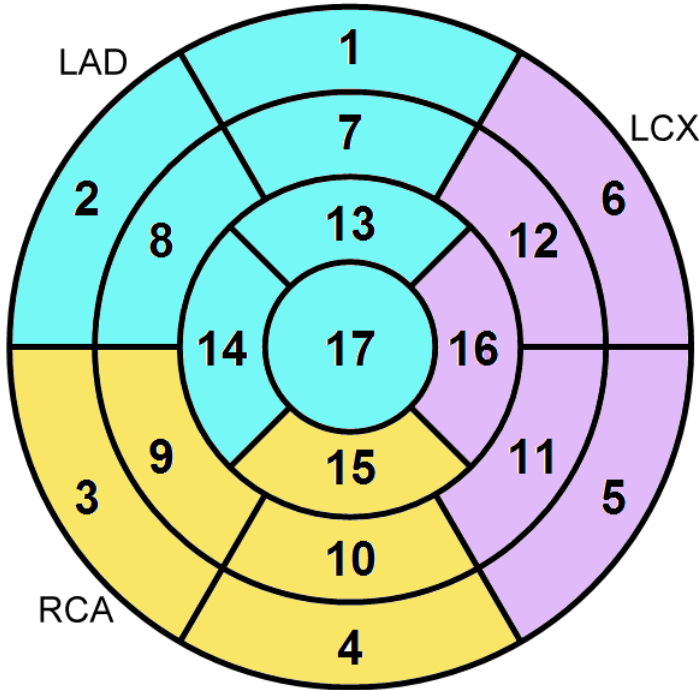
2.6.5.1. Miyokardiyal Perfüzyon

Miyokardiyal iskemi, miyokardiyal perfüzyonun azalması ile karakterizedir. Miyokardiyal kan akımı oksijen ihtiyacı ile direkt ilişkilidir. Kardiyak MR perfüzyon incelemesi ile koroner arter stenozlarının miyokarda yol açtığı kanlanma bozukluğu belirlenebildiği için koroner anjiyografiden daha detaylı bilgi verir. İskeminin başlangıcından sonra perfüzyon defektleri duvar hareket bozukluğundan önce ortaya çıkar. Ayrıca perfüzyon bozukluğu duvar hareket bozukluğundan daha duyarlı bir göstergedir. Klinik olarak rutin miyokardiyal perfüzyon ölçümleri SPECT veya PET ile yapılmaktadır. Ama bu tekniklerin düşük uzaysal rezolüsyona sahip olmaları, iyonize edici radyasyon içermeleri ve subendokardiyal perfüzyon defektlerini saptamada yetersizlikleri önemli dezavantajlarıdır. Miyokardiyal perfüzyonu değerlendirmede MRG, nükleer kardiyoloji testlerine alternatiftir. Her iki yöntem de temelde perfüzyon defektini saptamak için istirahat ve stres altında yapılır. MRG yüksek rezolüsyona sahip olduğu için ekstrasellüler kontrast ajanın miyokardiyuma geçişi izlenebilmektedir. İskemik kalp hastalarında kardiyak MR perfüzyon görüntüleme

güvenle kullanılabilir (56,57). MR'da hasta magnet içinde olduğundan egzersiz stres testinin yapılmasının zorlukları vardır. Bu nedenle miyokardiyal perfüzyon çalışmaları genellikle farmakolojik ajanlarla stres oluşturularak yapılmaktadır (57,58). MRG'de miyokardiyal perfüzyonu değerlendirmek için en sık kullanılan yöntem ekstrasellüler kontrast maddenin ilk geçişi esnasında miyokardiyumun görüntülenmesidir.

Perfüzyon ölçümleri için uygun bir kontrast ajan, yalnızca organ perfüzyonuna bağlı doku konsantrasyonunu göstermeli, sinyal intensitesi lineer olarak artmalı ve yan etkileri olmamalıdır. Kontrast ajanın ilk geçiş kinetiği iskeminin değerlendirilmesine, geç dönemde ise canlılık ve nekrozun değerlendirilmesine olanak sağlar. İskemiye değerlendirmek için Gadolinium kontrast madde (0.025-0.125 mmol/kg) IV yolla verilir. Değerlendirme kontrast maddenin miyokardiyumdan ilk geçişi sırasında görsel olarak ya da sinyal-intensite eğrileri elde edilerek yapılır (58,59). Epikardiyal arter stenozu kan akımının zayıflamasına ve dolayısıyla miyokardiyal perfüzyonun azalmasına neden olur. Etkilenen koroner arterin fonksiyonel önemi istirahat ve stres durumunda (egzersiz ya da farmakolojik stres) miyokardiyal kan akımında oluşan değişikliklerle ilişkilidir. T1 ağırlıklı kontrast maddeli dinamik çekim teknikleri miyokardiyal perfüzyon incelemelerine olanak sağlamaktadır. Paramanyetik ajanların T1 zamanını kısaltması dolayısıyla, T1 ağırlıklı perfüzyon MR çekim tekniklerinde hiperintensite görülür. Ayrıca vazodilatatör stres ajanları kullanılarak perfüzyon defektleri ve perfüzyon rezervi saptanabilmektedir. Normal beslenen miyokarda kontrast maddenin verilmesinden hemen sonra miyokard sinyal intensitesinde artış olur. Ciddi koroner arter stenozu durumunda ilgili arter tarafından beslenen miyokard bölgesinde ise sinyal intensitesi çok düşük olacaktır (56,60). Kontrast maddenin IV enjeksiyonu yapılarak miyokarddan ilk geçiş esnasında dinamik MR inceleme yapılır. Etkilenen koroner arterin beslediği miyokard alanı segmental perfüzyon ile değerlendirilebilir. Amerikan Kalp Birliği'nin (AHA) raporuna göre segmental değerlendirme 17 segment üzerinden yapıldığında ilgili koroner arter sulama alanlarına ait patolojiler ayrıntılı değerlendirilip sınıflanabilir. AHA'nın 17 segment modelinde sol ventrikül, bölgesel fonksiyon ve miyokardiyal perfüzyon analizi için kalp uzun aksına dik, bazal, midventriküler ve apikal olarak isimlendirilen tüm 360° boyunca miyokardı içeren üç halkasal parçaya bölünür. Bazal kısımda sırasıyla 1'den 6'ya kadar numaralandırılan, 60°'lik açılarla bölünmüş bazal anterior, bazal anteroseptal, bazal inferoseptal, bazal inferior, bazal

inferolateral ve bazal anterolateral segmentleri bulunur. Midventriküler kısımda sırasıyla 7'den 12'ye kadar numaralandırılan, 60°'lik açılarla bölünmüş mid anterior, mid anteroseptal, mid inferoseptal, mid inferior, mid inferolateral ve mid anterolateral segmentleri bulunur. Apikal kısımda sırasıyla 13'ten 16'ya kadar numaralandırılan, 90°'lik açılarla bölünmüş apikal anterior, apikal septal, apikal inferior ve apikal lateral segmentleri bulunur. Ventriküler kavitenin sona erdiği kalbin apeksi 17. segment olarak kabul edilmektedir. Şekil 8' de koroner arter sulama alanlarının da gösterildiği 17 segment modeli sematize edilmiştir.



Şekil 8: AHA' nın 17 segment modeli ve koroner arter sulama alanları

Perfüzyon defekti görsel olarak değerlendirilebileceği gibi bilgisayar yardımıyla renk kodlama veya bilgisayar yardımıyla segmental miyokardial perfüzyon eğrileri ile değerlendirilebilir. İskemik segment istirahat durumunda perfüzyon defekti gösterebilir ya da göstermeyebilir. Ama stenotik damar farmakolojik stres altında vasküler çalma fenomeni sonucu nonstenotik damarlardaki kan akımının ve vasküler direncin artması sebebiyle sağlıklı damar gibi yanıt vermeyecektir. Kontrast madde yalnızca ilk geçişte bölgesel kan akımının bir göstergesidir. Sonraki fazlar normal kan akımı olan komşu bölgelerden kontrast maddenin diffüzyonu ile ilgilidir (58).

Kardiyak MR perfüzyon görüntülemenin amacı, kontrast maddenin sol ventriküler miyokardiyumdan ilk geçişi sırasında bir movie oluşturmaktır. Bunun için çeşitli puls sekansları kullanılabilir. Sıklıkla kullanılan sekanslar; steady-state free precession (SSFP), gradient recalled eko ve gradient recalled eko – eko planar görüntüleme hibrid sekanslarıdır. Tüm sekanslar, T1 ağırlığını sağlamak ve miyokardiyal gadolinium konsantrasyonundaki bölgesel farklılıkları belirginleştirmek için saturasyon prepulsu içerir. Görüntüler single- shot modunda elde edildiği için, aynı zamanda uygun sol ventrikül koverajını sağlayan ve hareket artefaktlarını azaltan paralel görüntüleme yöntemi gereklidir. Genellikle, her kalp atımında, 3 ile 5 kısa aks görüntünün elde edildiği miyokardiyal ilk geçişi içeren 40 ile 60 kalp atımlık ardışık görüntüler elde edilir (5).

Kardiyak MR Perfüzyon incelemesinde artefaktlar:

Duyarlılık etkilerinden ve hızlı kardiyak hareketten kaynaklandığı düşünülen artefaktlar, genellikle sol ventrikül kavitesi ile endokard arayüzünde oluşur ve gerçek perfüzyon defektlerini taklit edebilir. Gerçek perfüzyon defektleri ile artefaktları ayırmada yararlı özellikler şu şekilde sıralanabilir.

1- Artefaktlar daha sık olarak faz kodlama doğrultusunda görülürken, gerçek perfüzyon defektleri koroner arteriyel dağılım bölgelerinde izlenir.

2- Artefaktlar geçici olup, kontrast maddenin miyokarddan geçişi sırasında değişken sinyal intensitesi gösterirler. Gerçek perfüzyon defektleri ardışık görüntüler boyunca devam eder ve sinyal intensitesi daha homojendir.

3- Artefaktlar sık olarak hem stres hemde istirahat görüntülerde mevcutken, gerçek perfüzyon defektleri genellikle sadece vazodilatatör stres varlığında izlenir.

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde izlenen eşleşmiş perfüzyon defektlerinin (hem streste hem de istirahatte elde edilen görüntülerde) artefakt olma olasılığı daha yüksek olmakla birlikte, kritik istirahat iskemisinin bulunduğu durumlarda da bu durumun gözlemlenebileceği ortaya konmuştur. Bu durumda artefaktlardan farklı olarak perfüzyon defekti transmural ya da transmurala yakın olarak gözlemlenir, ilk geçiş sürecinin tamamında sebat eder ve aynı lokalizasyonda eşlik eden duvar hareket anormallikleri izlenir (5).

2.7. MR KONTRAST AJANLAR

Kontrast ajanlar, iskemik kalp hastalığı bulunan olguların kardiyak MR incelemelerinde sıklıkla kullanılır. En sık kullanılan kontrast ajanlar, multi dentat ligandla bağlı metal element olan gadolinium şelatlarından oluşur. Gadolinium şelatları, nonspesifik kontrast ajanlar olup, ekstraselüler aralıkta dağılırlar ve böbreklerden değişmeden atılırlar. Gadolinium şelatları dokuların T1 relaksasyon zamanlarını kısaltarak T1 ağırlıklı imajlarda sinyal intensite artışına neden olurlar. Yan etkileri oldukça nadir olup, iyotlu kontrast ajanlara göre daha güvenli oldukları kanıtlanmıştır. Bununla birlikte kullanımlarında bir takım önlemler gereklidir. Gadolinium içeren kontrast ajanlar renal disfonksiyona neden olmazlar, fakat glomerüler filtrasyon hızı 60 ml/dakika'nın altında olan hastalarda, son zamanlarda gözlemlenen nefrojenik sistemik fibrozis birlikteliği nedeniyle kullanımından kaçınılmalıdır. Bunun dışında hemolitik anemili ve orak hücre anemisi olan hastalarda ve gebelerde de kullanılmamalıdır (43).

2.8. FARMAKOLOJİK STRES AJANLAR

Şüpheli koroner arter hastalarında miyokardın iskemiye hassasiyetini ortaya çıkarmak ve gerektiğinde koroner kan akımı rezervini hesaplamak için egzersiz stres testi yapılmaktadır. Sıklıkla kullanılan ajanlar adenozin, dipiridamol, dobutamin ve arbutamindir. Bu ajanların güvenlik profili çok iyidir. Görüntüleme yöntemleriyle birlikte kullanıldığında testin duyarlılığı ve seçiciliği artmaktadır. Adenozin ve dipiridamol vazodilatatör etkileri (hiperemik etki) ile ciddi epikardiyal koroner arter stenozunda miyokardiyal kan akımındaki bölgesel farklılıkları ortaya çıkararak perüzyonun değerlendirilmesinde kullanılırlar. Koroner kan akımını 3-5 kat artırabilirler. Katekolamin olan dobutamin ve arbutamin ise kalp hızını, kan basıncını ve kontraktileti artırır (60,61). İskemiye bağlı duvar hareket bozukluğu oluşturmayı sağlar. Strese bağlı bölgesel sol ventrikül fonksiyon bozukluğu önemli koroner arter darlığı ile ilişkili olup ST-segment depresyonu ve anjina pektoristen önce ortaya çıkar, iskeminin güvenilir ve erken bir işaretidir (62,63).

2.8.1 Farmakolojik Stres Ajan Olarak Adenozin:

Adenozin vücutta doğal olarak bulunan veya ATP hidrolizi sonucu oluşan ve lokal hormon olarak kabul edilen bir maddedir. Koroner arterler dahil farklı organlarda kan akımını regüle eder. Hücre içinde ATP ve S-adenozin homosistein şeklinde bulunur. A1 reseptörleri aktive ederek atriyoventriküler iletimi inhibe eder ve kalp hızının yavaşlamasına yol açar. Aynı reseptörler aracılığı ile bronş kaslarında kasılmaya yol açabilir. A2 reseptörüne etkisi sonucu ise birçok vasküler yatakta vazodilatasyona ve aferent sinir uçlarına etki ederek iskemik ağrı oluşmasına yol açabilir (64). Ayrıca yine A2 reseptörü aktivasyonu ile antitrombotik etki gösterir (65). Farmakolojik stres testinde 140 µg/kg/dk dozunda 4-6 dakika sürede verilmektedir. Hipotansiyon, flushing, bronkospazm, dispne, göğüs ağrısı, başağrısı, bulantı, sersemlik ve bradikardi gibi yan etkileri ortaya çıkabilir. Bunların çoğu çok kısa sürelidir ve tedavi gerektirmez (64,65).

Adenozin kullanımının kontrendikasyonları:

Mutlak kontrendikasyonları:

- 1- Aktif bronkospazm
- 2- İkinci ve üçüncü derece atrioventriküler blok
- 3- Hipotansiyon (sistolik kan basıncı <90 mmHg)
- 4- Son 24 saat içinde dipiridamol alımı (eğer hastaya adenozin verilecek ise)
- 5- Anstabil anjina pectoris
- 6- Karotid arter stenozu

Relatif kontrendikasyonları:

- 1- Reaktif solunum yolu hastalıkları
- 2- Hasta sinüs sendromu
- 3- Ciddi sinüs bradikardisi (66,67).

Adenozin kullanımı sırasında ciddi yan etki oluşması durumunda adenozin reseptör antagonisti olan teofilin veya aminofilin (250 mg İV yavaş infüzyon) kullanılır. Kafein ve teofilin adenozin reseptör antagonisti olduklarından stres testinden önce

son 24-48 saat içerisinde kullanılmamalıdır (61). Adenozinin yarılanma ömrü ise 10 saniye kadardır (66).

2.9. KATETER KORONER ANJİYOĞRAFI:

Kateter koroner anjiyografi; koroner arterlerin görüntülenmesinde invaziv bir işlem olmasına, hastanede yatış süreci gerektirmesine ve az da olsa damar duvarında hasara neden olabilmesine rağmen günümüzde kullanılan altın standart bir yöntemdir. Tanısal değerlendirmenin yanı sıra girişimsel uygulamalara da imkan sağlayan bu yöntem üzerinde zaman içerisinde büyük bilgi ve tecrübe birikimi meydana gelmiştir.

Kateter koroner anjiyografi periferik bir arterden yerleştirilen kateterlerin koroner arterlerin orijinine kadar ilerletilmesi ve kateter içerisinden verilen radyopak maddeler ile x-ray altında koroner arter lümen anatomisinin radyografik olarak görüntülenmesi yöntemidir (68). Sol ve sağ koroner arterler ile sol ventrikülün kateterizasyonunun kolaylıkla yapılabilmesi amacı ile, her biri için ayrı, önceden şekil verilmiş muhtelif kateterler mevcuttur. Bunlar içerisinde en yaygın (>%90) kullanılanı "Judkins" kateterleridir.

Kateter koroner anjiyografi 1959'dan beri koroner arter görüntülemesinde altın standarttır (69). Anjioplasti, intrakoroner stent yerleştirilmesi ve intrakoroner lizis gibi farklı tedavi seçenekleri ile birlikte kullanılabilir (69). Kateter koroner anjiyografide kontrast madde bolus olarak doğrudan koroner arter içine verilir ve saniyede 60 görüntü elde edilir. Geometrik rezolusyonu yaklaşık milimetrede 5 çizgi çiftidir (70). Radyasyon ekspozuru tanısal işlemlerde yaklaşık 5 mSv olup girişimsel işlemlerde ise yaklaşık 15 mSv'dir. Kateter koroner anjiyografi invaziv bir işlem olup komplikasyon yaklaşık % 0.08 oranında izlenir ve acil cerrahi girişim gerektirebilir (69). İşlemle ilgili mortalite oranı; % 0.15, morbidite oranı ise % 1,5'dir (71).

Kateter koroner anjiyografi koroner arterlerin intralüminal değerlendirmesini sağladığı için kısıtlı bir değerlendirme değildir ve koroner arter duvarları doğrudan gözlenemez. Bu işlem lümen daralması oluşmadan önceki erken koroner arter hastalığı hakkında da bilgi vermez (69).

Kateter koroner anjiyografi koroner arter hastalığı varlığında lümen çapını, stenoz miktarını ve lümen düzensizliğini yüksek rezolüsyon ile gösterir. Ancak aterosklerotik plağın; rüptür eğilimi, histopatolojik özellikleri ve kompozisyonu

hakkında bilgi vermez. Ayrıca kateter koroner anjiyografi plak rüptürü, lüminal tromboz ve kalsifikasyon hakkında da bilgi vermez. Stenoz miktarı stenotik segmentin normal segmente oranlanması ile belirlenir, ancak diffüz aterosklerotik koroner arter hastalığında normal segmentin olmaması durumunda stenoz miktarı normalin altında tahmin edilebilir. Ek olarak plaklar lümen dışına doğru yer değiştirdiğinde lümen çapı önemli koroner arter hastalığına rağmen normal izlenebilir (71).

2.10. MULTİDEDEKTÖR BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (MDBT):

Multidedektörlü tarayıcılar en basit şekliyle ilk kez 1992'de geliştirilmiştir. Bu cihaz, iki dedektörlü bir spiral tarayıcıdır. Sonraki yıllarda geliştirilen cihazların kesit sayısının artırılmasıyla günümüzde 256 dedektörlü tarayıcılar kullanıma girmiştir. X ışın kaynağı ve dedektörler, gantri adı verilen daire şeklindeki yapının içinde yer alır. Gantrinin içerisinde bulunan tüp ve dedektör sistemi hastanın çevresinde döner. Masa, gantri eksenini boyunca sabit bir hızla hareket eder. X ışını kaynaktan çıkarak hastaya gelir ve hastayı geçtikten sonra dedektörler tarafından algılanarak helikal projeksiyon serileri meydana gelir.

MDBT cihazlarındaki dedektör dizini, eşit genişlikteki bir dedektör tasarımında bütün kesit kalınlıklarını içerecek şekilde düzenlenmiştir. Tek dedektörlü cihazlarda etkin kesit kalınlığı kolimasyon ile belirlenirken MDBT ise kesit kalınlığı, dedektör konfigürasyonu ve rekonstrüksiyonu metodu ile belirlenir.

MDBT'nin tek kesitli spiral BT'ye göre bir takım avantajları bulunmaktadır. Bu avantajlar, tetkikin tanısal doğruluğunu artıracak şekilde görüntülerin uzaysal temporal ve kontrast çözünürlüğüne katkıda bulunur (72).

MDBT nin avantajları;

- Yüksel temporal çözünürlük: Daha az hareket artefaktı ortaya çıkar ve nefes tutma süresi kısaldır. Temporal çözünürlüğün belirleyicileri gantri dönüş hızı ve rekonstrüksiyon algoritmasıdır (73).

- Z ekseninde yüksek uzaysal çözünürlük: İnce kesitler z eksenindeki çözünürlüğü artırır, parsiyel hacim etkilerini azaltır ve tanısal doğruluğu yükseltir. Longitudinal z eksen rezolüsyonunu belirleyenler ise fokal spot boyutu, dedektör yüksekliği, kolimasyon ve rekonstrüksiyon algoritmasıdır. Kalsiyum skorlama gibi incelemeler için yüksek bir longitudinal uzaysal çözünürlük gerekmez ve çekim biraz daha büyük kolimasyon ile yapılabilir. İnce kesitlerden kalın kesitleri rekonstrükte

etmek hemen her zaman mümkündür ancak ince kesitler daha fazla radyasyon ekspozuru gerektirir. MDBT koroner anjiyografi için submilimetrik uzaysal rezolüsyon gereklidir. Çünkü sol ana koroner arter 4mm, sağ ana koroner 3mm, distal sol anterior inen arter ve sirkumfleks arter 1mm çapa sahiptir. Bu nedenle görüntüler en iyi uzaysal çözünürlükte elde edilmelidir (74).

- İnvasküler kontrast maddenin konsantrasyonunda artma: Tarama daha hızlı yapıldığı için MDBT çekimlerinde kontrast madde daha yüksek bir hızla uygulanabilir. Böylece arterler, venler ve zengin kan akımına sahip patolojiler (anevrizmalar, hipervasküler tümörler, aktif kanama gibi) daha iyi fark edilirler. Ayrıca arteriyel ve venöz fazlar daha kolay ayırt edilebilir.

- Görüntü gürültüsünde azalma: MDBT cihazlarındaki yüksek tüp akımı, gürültüyü azaltarak görüntü kalitesini artırır.

- Etkin X ışın tüpü kullanımı: Kısa tetkik süresi, X ışının tüpünde oluşan ısınmayı azaltır. Böylece tetkikler arasında bekleme azalır.

- Daha uzun görüntüleme alanı: MDBT'de her bir dönüşte çok sayıda dedektörün aynı anda görüntü alması ve gantri dönüşünün daha hızlı olması sayesinde daha uzun anatomik bölgeler görüntülenebilir.

MDBT koroner anjiyografi uygulamaları kesin bir endikasyon olmamasına rağmen günümüzde şu amaçlara yönelik yapılmaktadır: Aterosklerotik plakların tespitinde, koroner arter stenozunun derecelendirilmesinde, koroner arter by-pass greftlerinin kontrolünde, stentlerin lümen açıklığının kontrolünde, kateter anjiyografide kesin bir karar verilemediği durumlarda tamamlayıcı tetkik olarak, koroner arter anatomisinin, varyasyonlarının, anomalilerinin değerlendirilmesinde ve aorto-ostial lezyonların tespitinde kullanılmaktadır.

MDBT koroner anjiyografinin kontrendikasyonları arasında; bilinen kontrast madde alerjisi, böbrek fonksiyon bozukluğu (serum kreatinin düzeyinin 1.5mg/dl'nin üzerinde olması), gebelik, solunum sıkıntısı, genel durum bozukluğu, beta bloker kullanımının kontrendike olduğu durumlar (sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonununun %30 'un altında olması, bronşial astım hikayesi, atriyoventriküler iletim bloğu) bulunmaktadır (75).

3. GEREÇ YÖNTEM:

3.1. HASTA SEÇİMİ:

Çalışma için Aralık 2009 – Kasım 2010 tarihleri arasında Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi Radyoloji Anabilim Dalı'nda kardiyak MR perfüzyon incelemesi yapılan hastalar tespit edildi. Bunlar arasından MR perfüzyon incelenmesini takiben bir ay içerisinde kateter koroner anjiyografi uygulanmış ya da koroner BT anjiyografi incelemesi bulunan olgular çalışmaya dahil edildi. Bu kriterlere uygun toplam 31 hasta bulunmaktaydı. Bu hastaların kardiyak MR perfüzyon sonuçları, kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi bulguları ile karşılaştırılarak retrospektif olarak değerlendirildi.

3.2 HASTA HAZIRLIĞI:

Tüm olgular standart olarak, MR tetkiki için kontrendikasyon oluşturan klostrofobi, kardiyak pacemaker, MRG uyumluluğu bulunmayan cerrahi klip materyali ve protez açısından taranmıştır. MR perfüzyon incelemesi hastalara 12 saat açlık sonrası yapılmıştır. Tetkik öncesi (yaklaşık 24 saat), varsa hastaların kullandıkları kalsiyum kanal blokleri, beta bloker, nitrat gibi kalp ilaçları ve yaklaşık 12 saat öncesinde kafein içeren yiyecek ve içecekler adenozeine maksimal vazodilatör yanıtı almak için kesilmiştir. Adenozin kullanımının kontrendike olduğu durumlar (belirgin valvüler stenoz, anstabil anjina, obstrüktif akciğer hastalığı, önceki 3 gün içerisinde geçirilmiş miyokard enfarktüsü öyküsü, ciddi arteriyel hipertansiyon) dışlanmıştır. Her olgudan aydınlatılmış onam formu alınmıştır. Tüm hastalara tetkik süresince adenozinin olası yan etkilerine karşı dış anestezi ekibi refakat etmiştir.

3.3 KARDİYAK MR PERFÜZYON TETKİKİ:

Çalışmamız retrospektif olmakla birlikte, tüm hastalarda adenozin infüzyon stres kardiyak MR perfüzyon incelemesinin standart sekansları kullanılmıştır.

Hastaların MR incelemeleri, 1,5 Tesla MRG cihazı (Philips Intera Achieva; Philips Medical Systems, Hollanda) ile yapılmıştır. Olgular supin pozisyonda, EKG ve respiratuar ped kullanılarak, beş fazlı “phased array” kardiyak koil kalp lokalizasyonuna gelecek şekilde göğüs ön duvarına yerleştirilmiştir. Görüntülerin oluşturulmasında ilk olarak, Single Shot Balanced TFE sekansı ile, her ortogonal plan (koronal, aksiyal ve sagittal) için 20 tane olmak üzere toplam 60 kesitlik kardiyak

survey görüntüleme yapılmıştır. Survey görüntülerden aksiyal düzlemde mitral kapak ile apeks arasında oluşturulan plan ile, hastaya nefes tutturularak, Balanced TFE sekansında uzun aks iki odacık sine görüntüler elde edilmiştir.

Uzun aks iki odacık sine görüntüler ve aksiyal plandaki survey görüntüler kılavuzluğunda sol ventrikül uzun aksına dik, kısa ekseninde sol ventrikül bazalinden, midventriküler düzeyden ve apeksten geçen toplam 3 – 4 kesitlik miyokard perfüzyon dinamik görüntü planlaması yapılmıştır.

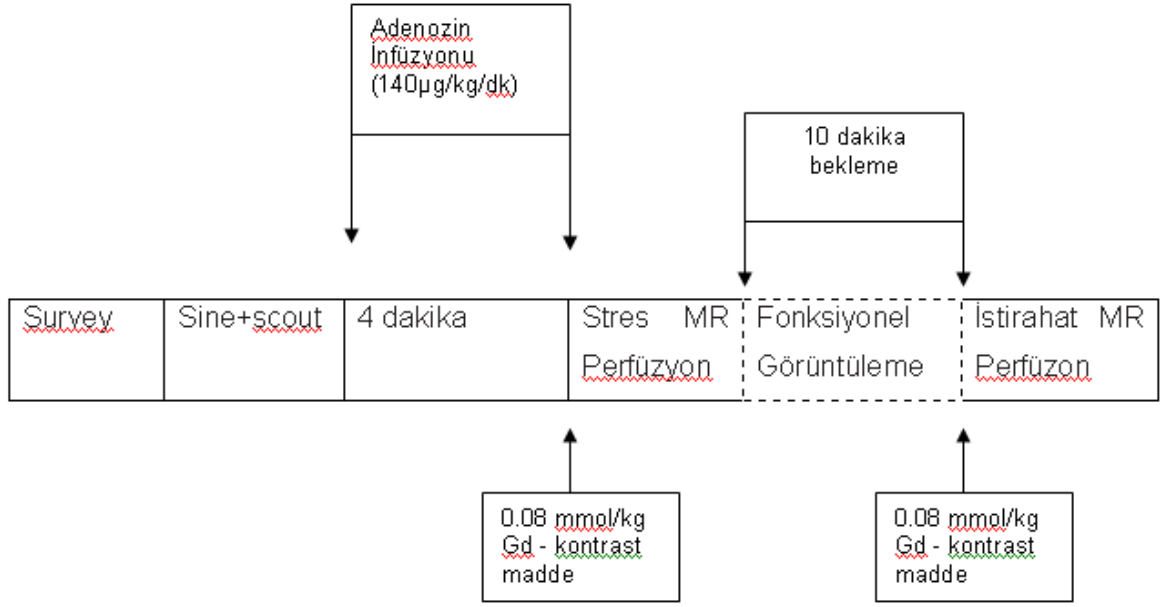
Stres incelemede vazodilatör ajan olarak IV yolla 140 mikrogram/kg/dakika dozda ve 4 dakikalık sürede adenosin (Adenosin-L.M., Apoteket AB, İsveç) infüzyonu kullanılmıştır. Dördüncü dakikanın sonunda 0.08 mmol/kg gadobutrol (Gadovist, Bayer Schering, Almanya) ve ardından 20-50 ml serum fizyolojik (4-5 ml/saniye hızla) IV olarak bolus tarzda verilmiştir. Bu esnada sol ventrikül uzun aksına dik kısa ekseninde 10 mm kesit kalınlığı ve 10 mm kesit aralığı ile, sol ventrikül bazalinden, midventriküler düzeyden ve apeksten geçen toplam 3 – 4 kesitin her kalp atımında görüntülediği, kontrast maddenin miyokardiyal ilk geçişini içeren 60 kalp atımlık Balanced TFE sekansı ile dinamik sine görüntüler elde edilmiştir. Balanced TFE sekansı için görüntüleme parametreleri: TR: 2.4 ms, TE: 1.2 ms, Flip Angle: 50 derece, FOV: 350-400 mm, Matriks: 128 x 256, Sense Faktörü: 2, Kesit Kalınlığı: 10 mm ve Kesitler Aralığı: 10 mm olarak belirlenmiştir. Görüntü kalitesinin iyi olması için hastaların dinamik inceleme sırasında ekspiryum sonunda nefes tutmaları istenmiştir. Balanced TFE sekansı çekim parametreleri Tablo 2'de özetlenmiştir.

TR	2.4 ms
TE	1.2 ms
EĞME AÇISI (FLIP ANGLE)	50°
FOV	350-400 mm
MATRİKS	128 x 256
KESİT KALINLIĞI	10 mm
KESİTLER ARASI ARALIK (GAP)	10 mm
SENSE FAKTÖRÜ	2
KARDİYAK FAZ	60

Tablo 2: Balanced TFE sekansı görüntüleme parametreleri.

Gadoliniumun kan havuzundan yeterli ölçüde temizlenmesi için gerekli 10 dakikalık süre sonrasında adenozin infüzyonu yapılmadan aynı parametrelerle, istirahatte, dinamik sine görüntüler tekrar edilmiştir. 10 dakikalık bekleme süresinde kısa aksta tüm sol ventrikülü içeren SSFP sekansında sine görüntüler (fonksiyonel görüntüleme) elde edilmiştir.

Çalışmamızda uyguladığımız miyokard perfüzyon MR tetkik protokolü Şekil 9'da özetlenmiştir.



Şekil 9: Çalışma protokolünün şematik çizimi.

3.4. GÖRÜNTÜ ANALİZİ:

Kardiyak MR perfüzyon incelemeleri, koroner arter sulama alanlarına göre biri kardiyak görüntüleme konusunda deneyimli iki radyolog tarafından, ayrı ayrı, kateter koroner anjiyografi ve koroner BT anjiyografi tetkik sonuçlarından habersiz, retrospektif olarak değerlendirildi ve perfüzyon defekti bulunup bulunmadığı kaydedildi. Perfüzyon defekti, erken miyokardiyal sinyal artışında normal miyokarda oranla hipointens görülen subendokardiyal sahalar olarak tanımlandı. Sonuçları uyumsuz olgular iki radyolog tarafından birlikte tekrar değerlendirilerek, ortak bir konsensus oluşturuldu. Kardiyak MR perfüzyon sonuçları daha sonra olguların kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi sonuçları ile karşılaştırıldı. Koroner BT anjiyografi ve kateter koroner anjiyografi tetkikinde saptanan %70 ve üzeri darlıklar anlamlı darlık yönünden pozitif olarak kabul edildi.

3.5. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ:

Kardiyak MR perfüzyon incelemesi bulunan 31 hastanın 21'inin kateter koroner anjiyografi, 10'unun koroner BT anjiyografi tetkiki mevcuttu. Kateter koroner anjiyografi tetkiki bulunan 21 hastanın dosyaları taranarak anjiyografi raporları elde edildi. Koroner BT anjiyografi tetkiki bulunan 10 hastanın tetkik sonuçlarına Radyoloji Anabilim Dalında bulunan hasta görüntü ve rapor arşiv sisteminden ulaşıldı. Kardiyak MR perfüzyon incelemesi bulunan 31 hastanın kardiyak MR perfüzyon inceleme sonuçları tüm olgular için ve koroner arter sulama alanları göz önüne alınarak, kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi sonuçları ile karşılaştırıldı.

3.6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

İstatistiksel analiz, Windows için SPSS (versiyon 15.0) istatistik yazılımı ile yapıldı. Kardiyak MR perfüzyon incelemesi sonuçları ve kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi sonuçları altın standart olarak kabul edilerek perfüzyon defekti varlığı açısından, tüm koroner arter sulama alanları için olgu bazında ve her bir koroner arter sulama alanı için ayrı ayrı karşılaştırılarak, duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü ve negatif öngörü değerleri saptandı. Yine kardiyak MR perfüzyon incelemesi sonuçları ile kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi sonuçları arasında tüm koroner arter sulama alanları ve her bir koroner arter sulama alanı için, tanısal farklılığı değerlendirmede Mc Nemar testi ve incelemeler arasında uyumu değerlendirmek için Kappa testi uygulandı. Mc Nemar testi için p değeri < 0.05 anlamlı olarak kabul edildi.

Kappa değeri için; ≤ 0.20 kötü, 0.21 - 0.40 zayıf, 0.41 - 0.60 orta, 0.61 - 0.80 iyi ve 0.81 - 1.00 mükemmel uyum olarak kabul edildi.

4. BULGULAR:

Çalışmaya dahil edilen 31 hastanın demografik verileri değerlendirildiğinde; 25'inin (%80.6) erkek, 6'sının (%19.4) kadın olduğu görüldü. En genç hasta 22, en yaşlı hasta 82 yaşındaydı. Ortalama hasta yaşı 55.6 olarak bulundu. Olguların cinsiyet ve yaş ortalamaları Tablo 3'te sunulmuştur.

Cinsiyet	Hasta Sayısı	Yaş Aralığı	Yaş Ortalaması
Kadın	6 (%19.4)	22 - 82	55.5
Erkek	25 (%80.6)	41 - 76	56.7
Toplam	31 (%100)	22 - 82	56.4

Tablo 3: Olguların yaş ve cinsiyetlerine göre dağılımı

Hastaların tümünün ortak yakınması göğüs ağrısıydı. Hastaların kardiyak MR perfüzyon incelemeleri ile kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi tetkikleri arasında geçen süre 0 - 18 gün (bir olguda kardiyak MR perfüzyon tetkiki ve koroner BT anjiyografi tetkiki aynı gün yapılmıştı) olarak tespit edildi. İki tetkik arası geçen ortalama süre 4.2 gündü.

Hastalardan 2'sinde geçirilmiş koroner arter by-pass operasyonu öyküsü bulunmaktaydı. Olgulardan 9'unda önceden uygulanmış 10 düzeyde koroner arter stenti mevcuttu. Bunlardan 8 olguda stentler LAD arterde ve 1 olguda RCA ve CX arterlerdeydi. Stentli 5 olguda darlık ya da oklüzyon mevcuttu. Bunlardan 1 olguda (olgu 6) LAD arter stentinde oklüzyon, 1 olguda (olgu 21) RCA arter stentinde %50 darlık, diğer 3 olguda (olgu 19, olgu 22 ve olgu 23) LAD arter stentinde %70 darlık saptandı. Diğer stent uygulanmış olgularda stent iç lümen patentti.

Çalışmamızda her bir hastanın MR perfüzyon görüntüleri LAD arter, CX arter ve RCA miyokardiyal sulama alanları olarak ayrı ayrı değerlendirildi. Toplam 93 miyokardiyal sulama alanı değerlendirildiğinde 32'sinde perfüzyon defekti saptandı.

Otuzbir hastanın 20'sinde kardiyak MR perfüzyon incelemesinde en az bir koroner arter sulama alanında perfüzyon defekti saptandı. En az bir koroner arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanan bu olgulardan 5'inde LAD arter, CX arter ve RCA olmak üzere her üç sulama alanında, 1'inde LAD arter ve RCA olmak üzere iki sulama alanında, 1'inde LAD arter ve CX arter olmak üzere iki sulama alanında, 1'inde sadece CX arter sulama alanında ve geriye kalan 12'sinde sadece LAD arter sulama alanında perfüzyon defektleri görüldü.

Perfüzyon defekti izlenen 20 hastanın 18'inde kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi incelemesinde LAD, CX ve RCA olmak üzere koroner arterler veya dallarından en az birinde %70 ve üzerinde darlık vardı. Geriye kalan 2 olgudan birinde (olgu 10) kateter koroner anjiyografide koroner arter darlığı saptanmadı. Diğer olguda (olgu 30) koroner BT anjiyografi incelemesinde koroner arter darlığı saptanmadı, ancak LAD arter orta segmentte miyokardiyal köprüleşme varlığı dikkati çekti.

Koroner arterler ve sulama alanlarına göre yapılan değerlendirmede, LAD arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanan toplam 19 olgunun 17'sinde kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi incelemesinde LAD arter veya dallarında %70 ve üzerinde darlık/oklüzyon saptandı. Bu olgulardan 3'ü stent içi olmak üzere 7'sinde (olgu 1, olgu 7, olgu 14, olgu 19, olgu 22, olgu 23 ve olgu 28) %70 darlık, 3'ünde (olgu 12, olgu 18, olgu 20) %80 darlık, 3'ünde (olgu 8, olgu 9, olgu 17) %90 darlık, 2'sinde (olgu 13 ve olgu 22) %95 darlık ve 2'sinde (olgu 11 ve olgu 24) oklüzyon mevcuttu. LAD arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanan diğer iki olgu, yukarıda bahsedilen 10 ve 30 no'lu olgulardı. CX arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanan toplam 7 hastada da kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi incelemesinde CX arter veya dallarında %70 ve üzerinde darlık/oklüzyon saptandı. Bu olgulardan 1'inde (olgu 22) %70 darlık, 1'inde (olgu 18) %80 darlık, 2'sinde (olgu 1 ve olgu 21) %90 darlık, 2'sinde (olgu 11 ve olgu 24) %95 darlık ve 1'inde (olgu 8) oklüzyon mevcuttu. RCA sulama alanında perfüzyon defekti saptanan toplam 6 hastada da kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi incelemesinde RCA veya dallarında %70 ve üzerinde darlık/oklüzyon saptandı. Bu olgulardan 1'inde (olgu 1) %70 darlık, 1'inde (olgu 8) %80 darlık, 1'inde (olgu 17) %90 darlık, 1'inde (olgu 22) %95 darlık, 1'inde (olgu 24) %99 darlık, 1'inde (olgu 11) oklüzyon mevcuttu. Kardiyak MR perfüzyon defekti saptanan olguların koroner arter sulama alanlarına göre dağılımı ve kateter koroner anjiyografi ve koroner BT anjiyografi tetkiklerinde saptanan darlık miktarları Tablo 4'te sunulmuştur.

Olgu no	Kardiyak MR perfüzyon defekti			KKA veya BTA koroner arter darlığı		
	LAD Koroner Arter Sulama Alanı	CX Koroner Arter Sulama Alanı	RCA Sulama Alanı	LAD Koroner Arter Veya Dalları	CX Koroner Arter Veya Dalları	RCA Veya Dalları
1	+	+	+	%70	%90	%70
6	+	-	-	%100*	-	-
7	+	-	-	%70	-	-
8	+	+	+	%90	%100	%80
9	+	-	-	%90	-	-
10	+	-	-	-	-	-
11	+	+	+	%100	%95	%100
12	+	-	-	%80	-	-
13	+	-	-	%95	-	-
14	+	-	-	%70	-	-
17	+	-	+	%90	%30	%90
18	+	+	-	%80	%80	-
19	+	-	-	%70*	-	-
20	+	-	-	%80	-	-
21	-	+	-	-	%90	%50*
22	+	+	+	%95	%70	%95
23	+	-	-	%70*	%20	-
24	+	+	+	%100	%95	%99
28	+	-	-	%70	-	%20
30	+	-	-	-**	-	-

Tablo 4: Kardiyak MR perfüzyon tetkikinde perfüzyon defekti saptanan olguların dağılımı ve koroner arterlerde saptanan darlık derecesi. KKA: Kateter Koroner Anjiyografi; BTA: Koroner BT Anjiyografi; LAD: Sol Anterior Dessenan Arter; CX: Sirkümfleks Arter; RCA: Sağ Koroner Arter; *: Stent İçi Darlık

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde perfüzyon defekti saptanmayan 11 hastadan 1'inde (olgu 15) LAD arter D1 dalında %90 darlık saptandı. Bu olguda LAD arter distalinde de %60 ve RCA proksimalde %30 darlıklar bulunmaktaydı. MR perfüzyon görüntülerinde hiçbir alanda defekti olmayan diğer 10 hastanın ve bir veya

daha fazla perfüzyon defekti bulunan hastaların miyokardiyal perfüzyonu normal olan sulama alanları ile ilgili koroner arterlerinde %70 ve üzerinde darlık saptanmadı. Sadece 5 olguda ilgili koroner arter veya dallarında % 50'ye varan (olgu 2'de RCA' da % 30, olgu 15'te RCA'da %30, olgu 17'de CX arterde %30, olgu 21'de RCA'da stent içi %50 ve olgu 28'de RCA'da %20) darlık vardı.

Koroner arter sulama alanlarından en az birinde perfüzyon defekti saptanması ile koroner arter veya dallarında %70 ve üzeri darlık/oklüzyon bulunması arasında, kardiyak MR perfüzyon tetkiki ile anjiyografi (KKA veya BTA) tetkiki arasında yapılan karşılaştırmalı değerlendirmede, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin %70 ve üzeri darlık/oklüzyonu saptamadaki duyarlılığı %94.7, seçiciliği %83, doğruluğu %90.3, pozitif öngörü değeri %90, negatif öngörü değeri %90.9 olarak bulundu. İki yöntem arasında tanısal farklılığı değerlendirmek için yapılan Mc Nemar testinde anlamlı fark saptanmadı (p değeri > 0.05). İki inceleme arasında uyumu değerlendirmek için yapılan Kappa testinde κ değeri 0.79 olarak bulundu ve iki inceleme arasında iyi derecede uyum olarak kabul edildi. Tüm sulama alanları için olguların kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA -BTA sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi Tablo 5'te sunulmuştur.

		KKA-BTA Tetkiki (Koroner Arter Darlık Derecesi)		Toplam
		≥%70	%0 - %70	
Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki (Tüm SA'ları)	Perfüzyon Defekti (+)	18 (% 90)	2 (%10)	20 (%100)
	Perfüzyon Defekti (-)	1 (%9.1)	10 (%90.9)	11 (%100)
Toplam		19 (%61.3)	12 (%38.7)	31 (%100)

Tablo 5: Tüm sulama alanları için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması. KKA: Kateter koroner anjiyografi. BTA: Koroner BT anjiyografi. SA: Sulama alanı

LAD arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanması ile LAD arter veya dallarında %70 ve üzeri darlık/oklüzyon bulunması arasında, kardiyak MR perfüzyon tetkiki ile anjiyografi (KKA veya BTA) tetkiki arasında yapılan karşılaştırmalı değerlendirmede, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin %70 ve üzeri darlık/oklüzyonu saptamadaki duyarlılığı %94.4, seçiciliği %84.6, doğruluğu %90.3, pozitif öngörü değeri %89.4, negatif öngörü değeri %91.6 olarak bulundu. İki yöntem arasında tanısal farklılığı değerlendirmek için yapılan Mc Nemar testinde anlamlı fark saptanmadı (p değeri > 0.05). İki inceleme arasında uyumu değerlendirmek için yapılan Kappa testinde κ değeri 0.80 olarak bulundu ve iki inceleme arasında iyi derecede uyum olarak kabul edildi. LAD arter sulama alanı için olguların kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA-BTA sonuçlarının karşılaştırılması değerlendirilmesi Tablo 6'da sunulmuştur.

		KKA-BTA Tetkiki (LAD Arter Darlık Derecesi)		Toplam
		≥ 70	%0 - %70	
Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki (LAD Arter SA)	Perfüzyon Defekti (+)	17 (%89.5)	2 (%10.5)	19 (%100)
	Perfüzyon Defekti (-)	1 (%8.3)	11 (%91.7)	12 (%100)
Toplam		18 (%58.1)	13 (%41.9)	31 (%100)

Tablo 6: LAD arter sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması. KKA: Kateter koroner anjiyografi. BTA: Koroner BT anjiyografi. SA: Sulama alanı

CX arter sulama alanında perfüzyon defekti saptanması ile CX arter veya dallarında %70 ve üzeri darlık /oklüzyon bulunması arasında, kardiyak MR perfüzyon tetkiki ile anjiyografi (KKA veya BTA) tetkiki arasında yapılan karşılaştırmalı değerlendirmede, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin %70 ve üzeri darlık/oklüzyonu saptamadaki duyarlılığı %100, seçiciliği %100, doğruluğu %100, pozitif öngörü değeri %100, negatif öngörü değeri %100 olarak bulundu. İki yöntem arasında tanısal farklılığı değerlendirmek için yapılan Mc Nemar testinde anlamlı fark

saptanmadı (p değeri > 0.05). İki inceleme arasında uyumu değerlendirmek için yapılan Kappa testinde κ değeri 1.00 olarak bulundu ve iki inceleme arasında mükemmel derecede uyum olarak kabul edildi. CX arter sulama alanı için olguların kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA-BTA sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi Tablo 7’de sunulmuştur.

		KKA-BTA Tetkiki (CX Arter Darlık Derecesi)		Toplam
		$\geq\%70$	$\%0 - \%70$	
Kardiyak Perfüzyon Tetkiki (CX Arter SA)	Perfüzyon Defekti (+)	7 (%100)	0 (%0)	7 (%100)
	Perfüzyon Defekti (-)	0 (%0)	24 (%100)	24 (%100)
Toplam		7 (%22.6)	24 (%72.4)	31 (%100)

Tablo 7: CX arter sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması. KKA: Kateter koroner anjiyografi. BTA: Koroner BT anjiyografi. SA: Sulama alanı

RCA sulama alanında perfüzyon defekti saptanması ile RCA veya dallarında $\geq\%70$ ve üzeri darlık/oklüzyon bulunması arasında, kardiyak MR perfüzyon tetkiki ile anjiyografi (KKA veya BTA) tetkiki arasında yapılan karşılaştırmalı değerlendirmede, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin $\geq\%70$ ve üzeri darlık/oklüzyonu saptamadaki duyarlılığı $\%100$, seçiciliği $\%100$, doğruluğu $\%100$, pozitif öngörü değeri $\%100$, negatif öngörü değeri $\%100$ olarak bulundu. İki yöntem arasında tanısal farklılığı değerlendirmek için yapılan Mc Nemar testinde anlamlı fark saptanmadı (p değeri > 0.05). İki inceleme arasında uyumu değerlendirmek için yapılan Kappa testinde κ değeri 1.00 olarak bulundu ve iki inceleme arasında mükemmel derecede uyum olarak kabul edildi. RCA sulama alanı için olguların kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA-BTA sonuçlarının karşılaştırmalı değerlendirmesi Tablo 8’de sunulmuştur.

		KKA-BTA Tetkiki (RCA Darlık Derecesi)		Toplam
		≥%70	%0 - %70	
Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki (RCA SA)	Perfüzyon Defekti (+)	6 (%100)	0 (%0)	6 (%100)
	Perfüzyon Defekti (-)	0 (%0)	25 (%100)	25 (%100)
Toplam		6 (%100)	25 (%0)	31 (%100)

Tablo 8: RCA sulama alanı için kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile KKA - BTA sonuçları ile karşılaştırılması. KKA: Kateter koroner anjiyografi. BTA: Koroner BT anjiyografi. SA: Sulama alanı

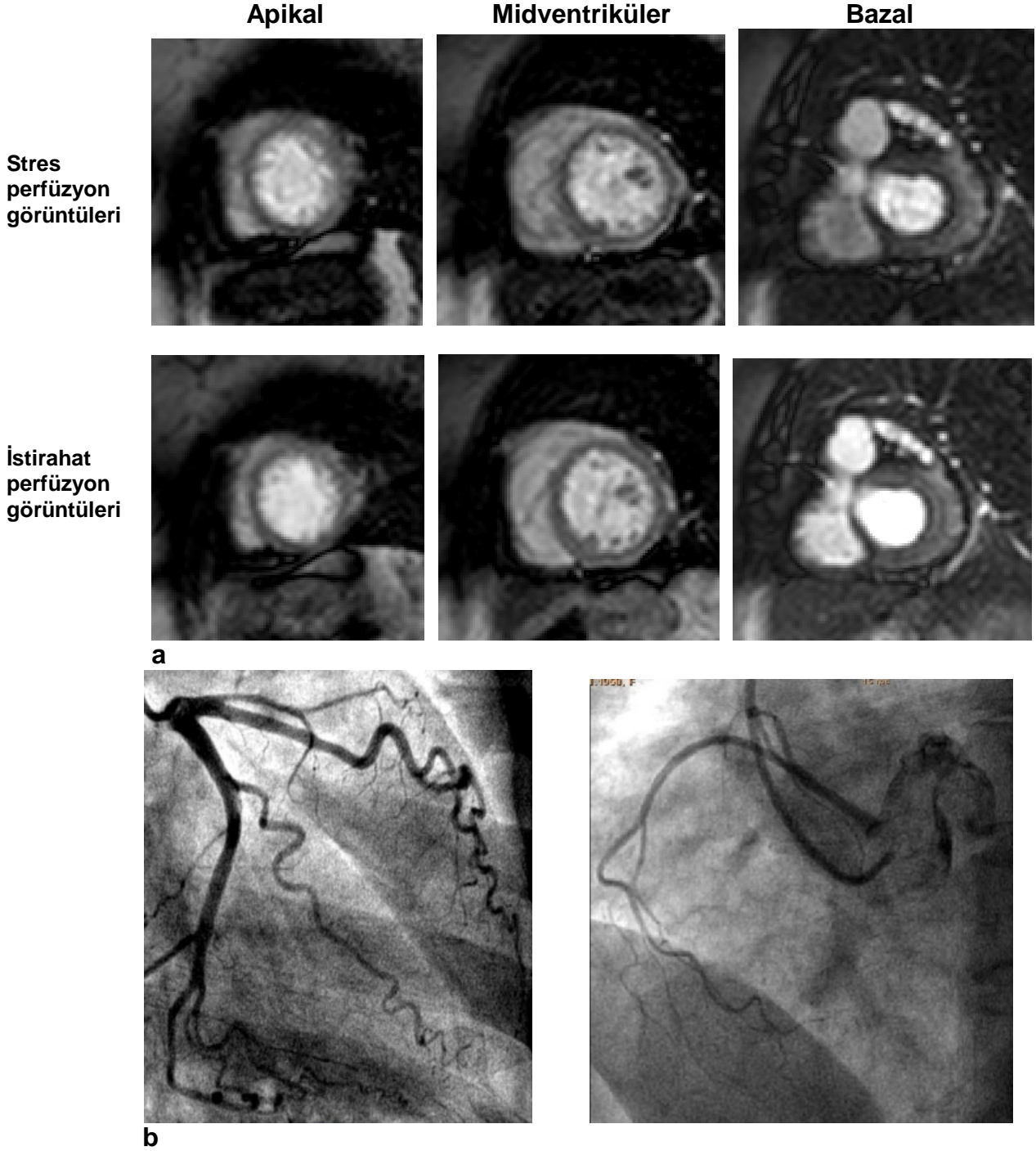
Kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçlarının KKA-BTA tetkikinde koroner arterlerde %70 ve üzeri darlık/oklüzyonu saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü, negatif öngörü, tanısal farklılık ve tutarlılık açısından istatistiksel analizi Tablo 9'da sunulmuştur.

	Duyarlılık	Seçicilik	Doğruluk	Pozitif Öngörü Değeri	Negatif Öngörü Değeri	Tanısal Farklılık	Tutarlılık
LAD SA	%94.4	%84.6	%90.3	%89.4	%91.6	yok	iyi
CX SA	%100	%100	%100	%100	%100	yok	mükemmel
RCA SA	%100	%100	%100	%100	%100	yok	mükemmel
Tüm SA'ları	%94.7	%83	%90.3	%90	%90.9	yok	iyi

Tablo 9: Kardiyak MR perfüzyon incelemesinin KKA – BTA tetkikinde %70 veya üzeri koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü, negatif öngörü, tanısal farklılık ve tutarlılık açısından istatistiksel analizi. LAD: LAD arter; CX: CX arter; SA: Sulama alanı.

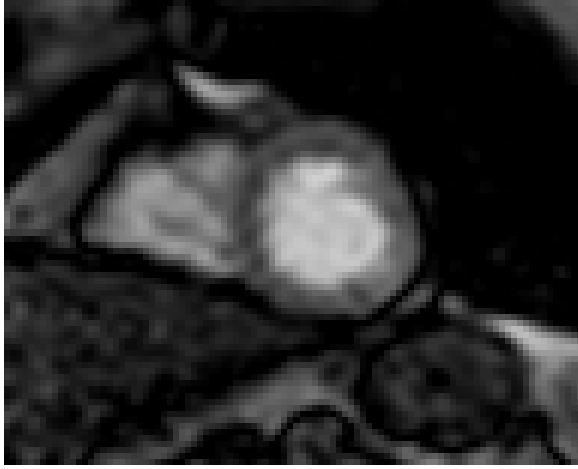
5. OLGU ÖRNEKLERİ:

OLGU ÖRNEĞİ 1:

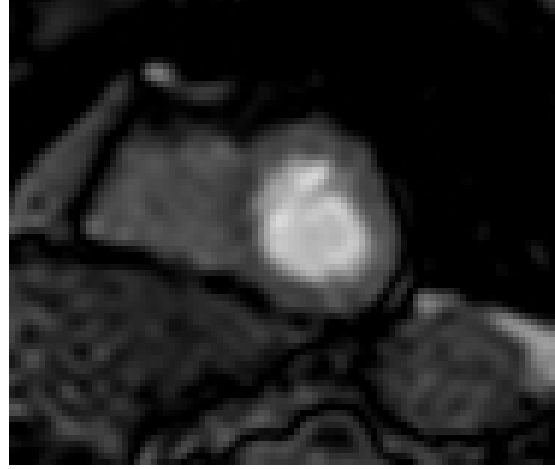


Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde (a) apikal, midventriküler ve bazal segmentlerden geçen kısa aks görüntülerde perfüzyon defekti ile uyumlu bulgu saptanmamıştır. Ancak özellikle midventriküler ve bazal segmentlerden geçen kesitlerde istirahat görüntülerinde de sebat eden ring artefaktı dikkati çekmiştir. Kateter koroner anjiyografide (b) koroner arterler patent olup, darlık izlenmemiştir.

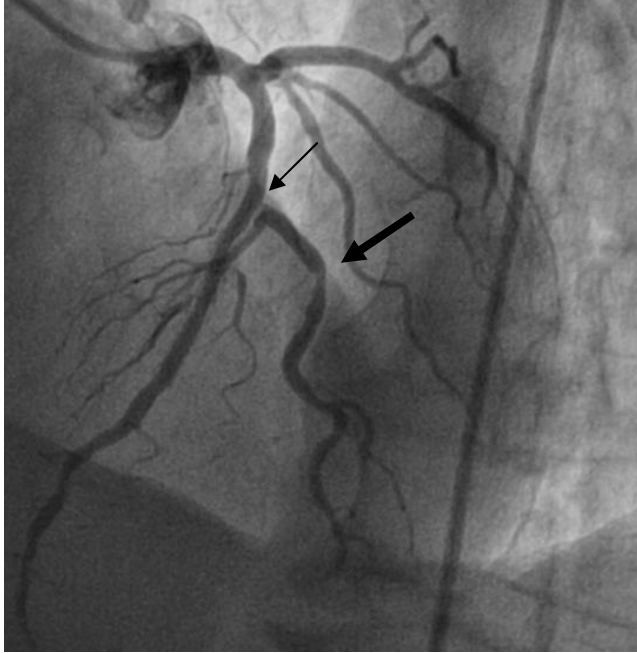
OLGU ÖRNEĞİ 2:



a



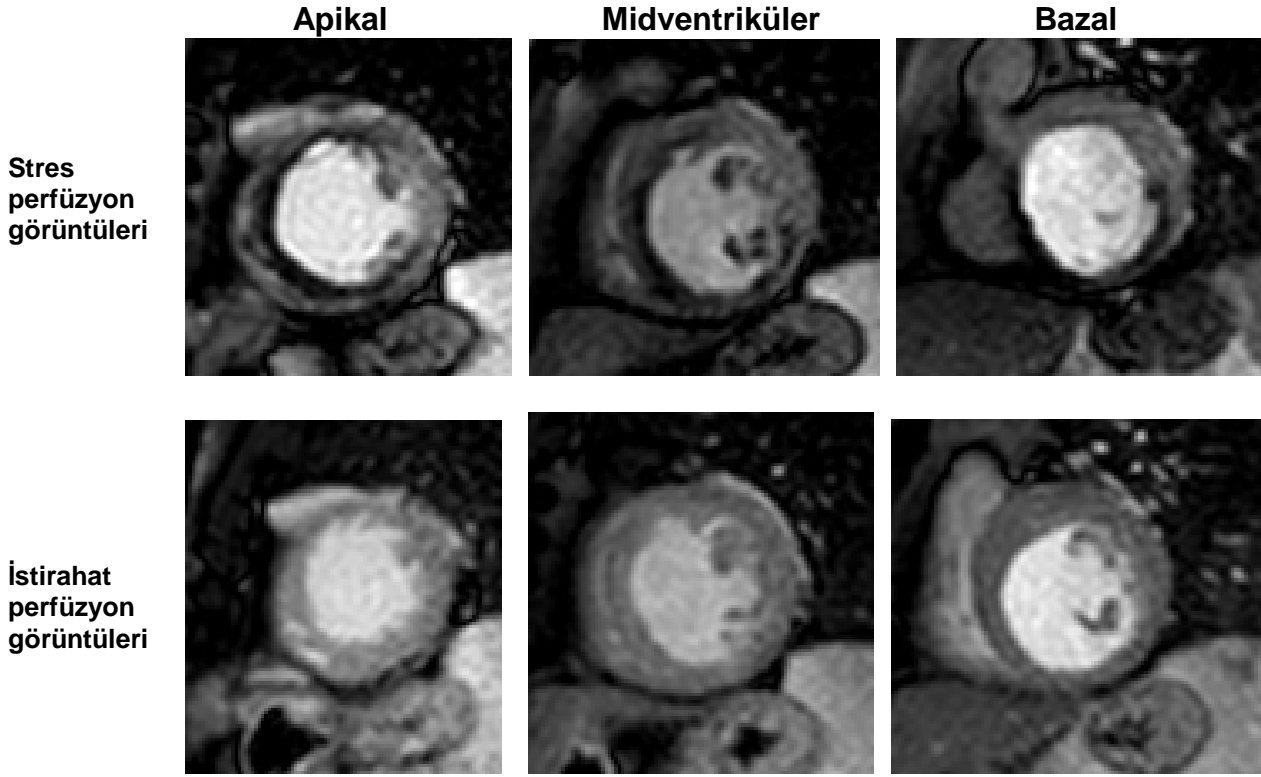
b



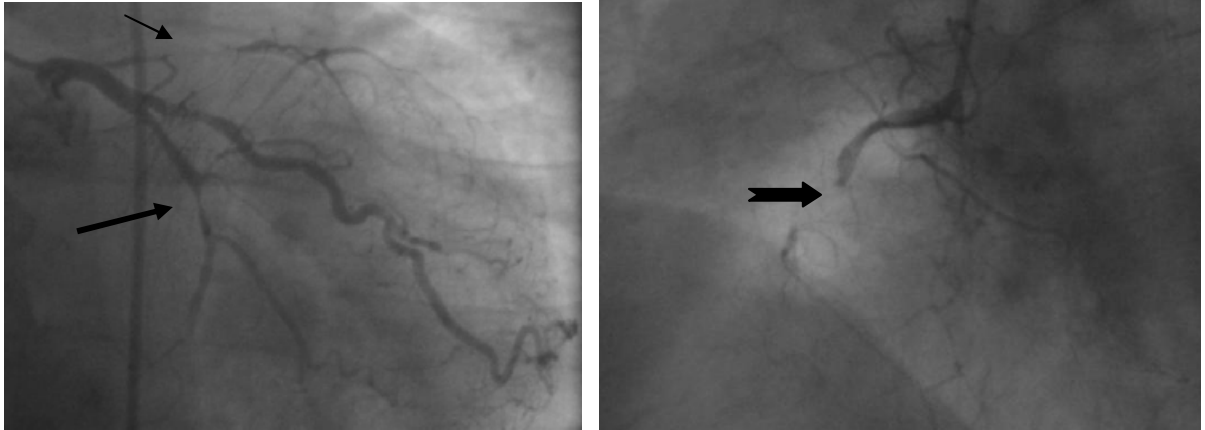
c

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde midventriküler düzeyden geçen kesitlerde stres görüntüsünde (a) anteroseptal duvarda (LAD arter sulama alanında) istirahat görüntüsünde (b) izlenmeyen subendokardiyal perfüzyon defekti ile uyumlu hipointensite vardır. Kateter koroner anjiyografide (c) LAD arter D1 dalı orjininde %90 (ince ok), mid bölgesinde %70 (kalın ok) darlık tanımlanmıştır.

OLGU ÖRNEĞİ 3:



a

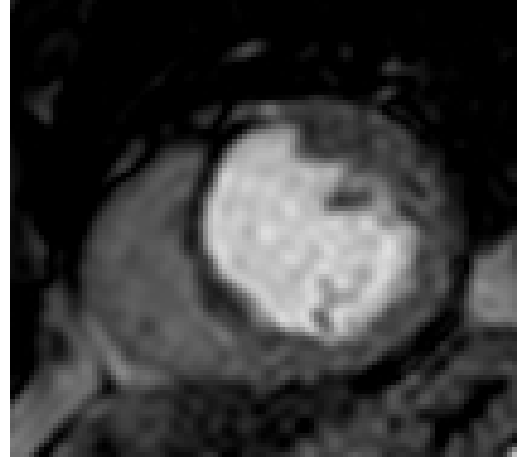
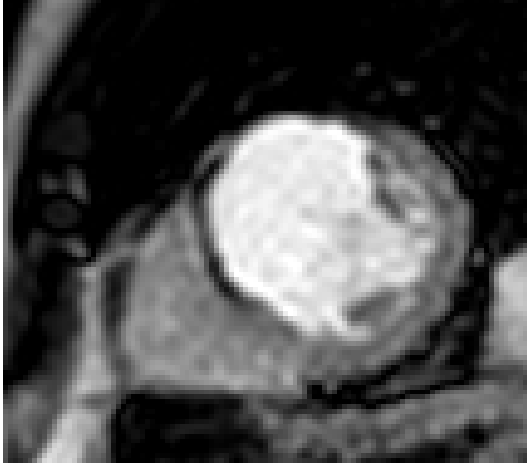


b

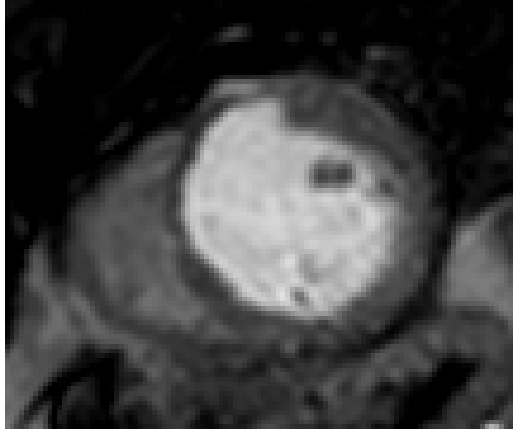
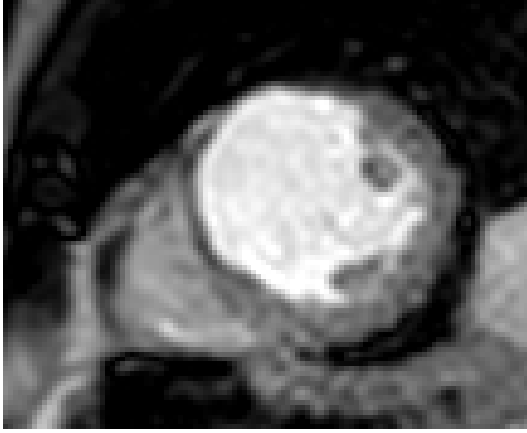
Sol ventrikülde her üç sulama alanını (LAD arter, CX arter ve RCA sulama alanları) da içeren yaygın perfüzyon defekti ile uyumlu stres - kardiyak MR perfüzyon incelemesi. İstirahatte elde edilen görüntülerde perfüzyon defekti saptanmamıştır. (a) Kateter koroner anjiyografi incelemesinde (b) LAD arter (ince ok) ve RCA (çentikli ok) proksimalinde oklüzyon, CX arterde (kalın ok) %95 darlık izlenmiştir.

OLGU ÖRNEĞİ 4:

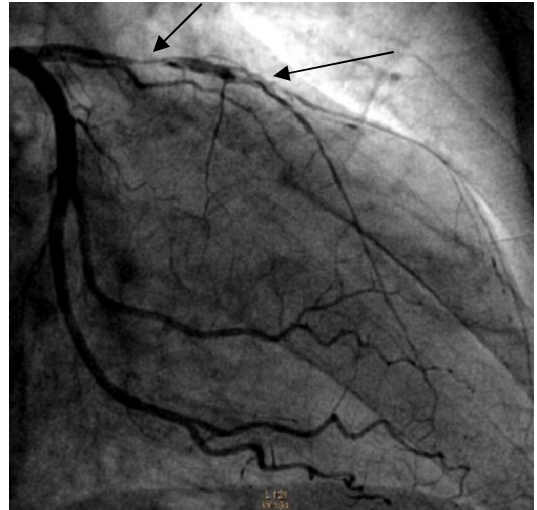
Stres
perfüzyon
görüntüleri



İstirahat
perfüzyon
görüntüleri



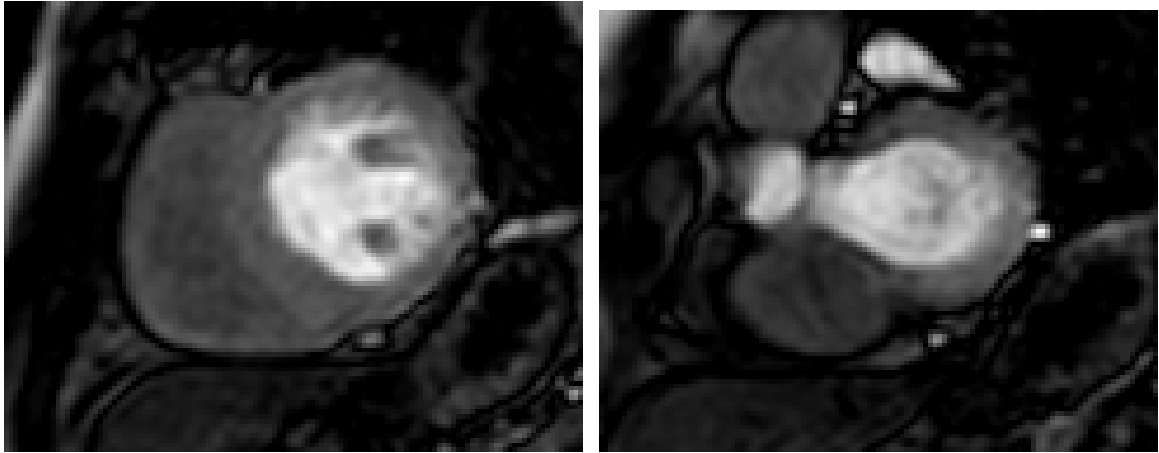
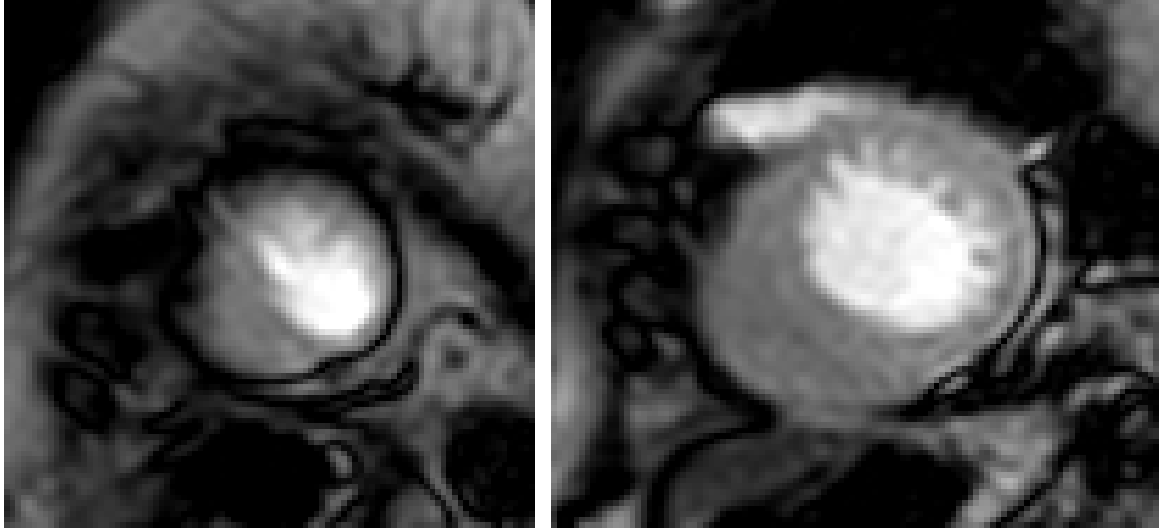
a



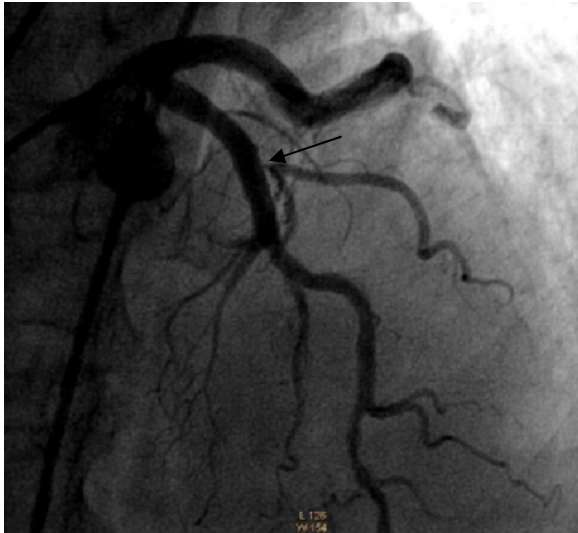
b

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde (a) sol ventrikül anteroseptal duvarında (LAD arter sulama alanı) stres görüntülerde daha belirgin olmak üzere istirahat görüntülerinde de izlenen perfüzyon defekti vardır. Ayrıca sol ventrikülde anteroseptal duvar incelmeleri mevcuttur. Kateter koroner aniyografide (b) LAD arter ve dallarında yaygın çok sayıda kritik darlıklar (oklar) bulunmuştur.

OLGU ÖRNEĞİ 5:



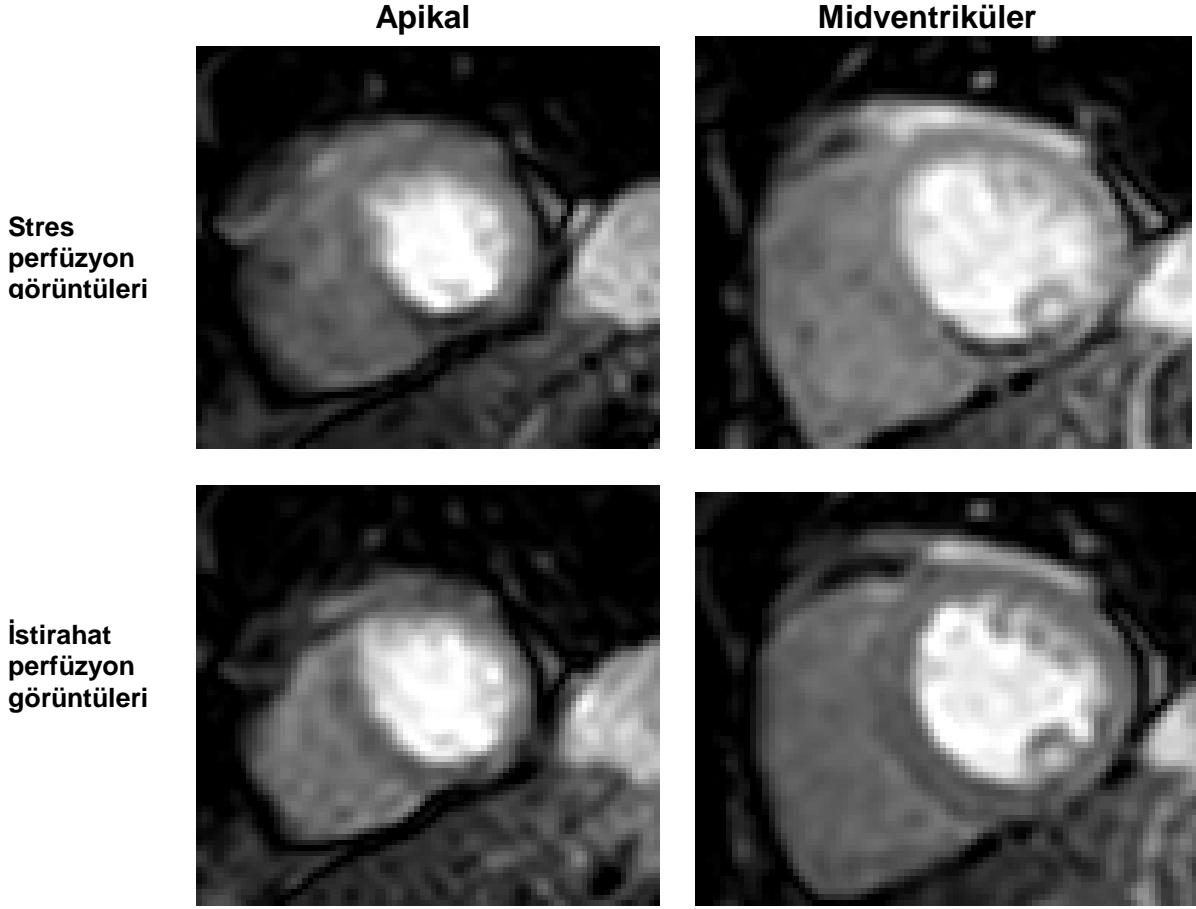
a



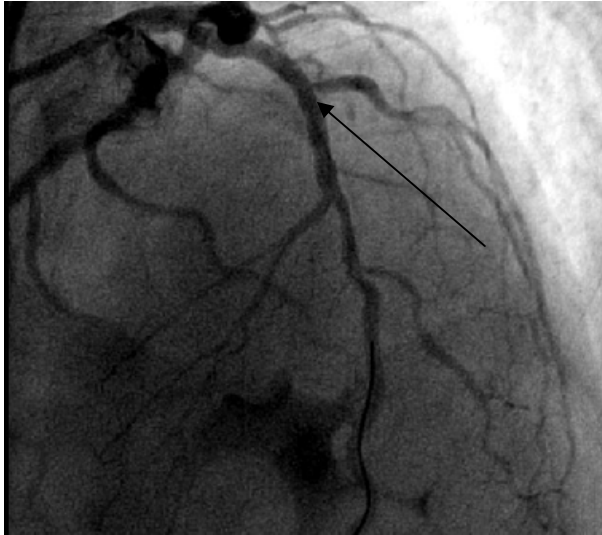
b

Normal stres - kardiyak MR perfüzyon incelemesi (a) bulunan olguda kateter koroner anjiyografide LAD arter D1 dalı ostiumunda (ok) %90 darlık saptanmış ve bu damar ince damar olarak rapor edilmiştir.

OLGU ÖRNEĞİ 6:



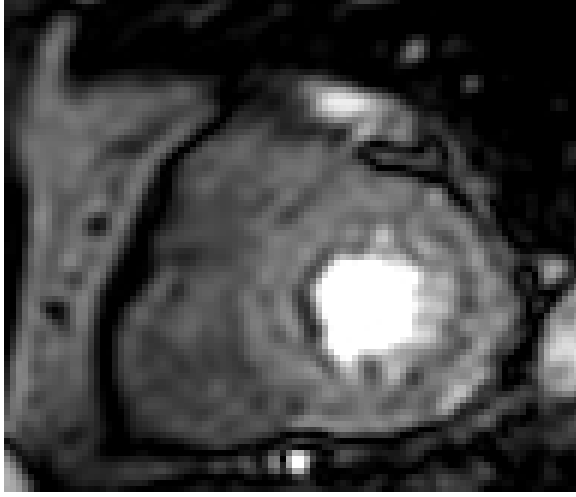
a



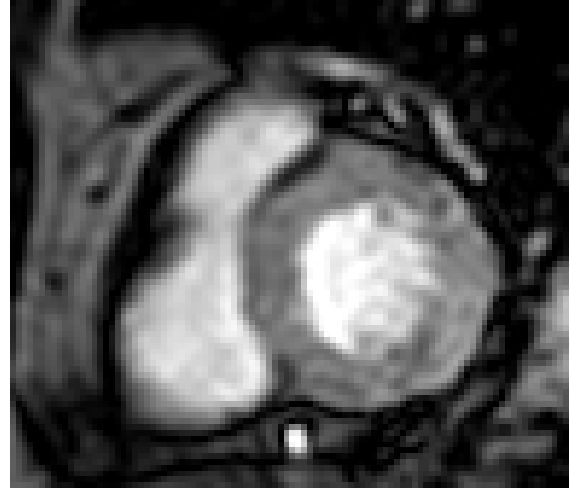
b

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde (a) streste sol ventrikül apikal ve midventriküler düzeyinden geçen kısa aks görüntülerde inferoseptal duvarda perfüzyon defekti ile uyumlu hipointensite vardır. İstirahat görüntülerinde perfüzyon defekti izlenmemiştir. Kateter koroner anjiyografide RCA'sı nondominant olarak tanımlanan bu olguda (b) LAD arter D1 dalı ostiumunda % 80 darlık (ok) belirtilmiştir. RCA'nın nondominant olması nedeniyle perfüzyon defektinin LAD arter sulama alanında olduğu ve LAD arter darlığıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür.

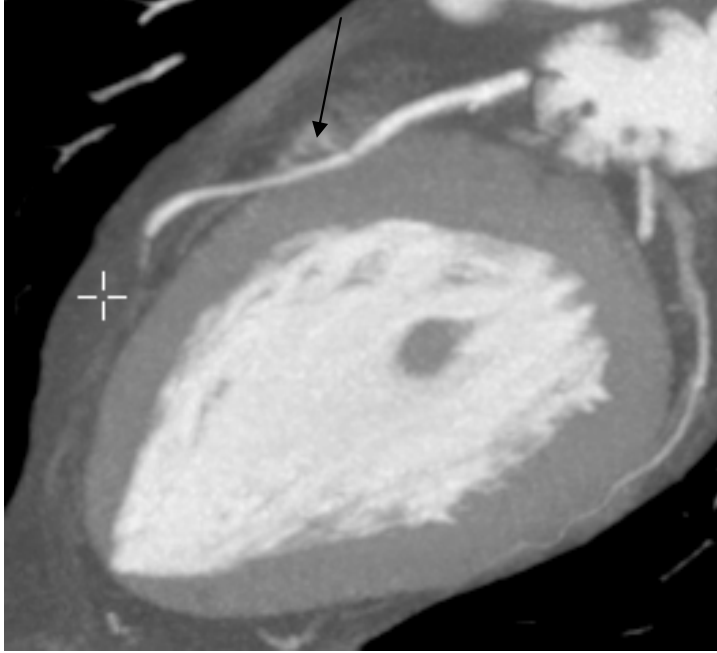
OLGU ÖRNEĞİ 7:



a



b



c

Stres perfüzyon incelemesinde (a) sol ventrikül bazalinden geçen kısa aks görüntüde anteroseptal duvarda subendokardiyal perfüzyon defekti ile uyumlu görünüm dikkati çekmekte iken, istirahat incelemesinde (b) aynı düzeyde perfüzyon defekti izlenmemiştir. Koroner BT anjiografi incelemesinde darlık tanımlanmayan bu olguda (c) LAD arter orta segmentinde (ok) miyokardiyal köprüleşme saptanmıştır.

6.TARTIŞMA:

Koroner arter hastalığı olarak da adlandırılan iskemik kalp hastalığının en sık görülen sebebi koroner arterlerin aterosklerozuna bağlı gelişen koroner arteriyel kan akımındaki azalmadır. Bu azalma, miyokard oksijen ihtiyacı ile kan akımı arasındaki dengesizliğe yol açarak iskemiyle sonuçlanır. Miyokardiyal oksijen teminini arteriyel oksijen saturasyonu, miyokardiyal oksijen tutulumu ve koroner arter akımı belirler. Bunlardan arteriyel oksijen saturasyonu ve miyokardiyal oksijen tutulumu normal şartlar altında göreceli olarak sabit iken, koroner arter akımı koroner arteriyoller tonusa ve koroner arter lümen kesit kalınlığına bağlıdır. Koroner arter lümen kesit kalınlığı ve koroner arteriyoller tonus, damar duvarındaki aterosklerotik plak varlığında, egzersizle birlikte artan kalp hızı, miyokardiyal kontraktilite ve duvar stresi ile ilişkili olarak oksijen talebindeki artışa bağlı dramatik olarak değişkenlik gösterir. İskeminin neden olduğu sempatik aktivasyon, miyokardiyal oksijen tüketimini ve koroner vazokonstrüksiyonu artırarak iskeminin ciddiyetini artırır. İskemik kaskat; metabolik anormallikler, perfüzyon uyumsuzluğu, bölgesel ve global diyastolik - sistolik disfonksiyon, EKG değişiklikleri ve anjinaya neden olan ardışık olaylarla karakterizedir. Maksimal egzersizde normal vasküler yatak direnci düşerek koroner kan akımında 5-6 kat artış yaratabilir. Koroner arter luminal kesit alanının aterosklerotik plak tarafından daraltılması, maksimal egzersizdeki vasküler yatağın direnci düşürme yeteneğini ve dilatasyonunu azaltarak, darlık düzeyine ve miyokard oksijen ihtiyacına bağlı olarak iskemiye neden olur. Lüminal darlığın % 40'ın altında olduğu durumda egzersiz esnasında gerekli maksimal koroner kan akımı genellikle sağlanır. Fakat lüminal çap azalması %50'nin üzerinde ise koroner kan akımının egzersiz ve stres durumundaki metabolik ihtiyacı karşılamada yetersiz kalması sonucu iskemi oluşur (37, 38).

İskemi miyokardiyal perfüzyonun azalması ile karakterizedir. Miyokardiyal kan akımı oksijen ihtiyacı ile direkt ilişkilidir. Kardiyak MR perfüzyon incelemesi ile koroner arter stenozunun miyokardda yol açtığı kanlanma bozukluğu belirlenebildiği için, bu yöntem koroner anjiografiden daha detaylı bilgi verir. İskeminin başlangıcından sonra perfüzyon defektleri duvar hareket bozukluğundan önce ortaya çıkar. Ayrıca perfüzyon bozukluğu duvar hareket bozukluğundan daha duyarlı bir göstergedir. Klinik olarak rutin miyokardiyal perfüzyon ölçümleri SPECT veya PET ile yapılmaktadır. Ancak bu tekniklerin düşük uzaysal rezolüsyona sahip olmaları,

iyonize edici radyasyon içermeleri ve subendokardiyal perfüzyon defektlerini saptamada yetersizlikleri önemli dezavantajlarıdır. Miyokardiyal perfüzyonu değerlendirmede MR, nükleer kardiyoloji testlerine alternatiftir. Her iki yöntem de temelde perfüzyon defektini saptamak için istirahat ve stres altında yapılır. MRG yüksek rezolüsyona sahip olduğu için ekstraselüler kontrast ajanın miyokardiyuma geçişi izlenebilmektedir. Günümüzde iskemik kalp hastalarında kardiyak MR perfüzyon görüntüleme güvenle kullanılabilir (56, 57). Miyokardiyal perfüzyon çalışmaları genellikle farmakolojik ajanlarla stres oluşturularak yapılmaktadır (57,58). MR'da miyokardiyal perfüzyonu değerlendirmek için en sık kullanılan yöntem ekstraselüler kontrast maddenin ilk geçişi esnasında miyokardiyumun görüntülenmesidir.

Kardiyak MR perfüzyon incelemesi, güvenli ve non-invaziv özellikte olması nedeniyle koroner arter hastalığı açısından şüpheli olguların tanılarında ve risk katmanlarının belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca subendokardiyal perfüzyon defektlerini tanımlamaya izin veren yüksek uzaysal çözünürlüğü ve her bir epikardiyal koroner arter tarafından sulanan miyokardiyal segmentlerdeki perfüzyon defektini lokalize edebilme yeteneği ile tercih edilen bir görüntüleme yöntemi haline gelmiştir (76).

Kardiyak MR perfüzyon tetkiki endikasyonları arasında, yeni veya tekrarlayan iskemik kalp hastalıkları, sendrom X'i doğrulamak ve göğüs ağrısının acil değerlendirmesi sayılabilir. Miyokard enfarktüsü sonrasında ve kalp dışı ameliyatlar öncesinde ileride oluşabilecek koroner risklerin belirlenmesinde kullanılabilir. Kanıtlanmış koroner arter hastalığı bulunan olgularda kollateral dolaşımın etkilerini değerlendirmede yardımcı olabilir. Bilinen anjiyografik lezyonların fonksiyonel önemini değerlendirmede ya da medikal veya girişimsel tedavi sonrasında takibinde kullanılabilir (76). Adenozin uygulaması sonrasında kan basıncında hafif derecede düşme (genellikle 10 mmHg'ı aşmayan) ve eşlik eden refleks kalp hızı artışı gelişebilir. Olguların %3'ünden azında A-V blok ve %14'e varan oranda dispne gelişebilir (76). Bir stres çalışması olması nedeniyle, hemodinamide bozulma riskine karşı belirgin stenotik valvüler lezyonları olan, anstabil anjinası bulunan, obstrüktif akciğer hastalığı tanılı, yeni miyokard enfarktüsü geçirmiş ve ciddi arteriyel hipertansiyonu olan hastalarda adenozinin oluşturabileceği yan etkilere karşı

kardiyak MR perfüzyon tetkikinden kaçınılması gerektiği bildirilmektedir (76). Buna karşın aort stenozu bulunan hastalarda eşlik eden koroner arter hastalığının değerlendirilmesinde kardiyak MR perfüzyon tetkikinin kullanılabileceğini belirten Burgstahler ve arkadaşlarının çalışmasında (77), Aort darlığı olan 20 hastaya kardiyak MR perfüzyon tetkiki yapılmış ve adenozin kullanmalarına rağmen önemli bir komplikasyonla karşılaşmamışlardır. Greenwood ve arkadaşları (78) ise yakın zamanda ST yükselmeli miyokard enfarktüsü geçiren olgular için adenozin - stres kardiyak MR perfüzyon çalışmasının güvenli bir inceleme olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda adenozin kullanımının riskli olduğu olgular MR perfüzyon incelemesine alınmamıştır.

Hamon ve arkadaşlarının (79) Temmuz 2009 tarihine kadar yayınlanmış çalışmaları derledikleri metaanalizlerinde; farmakolojik stres ajan olarak adenozin kullanılarak görsel veya semikantitatif yöntemle 1658 hasta değerlendirildiğinde (toplam 20 kardiyak MR perfüzyon çalışması) MR perfüzyonun koroner arter hastalığını saptamadaki duyarlılığı %90 ve seçiciliği %81 olarak bulunmuştur. Bu metaanalizde farmakolojik stres ajan olarak dipiridamol kullanılan 417 hastanın değerlendirildiği toplam 5 kardiyak MR perfüzyon çalışmasında ise koroner arter hastalığını saptamadaki duyarlılık %86 ve seçicilik %76 bulunmuştur. Böylelikle adenozinin dipiridamole göre vazodilatatör stres ajan olarak üstün olduğu gösterilmiştir (79). Çalışmamızda farmakolojik stres ajan olarak adenozin kullanılmış olup, yüksek duyarlılık (%94.7) ve yüksek seçicilik (%83) değerleri bulunmuştur. Metaanalizde yer alan çalışmalardan 1624 hastanın değerlendirildiği 20 çalışmada görsel yöntemle değerlendirme yapılmış ve koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık %91 ve seçicilik %79 saptanmıştır. Toplam 501 hastanın değerlendirildiği 6 çalışmada ise semikantitatif yöntemle değerlendirme yapılmış ve koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık ve seçicilik %82 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada kardiyak MR perfüzyonla koroner arter hastalığını saptamada görsel değerlendirmenin semikantitatif değerlendirmeye göre duyarlılığı daha yüksek, seçiciliği daha düşük bulunmakla birlikte görsel değerlendirmenin semikantitatif değerlendirmeye üstünlüğü ya da hangi semikantitatif yöntemin kullanılması gerektiği konusunda konsensus sağlanamamıştır. Bununla birlikte semikantitatif değerlendirmenin daha fazla zaman alıcı olması nedeniyle günlük uygulama için ideal olmaması ve yerleşik bir post-prosesing protokolün bulunmaması dezavantajları

arasında sayılmaktadır. Bundan dolayı halen günlük pratikte görsel değerlendirme daha sık olarak kullanılan yöntemdir. Çalışmamızda değerlendirme yöntemi olarak görsel yöntem kullanılmıştır.

Kardiyak MR görüntüleme, iskemik kalp hastalıklarının değerlendirilmesi, ventriküler fonksiyonun ve kontraktıl rezervin gösterilmesi, miyokard iskemisinin varlığı ve yaygınlığının saptanması, miyokardiyal canlılığın değerlendirilmesi ve koroner arterdeki lüminal daralmaların görüntülenmesinde kullanılmaktadır. Duvar hareket bozukluğu bölgesel miyokardiyal iskeminin bir göstergesidir. Stres altında iskemik miyokard tipik olarak anormal kontraktilite gösterir. Geç kontrastlı MR görüntülemesinde ise yüksek uzaysal rezolüsyon sayesinde sol ventrikül duvarındaki enfarktli doku ile canlı miyokard arasındaki sınır net olarak ayırt edebilmekte ve enfarkt alanının transmural yayılımını gösterebilmektedir.

Plein ve arkadaşları (80) 2004 yılında ST yükselmesiz miyokard enfarktüsü olan ve kateter koroner anjiyografide anlamlı koroner arter darlığı (%70 ve üzeri) bulunan olgularda kardiyak MR perfüzyon incelemesi yapmışlardır. Görsel yöntemle yapılan değerlendirmede MR perfüzyonunun etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmaya dahil 68 hastanın % 54'ü erkek ve %46'sı kadındır (ortalama yaş 57). 1.5 T MR cihazı ile yaptıkları çalışmada farmakolojik stres ajan olarak adenozin kullanmışlardır. Kardiyak MR tetkiki, perfüzyon görüntüleme, miyokardiyal fonksiyon, geç kontrastlanma ve koroner arteriyel anatominin değerlendirildiği 4 incelemeden oluşmuştur. Her bir incelemenin kateter koroner anjiyografi tetkikinde tanımlanan anlamlı darlığı saptama yeteneği ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Kardiyak MR tetkiki ile kateter koroner anjiyografi tetkiki arasındaki maksimum süre 24 saat ile sınırlı tutulmuştur. Kateter koroner anjiyografide tanımlanan %70 ve üzeri koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü değeri, negatif öngörü değeri sırasıyla, perfüzyon incelemesi için; %88, %83, %87 %96, %59, koroner arteriyel anatomi değerlendirmesi için; %84, %75, %82, %94, %50, miyokardiyal fonksiyon için; %68, %75, %69, %93, %50, geç kontrastlanma için; %57, %83, %62, %94, %42'dir. Perfüzyon incelemesi ve koroner arteriyel anatomi birlikte değerlendirildiğinde sadece perfüzyon incelemesine göre yüksek duyarlılık değeri saptanmışken (%98), seçicilik değeri düşük (%67) bulunmuştur. Perfüzyon incelemesinin miyokardiyal fonksiyon ve geç kontrastlanma ile kombinasyonlarında benzer şekilde sadece perfüzyon

incelemesine göre yüksek duyarlılık (sırasıyla %93, %95) ve düşük seçicilik (%75) değerleri görülmüştür. Üç tetkikin kombine edildiği (perfüzyon inceleme, miyokardiyal fonksiyon ve geç kontrastlanma) çalışmada ise duyarlılık (%95) ve seçicilik (%75) değerlerinde ikili kombinasyonlar ile karşılaştırıldığında belirgin farklılık saptanmamıştır. Seçiciliğin düşmesinin eklenen yöntemlerle birlikte yanlış pozitifliklerin artmasına bağlı olabileceği düşünülmüştür. Çalışmanın sonuçlarına göre MR perfüzyon incelemesinin koroner arterlerdeki anlamlı darlığı saptamada yüksek duyarlılık ve seçicilik değerleri nedeniyle tek başına yeterli olabileceği vurgulanmıştır. Ancak perfüzyon incelemesi sonucunda arada kalınan ve artefaktlar (hareket artefaktı, solunum artefaktı, ring artefaktı) nedeniyle yeterli değerlendirme yapılamayan olgularda duyarlılığı arttırdığı için diğer kardiyak MR inceleme yöntemlerinin eklenmesi önerilmiştir.

Klem ve arkadaşları (81), 2006 yılında koroner arter hastalığı şüphesi bulunan ve kateter koroner anjiyografi planlanan 92 hastaya, stres ajan olarak adenosin kullanarak, perfüzyon incelemesi ve geç kontrastlanma incelemesinden oluşan kardiyak MR tetkiki yapmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre kateter koroner anjiyografide tanımlanan anlamlı darlığı (%70 ve üzeri) saptamadaki duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerleri sırasıyla, perfüzyon incelemesi için; %84, %58,%68 ve geç kontrastlanma incelemesi için; %49, %98, %68 iken her iki tetkik birlikte değerlendirildiğinde tüm değerlerin arttığı izlenmiştir (%89, %87, %88). Klem ve arkadaşları (81) 0.065 mmol/kg gadolinium kontrast madde kullandıkları perfüzyon incelemesinin sonuçlarını Nagel ve arkadaşlarının (82) 0.025 mmol/kg gadolinium kontrast madde kullandıkları çalışması ile karşılaştırmışlardır. Sonuçta seçicilik değerlerini benzer (%58) bulmuşlardır. Nagel ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada duyarlılık da düşük olup (%78), buna göre Klem ve arkadaşları, yüksek gadolinium dozunun duyarlılığı arttırdığını ancak seçicilik üzerine etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Klem ve arkadaşları (81) perfüzyon incelemesinde seçiciliğin geç kontrastlanma incelemesinin eklenmesi ile artacağını öne sürmüşlerdir. Bununla birlikte Klein ve arkadaşlarının (83) 2008 yılında koroner arter hastalığı kuşkusunu bulunan olgularda gerçekleştirdikleri kardiyak MR perfüzyon incelemesinde, perfüzyon tetkikine ekledikleri geç kontrastlanma değerlendirmesinin koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık ve seçicilik değerlerini etkilemediğini göstermişlerdir. Bu çalışmada Plein ve arkadaşlarının çalışmasından daha farklı sonuçların ortaya çıkmasının sebepleri,

hasta gruplarının farklı olması, Plein ve arkadaşlarının çalışmasında anlamlı koroner arter hastalığı bulunan olgu sayısının fazla olması, LAD arter ve CX arterin proksimal - orta kesimlerinin çalışmaya dahil edilmiş olması olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda kardiyak MR perfüzyon incelemesinin anjiyografi (KKA/BTA) tetkiklerinde tanımlanan %70 ve üzeri koroner arter darlığını saptamadaki seçiciliği %83 olup, Klem ve arkadaşlarının (81) 2006 yılında yaptıkları çalışma dışında, diğer çalışmaların sonuçları ile benzerdir.

Kateter koroner anjiyografi günümüzde hala koroner arter hastalarında tanı ve tedavi planmasında altın standart olarak kullanılmaktadır. Son dekatta kullanım oranı gittikçe artmaktadır. Amerikan Kalp Topluluğu (ACC), bu invaziv işlemin uygun kullanımında klinisyenlere yardım etmesi için kılavuzlar yayınlamıştır (16). Endikasyonlar, anjiyografinin gerekliliği konusunda genel kabul olduğunda Sınıf 1, görüşler farklı olduğunda Sınıf 2 ve genel kabul anjiyografinin yapılmaması olduğunda Sınıf 3 olarak listelenmiştir. Pilz ve arkadaşları (84) 2006 yılında Sınıf 2 gruba giren, kuşkulu koroner arter hastalığı bulunan veya bilinen koroner arter hastalığında progresyon düşünülen, kateter koroner anjiyografi planlanan 171 hastada kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçlarını anjiyografi sonuçları ile karşılaştırmışlardır. Kardiyak MR perfüzyon tetkiki sonuçları ile anjiyografi sonuçları arasında istatistiksel anlamlı ilişki bulunmuştur. Bu çalışmada kardiyak MR perfüzyon incelemesinin kateter koroner anjiyografide tanımlanan %70 ve üzeri darlığı saptamadaki duyarlılığı %96, seçiciliği %83, pozitif öngörü değeri %92 ve negatif öngörü değeri %92 olarak bulunmuş olup, çalışmamızın sonuçları ile benzerdir. Bu sonuçlara göre, klinik rutinde koroner arter hastalığı kuşkusu bulunan olgularda kardiyak MR perfüzyon tetkiki kullanımı daha seçici kardiyak kateterizasyon yapılmasını ve hastaların gereksiz invaziv işlemlerden korunmasını sağlayacaktır.

Kardiyak MR tetkikine stres perfüzyon incelemesi eklenmesi kritik koroner arter darlıklı hastaların saptanmasını ve ST yükselmeli miyokard enfarktüsü geçiren olgularda revaskülarizasyon gerektiren olguların ayırt edilmesini sağlar (78). Greenwood ve arkadaşları (78) yakın zamanda ST yükselmeli miyokard enfarktüsü geçirmiş olgularda, kardiyak MR perfüzyon tetkiki ve egzersiz tolerans testinin kritik koroner arter darlığını tanımlama yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya yakın zamanda ilk defa akut ST yükselmeli miyokard enfarktüsü geçiren 35 hasta dahil

edilmiştir. Çalışmaya göre kardiyak MR perfüzyon tetkikinin kateter koroner anjiyografi tetkikinde saptanan %70 ve üzeri darlığı saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerleri sırasıyla %86, %100, %89, %80 ve %60 bulunmuş olup, egzersiz tolerans testi için bu değerler sırasıyla %48, %50, %49, %82 ve %17'dir. Buna göre MR perfüzyon tetkikinin kritik koroner arter darlığını saptamada egzersiz tolerans testine göre daha üstün olduğu bulunmuştur. Ayrıca egzersiz tolerans testinde iskemi alanının lokalizasyonu ve ilgili koroner arteri tanımlamanın daha zor olduğu ve tüm bu noktalarda kardiyak MR perfüzyon tetkikinin diğer yöntemlere göre daha üstün olduğu vurgulanmıştır. Bu çalışmada negatif öngörü değeri düşüktür. Bunun sebebi olarak hasta sayısının az olması ve çalışmaya dahil hasta grubunda kritik koroner arter darlığı bulunan olguların prevalansının yüksek olması (35 hastanın 29'unda) gösterilmiştir. Yine bu çalışmada %100 olarak saptanan seçicilik değeri kritik koroner arter darlığı saptanmayan olguların oranının az olması nedeniyle güvenilir bulunmamıştır. Çalışmamızda negatif öngörü değeri %90 ve seçicilik %83 olup, bunun nedenini hasta dağılımının göreceli olarak heterojen olmasına bağlıyoruz.

Merkle ve arkadaşları (85) yaptıkları kardiyak MR perfüzyon çalışmasında hastaları (toplam 228 hasta); koroner arter hastalığının primer tanısı için gönderilen ve bilinen koroner arter hastalığında progresyon şüphesi olan hastalar olmak üzere 2 grupta incelenmişlerdir. Çalışma farmakolojik stres ajanı olarak adenozin kullanılarak 1.5 T MR cihazı ile yapılmıştır. Kardiyak MR perfüzyon tetkikinin kateter koroner anjiyografide belirgin (\geq %70 darlık) koroner arter darlığını saptama etkinliği, hasta gruplarına göre ve koroner arter sulama alanlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Değerlendirme görsel yöntemle yapılmıştır. Bu çalışmada kardiyak MR perfüzyon incelemesinin sırasıyla; duyarlılığı, seçiciliği, doğruluğu, pozitif öngörü ve negatif öngörü değerleri primer koroner arter hastalığı tanısı için gönderilen hasta grubunda; %100, %80, %85, %59 ve %100, bilinen koroner arter hastalığında progresyon şüphesi olan hastalardan oluşan grupta; %96, %59, %89, %92 ve %74, tüm hasta grubunda; % 96, %72, %88, %87 ve %90 olarak bulunmuştur. Primer koroner arter hastalığı tanısı için gönderilen grupta pozitif öngörü değeri düşüktür. Bunun nedeni olarak bu gruptaki hastaların risk faktörü oranlarının yüksekliği, hipertansif kalp hastalarının çok olması, sendrom X ve koroner endotelial disfonksiyon gibi rahatsızlıkların varlığı suçlanmıştır. Yanlış pozitifliğin nedeni olarak iskemik ağrıya yol

açan non-vasküler durumlar düşünülmüştür. Burgstahler ve arkadaşlarının (77) çalışmasında ise yanlış pozitif sonuç alınan 2 hastada ciddi miyokardiyal hipertrofi tanımlanmıştır. Miyokardiyal hipertrofi, koroner arter hastalığı olmadan bile limitli koroner vazodilatör rezerv ile karakterize bir durum olup bu çalışmada yanlış pozitifliğin nedeni olarak düşünülmüştür. Hamon ve arkadaşlarının (79) metaanalizinde duyarlılığın seçiciliğe göre göreceli olarak yüksek olması yalancı pozitif oranının fazla olmasına bağlanmıştır. Yalancı pozitifliğe neden olan sebepler arasında; 1) 'dark rim' artefaktları (dark rim artefaktları sol ventrikül miyokardının endokardiyal sınırında MR kontrast ajanının ilk geçişi esnasında izlenen, gadolinium bolusu, hareket ve çözünürlük kombinasyonunun neden olduğu düşünülen artefaktlardır) 2) mikrovasküler hastalık varlığı 3) persistan mikrovasküler obstrüksiyonun bulunduğu miyokardiyal enfarkt sahasını sulayan koroner arterin spontan veya terapötik yolla yeniden açılmış olması sayılmıştır. Çalışmamızda da duyarlılık değerleri seçicilikten yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmamızda 2 olguda LAD arter sulama alanında MR'da perfüzyon defekti izlenmesine rağmen ilgili koroner arter ya da dallarında anlamlı darlık saptanmamıştır. Bu olgulardan birinde (olgu 10) LIMA-LAD ve AO-OM-SVG by-pass greftleri mevcut olup, kateter koroner anjiyografide greftlerin açık ve akımlarının iyi olduğu raporlanmıştır. Bu olguda LAD arter sulama alanında saptanan perfüzyon defektinin mikrovasküler hastalık veya persistan mikrovasküler obstrüksiyona bağlı olabileceği düşünülmüştür. Diğer olguda (olgu 30) koroner BT anjiyografi incelemesinde koroner arterlerde anlamlı stenoz veya oklüzyon izlenmemekle birlikte LAD arter orta segmentte miyokardiyal köprüleşme saptanmış olup, perfüzyon defektinin buna bağlı olabileceği düşünülmüştür.

3T ile karşılaştırıldığında, 1.5 T MR cihazıyla yapılan kardiyak perfüzyon MR tetkikinde normal miyokard dokusu ile hipoperfüze miyokard dokusu arasında kontrastlanma farkı göreceli olarak düşüktür. 3 T cihazlarda sinyal gürültü oranının (SNR) ve kontrast gürültü oranının (CNR) daha yüksek olması uzaysal rezolüsyonu ve görüntü kalitesini arttırmaktadır (86). Cheng ve arkadaşları (86), 2007 yılında elektif tanısal koroner anjiyografi tetkiki planlanan 61 hastada tetkik öncesi 1.5 T ve 3 T MR cihazı ile ayrı ayrı kardiyak MR perfüzyon tetkiki yapmışlar ve koroner arter hastalığı tanısında cihazların yeteneklerini karşılaştırmışlardır. Anlamlı darlık olarak, %50 ve üzeri darlıkları kabul etmişlerdir. 1.5 T MR cihazıyla yapılan tetkikte koroner arter hastalığı saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü

değerleri sırasıyla %90, %67, %82, %84, %78 iken, 3 T MR cihazı ile yapılan değerlendirmede bu değerler sırasıyla %98, %76, %90,%89 ve %94'tür. 3 T MR cihazı ile yapılan tetkiklerin 1.5 T MR cihazı ile yapılanlara göre daha üstün olduğu söylenmiştir. Bunun sebebi olarak yüksek SNR, 3 T MR cihazının endokardiyumda azalmış perfüzyon alanlarının saptanmasına daha duyarlı olması ve "dark rim" artefaktlarının azalması gösterilmiştir. Meyer ve arkadaşları (87) 2008 yılında 3 T MR cihazı ile adenozin kullanarak kardiyak MR perfüzyon çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada kateter koroner anjiyografide saptanan %70 ve üzeri darlıklar, koroner arter hastalığı için hemodinamik açıdan anlamlı darlık olarak kabul edilmiştir. Kardiyak MR perfüzyon incelemesinin anlamlı koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılığını %89, seçiciliğini %79, doğruluğunu %85, pozitif öngörü değerini %86 ve negatif öngörü değerini %83 olarak bulmuşlardır. Sonuçlarını literatürdeki 1.5 T MR'la yapılan ve görsel yöntem kullanan diğer çalışmalar ile karşılaştırdıklarında, 3 T MR'la yapılan incelemelerin 1.5 T MR'la yapılanlar ile benzer olduğunu ortaya koymuşlardır. Çalışmamızda %70 ve üzeri darlıklar koroner arter hastalığı açısından anlamlı kabul edilmiş olup, sonuçlarımız Meyer ve arkadaşlarının 3 T MR cihazı ile yaptıkları çalışmanın sonuçları ile benzerdir.

Kadın hastalarda, tek damar hastalığının ve orta derecede koroner arter darlığının erkeklere göre daha sık olması ve kalp boyutlarının göreceli olarak küçük olması stres tanı yöntemlerine ek zorluklar yüklemektedir. Ancak anjina bulgularıyla başvuran kadınlarda yapılan kateter koroner anjiyografi tetkikinde obstrüktif koroner arter hastalığı erkelerden daha az sıklıkta saptanmaktadır. Bu nedenle(88) göğüs ağrısı olan kadınlarda stres testlerinin yapılması gereksiz anjiyografi tetkiki sayısını azaltabilir.

Yakın zamanda yapılan çalışmalar eforlu EKG ve SPECT tetkikinin koroner arter hastalığı tanısında kadınlarda erkeklerden daha düşük duyarlılık ve seçiciliğe sahip olduğunu ortaya koymuştur (89). Klem ve arkadaşlarının (89) 2008 yılında 136 kadın hasta ile gerçekleştirdikleri çalışmada perfüzyon tetkikinin koroner arter hastalığı tanısındaki duyarlılığı %78, seçiciliği %56 ve doğruluğu %62'dir. Bu çalışmada perfüzyon MR tetkikinin tek damar hastalığını saptamadaki duyarlılığı yüksek bulunmuştur. Orta derecede koroner arter darlığını (%50-%70) saptamadaki duyarlılık kritik darlığı (%70 ve üzeri) saptamadaki duyarlılığa göre daha düşüktür.

Ayrıca küçük sol ventrikül hacmine sahip kadınlarda da perfüzyon MR tetkikinin koroner arter hastalığını saptamadaki duyarlılığı düşük bulunmuştur. Çalışmamızda 6 tane kadın olgu yer almakta olup, bunlardan 4 olguda kateter koroner anjiyografi tetkikinde kritik koroner arter darlığı saptanmıştır. Bu olgulardan 3'ünde ise MR tetkikinde ilgili sulama alanında perfüzyon defekti izlenmiştir. Çalışmamızda kadın olgu sayısı sınırlıdır, bu nedenle cinsiyete yönelik istatistiksel değerlendirme yapılmamıştır.

Çalışmamız ile literatürde bulunan benzer çalışmaların özellikleri Tablo 11'de sunulmuştur.

Yazar	Sene	Cihaz	Tesla	Hasta Sayısı	Erkek(%)	Kadın(%)	Yaş Ortalaması	Koroner Darlık	Stresör Ajan	İki Tetkik Süre	Değerlendirme
Plein	2004	Philips	1.5 T	68	79	21	57	≥%70	Adenozin	Max 24 saat	Görsel
Klem	2006	Siemens	1.5 T	92	49	51	58	≥%70	Adenozin	Max 24 saat	Görsel
Pilz	2006	GE	1.5 T	171	63	37	62	≥%70	Adenozin	—	Görsel
Greenwood	2007	Philips	1.5 T	35	89	11	55	≥%70	Adenozin	—	Görsel
Merkle	2007	Philips	1.5 T	228	79	21	59	≥%70	Adenozin	Ortalama 6.6 gün	Görsel
Meyer	2008	Philips	3 T	60	63	37	59	≥%70	Adenozin	Ortalama 10 gün	Görsel
Klem	2008	Siemens	1.5 T	136	0	100	63	≥%70	Adenozin	Max 24 saat	Görsel
Burgstahler	2008	Philips	1.5 T	20	65	35	68	≥%70	Adenozin	—	Görsel
Bizim Çalışmamız	2010	Philips	1.5 T	31	81	19	56.4	≥%70	Adenozin	Ortalama 4.2 gün	Görsel

Tablo 11: Çalışmamız ile literatürde bulunan benzer çalışmaların özellikleri

Çalışmamızın %70 veya üzeri koroner arter darlığını saptamadaki doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerleri, Klem ve arkadaşlarının (81) çalışması dışında literatürle benzer bulunmuş olup, karşılaştırmalı değerler Tablo 12'de özetlenmiştir.

Yazar	Duyarlılık	Seçicilik	Doğruluk	Pozitif Öngörü Değeri	Negatif Öngörü Değeri
Plein	%88	%83	%87	-	-
Klem (2006)	%84	%58	%68	-	-
Pilz	%96	%83	-	%92	%92
Greenwood	%86	%100	%89	%80	%60
Merkle	%96	%72	%88	%88	%90
Meyer	%89	%79	%85	%86	%83
Klem (2008)	%78	%56	%62	-	-
Burgstahler	%100	%80	-	%83	%100
Çalışmamız	%94.7	%83	%90.3	%90	%90

Tablo 12: Çalışmamız ve literatürde bulunan benzer çalışmaların sonuçlarının karşılaştırılması

Klem ve arkadaşları (81) yaptığı çalışmada kardiyak perfüzyon tetkikinin anlamlı koroner arter darlığını saptamadaki seçiciliğini düşük bulmuşlardır. Bu çalışmada yer alan hasta grubunda saptanan koroner arter hastalığı prevalansı %40'dır. Cheng ve arkadaşlarının (86) yaptığı çalışmada ise hasta grubunda koroner arter hastalığı prevalansı %66'dır. Ayrıca Klem ve arkadaşları yakın zamanda revaskülarizasyon yapılmış ve miyokard enfarktüsü geçirmiş olguları çalışma grubundan çıkarmışlardır. Cheng ve arkadaşları bu farklılıklar nedeniyle Klem ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmanın seçiciliğinin daha düşük çıkmış olabileceğini öne sürmüşlerdir. Bizim çalışmamızda koroner arter hastalığı prevalansı %67 olup, revaskülarizasyon yapılan hastalar dışlanmamıştır.

Merkle ve arkadaşları (85) toplam 536 sulama alanını değerlendirdikleri çalışmalarında, LAD arter, CX arter ve RCA sulama alanları için ayrı ayrı, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin kateter koroner anjiyografide ilgili arterde tanımlanan %70 ve üzeri darlığı saptama yeteneğini araştırmışlardır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre kardiyak MR perfüzyon incelemesinin duyarlılık, seçicilik, doğruluk değerleri sırasıyla LAD arter sulama alanı için; %91, %83 %86, CX arter sulama alanı için; %82, %87, %85, RCA sulama alanı için; %65, %90, %84'tür. LAD arter sulama alanındaki perfüzyon defektinin ilgili koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılığının CX arter ve RCA sulama alanlarına göre daha yüksek bulunmasının olası sebebi olarak, yüzeysel koil kullanımı ve buna bağlı özellikle obez popülasyonda inferior ve lateral segmentlerden düşük sinyal intensitesi elde edilmesi olduğu düşünülmüştür (85).

Klem ve arkadaşlarının (89) yaptıkları kardiyak MR perfüzyon çalışmasında, LAD arter, CX arter ve RCA sulama alanları için ayrı ayrı kateter koroner anjiyografide tanımlanan %70 ve üzeri darlığı saptama yeteneği değerlendirildiğinde duyarlılık, seçicilik ve doğruluk oranları sırasıyla LAD arter sulama alanı için; %74, %75, %75, CX arter sulama alanı için; %71, %75, %74, RCA sulama alanı için; %75, %75, %75'tir. Klein ve arkadaşları ise (83), yaptıkları kardiyak MR perfüzyon çalışmasında kateter koroner anjiyografide tanımlanan %50 ve üzeri darlığı saptamadaki duyarlılık ve seçicilik değerlerini LAD arter sulama alanı için; %86, %97, CX arter sulama alanı için; %73, %89, RCA sulama alanı için; %75, %92 olarak bulmuşlardır.

Çalışmamızda toplam 31 hastada, LAD arter, CX arter ve RCA sulama alanları için ayrı ayrı, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin kateter koroner anjiyografi / koroner BT anjiyografide ilgili arterde tanımlanan %70 ve üzeri darlığı saptama yeteneğini değerlendirdik. Buna göre duyarlılık, seçicilik, doğruluk değerleri sırasıyla, LAD arter sulama alanı için; %94.4, %84.6, %90.3, CX arter ve RCA sulama alanları için; %100, %100, %100, olarak bulunmuş olup, duyarlılık seçicilik ve doğruluk oranları literatürdeki çalışmalardan yüksek saptandı. Çalışmamızın istatistiksel sonuçlarının özellikle CX arter ve RCA sulama alanları için yüksek olmasının bu alanlarda izlenen perfüzyon defektinin LAD arter sulama alanında izlenene göre daha

az olmasına ve CX arter – RCA darlığı olan hasta sayısının az olmasına bağlı olabileceği düşünöldü.

Kardiyak MR perfüzyon incelemesinin kateter koroner anjiyografi / koroner BT anjiyografi tetkikinde ilgili koroner arterdeki anlamlı darlığı saptamadaki her sulama alanı için duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerlerinin literatür ile karşılaştırılması Tablo 13'te özetlenmiştir.

Yazar	LAD Arter SA			CX Arter SA			RCA SA		
	Duyarlılık	Seçicilik	Doğruluk	Duyarlılık	Seçicilik	Doğruluk	Duyarlılık	Seçicilik	Doğruluk
Merkle*	%91	%83	%86	%82	%87	%85	%65	%90	%84
Klem*	%74	%75	%75	%71	%75	%74	%75	%75	%75
Klein**	%86	%97	-	%73	%89	-	%75	%92	-
Çalışmamız*	%94.6	%84.6	%90.3	%100	%100	%100	%100	%100	%100

Tablo 13: Çalışmamızın sulama alanlarına göre koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık seçicilik ve doğruluk oranlarının literatür ile karşılaştırılması. *: İlgili arterdeki %70 ve üzeri darlık; **: İlgili arterdeki %50 ve üzeri darlık; SA: Sulama alanı

Çalışmamızda kardiyak MR perfüzyon incelemesinde perfüzyon defekti saptanmayan 1 olguda (olgu 15) kateter koroner anjiyografi tetkikinde LAD arter D1 dalında osteal %90 darlık raporlanmış ve bu damarın ince damar olduğu not edilmiştir. Bu olguda darlık saptanan arterin ince olmasına ve olası kollateral dolaşım ile sağlanan perfüzyona bağlı olarak perfüzyon defekti saptanmamış olabileceği düşünöldü.

Çalışmamızın en önemli limitasyonlarından biri yaptığımız kardiyak MR perfüzyon incelemelerinin, perfüzyon defektini saptamada kullanılan SPECT gibi diğer kabul edilmiş perfüzyon incelemeleri ile karşılaştırılmamış olmasıdır. Kardiyak MR perfüzyon tetkikinin standart referans olarak anjiyografi incelemeleriyle karşılaştırılmış olması başka bir limitasyondur. Kateter koroner anjiyografi, günlük pratikte belirgin koroner arter hastalığının tanısında standart tanı yöntemi olmakla birlikte koroner arter darlığının hemodinamik anlamlılığını değerlendirme

yeteneğinden yoksundur. Çünkü koroner arter hastalığında prognoz morfolojik darlıktan çok darlığın fonksiyonel önemi ile ilişkilidir. Koroner arter darlığının fonksiyonel öneminin değerlendirilmesinde basınca bağlı fraksiyonel akım rezervinin (FFR) ölçülmesi invaziv altın standart bir uygulamadır (90). FFR, koroner arter darlığı varlığındaki maksimal koroner kan akımının, darlığın olmadığı durumda gerçekleşebilecek maksimal koroner kan akımına oranını gösterir. FFR ölçümünde aynı perfüzyon sahasındaki en ciddi koroner arter stenozu hedef lezyon olarak seçilir. Sensör başlıklı anjiyoplasti kılavuz teli kullanılarak hedef koroner arter lezyonu geçildikten sonra vazodilatör ajan ile hiperemi sağlanır. Ortalama poststenotik basınç ile ortalama aortik basınç oranı hesaplanır. Koroner arter darlığı varlığında stres altındaki koroner kan akımı FFR ile yakın ilişkilidir (91,92). Ancak invaziv ve kateterizasyon prosedürleriyle sınırlı bir yöntem olması ile oklüzyon durumlarında darlığın geçilememesi tetkikin dezavantajlarıdır. Rieber ve arkadaşları (93) 2006 yılında koroner arter hastalığının fonksiyonel değerlendirmesi için kardiyak MR perfüzyon tetkiki ile koroner anjiyografi ve FFR'ı karşılaştırmışlar ve MR perfüzyon tetkiki ile FFR ölçümleri arasında iyi derecede korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışmaya göre koroner anjiyografiyle beraber FFR ölçümü referans tetkik olarak kabul edildiğinde MR perfüzyon incelemesinin hemodinamik olarak anlamlı koroner arter lezyonlarını ayırt edebilmedeki duyarlılığı % 88 ve seçiciliği % 90'dır. Retrospektif yöntemle yaptığımız çalışmamızda hastaların çoğunda FFR ölçümleri yapılmamıştı. Literatürdeki çoğu çalışmada olduğu gibi anjiyografiyi referans yöntem olarak kabul ettik.

Çalışmamızın bir diğer limitasyonu kardiyak MR perfüzyon incelemesi yapılan hastaların koroner arterlerinin anjiyografik karşılaştırmasında tek bir yöntemin kullanılmamış olmasıdır. Koroner arter değerlendirilmesi 21 olguda kateter koroner anjiyografiyle ve 10 olguda koroner BT anjiyografiyle yapılmıştır. Ancak son yıllarda gelişen MDRBT teknolojisiyle birlikte koroner BT anjiyografi koroner arter hastalığı tespitinde yüksek duyarlılık, seçicilik ve doğruluk oranlarına sahiptir (94). Özellikle negatif öngörü değeri çok yüksek olduğundan perfüzyon defekti saptanmayan hastaların karşılaştırmasında kateter anjiyografiye alternatif bir yöntem olarak düşündük.

Çalışmamızın bir diğer limitasyonu geç kontrastlanma tetkikinin yapılmaması ve duvar hareketlerinin değerlendirilmemiş olmasıdır. Klem ve arkadaşlarının (81) çalışmasında kardiyak MR perfüzyon tetkikine geç kontrastlanma değerlendirmesinin eklenmesinin anlamlı koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık, seçicilik ve doğruluk değerlerini arttırdığı ortaya konulmuştur. Plein ve arkadaşları (80) ise perfüzyon incelemesinin miyokardiyal fonksiyon ve geç kontrastlanma ile kombinasyonun sadece perfüzyon incelemesine göre daha duyarlı olduğunu saptamışlardır. Olgularımıza uygulanan kardiyak MR perüzyon tetkik protokolünde fonksiyonel değerlendirme de bulunmakla birlikte sadece MR perfüzyon değerlendirmesinin anlamlı koroner arter darlığını saptamadaki etkinliğini ortaya koymayı amaçladık ve bu nedenle fonksiyonel bulguları dikkate almadık.

Çalışmamızın diğer limitasyonları hasta sayısının sınırlı olması ve retrospektif olarak yapılmış olmasıdır. Daha geniş hasta serileri ile yapılmış, prospektif kurgulanmış ileri çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünüyoruz.

7.SONUÇ:

Kardiyak MR perfüzyon tetkiki koroner arterlerde anlamlı darlık saptamada kateter koroner anjiyografi ile karşılaştırıldığında yüksek duyarlılık ve seçiciliğe sahiptir. Farmakolojik stres ajan olarak adenozin kullandığımız kardiyak MR perfüzyon tetkiki çalışmamızda, kateter koroner anjiyografi veya koroner BT anjiyografi tetkikinde tanımlanan %70 ve üzeri koroner arter darlığını saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif ve negatif öngörü değerleri literatür ile uyumlu olarak yüksek bulunmuştur. Yine bu açıdan değerlendirildiğinde, kardiyak MR perfüzyon incelemesi ile anjiyografi incelemeleri arasında anlamlı tanısal farklılık saptanmamış olup, bu incelemeler arasında iyi - mükemmel derecede uyum bulunmuştur.

Sonuç olarak kardiyak MR perfüzyon tetkiki, koroner arter hastalığını değerlendirmede ve anlamlı koroner arter darlığını dışlamada günümüzde hâlâ altın standart kabul edilen katater anjiyografiye güçlü bir alternatif yöntem olarak görülmektedir. Bu yöntemin daha yaygın kullanılması ile günümüzde koroner arter hastalığında altın standart olarak kabul edilen ve invaziv bir girişim olan kateter koroner anjiyografi işlemi sayısında azalma olabileceğini düşünmekteyiz.

8.ÖZETLER:

8.1. TÜRKÇE ÖZET:

GİRİŞ VE AMAÇ.

Koroner BT anjiyografi veya katater koroner anjiyografi sonuçları ile karşılaştırarak, kardiyak MR perfüzyon incelemesinin koroner arter hastalığını saptamadaki etkinliğinin değerlendirilmesidir.

GEREÇ – YÖNTEM:

Çalışma için Aralık 2009 – Kasım 2010 tarihleri arasında kardiyak MR perfüzyon incelemesi yapılan ve bir ay içerisinde kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi uygulanmış 31 hasta tespit edildi. Kardiyak MR perfüzyon incelemesinde (streste ve istirahatte) Balanced TFE sekansı kullanılarak kontrast maddenin miyokardiyal ilk geçişini içeren sol ventrikül uzun aksına dik, kısa eksende 3 – 4 kesitlik dinamik görüntüler elde edildi. Stres incelemede vazodilatör ajan olarak IV yolla adenosin infüzyonu yapıldı. Kontrast madde olarak 0.08 mmol/kg gadobutrol kullanıldı. MR perfüzyon görüntüleri görsel yöntemle değerlendirildi. Kardiyak MR perfüzyon incelemesi sonuçları ile kateter koroner anjiyografi ya da koroner BT anjiyografi sonuçları tüm koroner arter sulama alanları ve her bir koroner arter sulama alanı için karşılaştırıldı, tanısal farklılığı değerlendirmede Mc Nemar testi ve incelemeler arasında uyumu değerlendirmek için Kappa testi uygulandı.

BULGULAR:

Toplam 31 hastada yapılan değerlendirmede, koroner arterde %70 ve üzeri darlığı saptamada kardiyak MR perfüzyon tetkikinin duyarlılığı %94.7, seçiciliği %83, doğruluğu %90.3, pozitif öngörü değeri %90, negatif öngörü değeri %90.9 olarak bulundu. Anjiyografi tetkiki (kateter koroner anjiyografi / koroner BT anjiyografi) ile MR perfüzyon tetkiki arasında anlamlı fark saptanmadı (p değeri > 0.05). İki inceleme arasında iyi derecede uyum görüldü (κ değeri 0.79). Sulama alanlarına göre yapılan değerlendirmede MR perfüzyon tetkikinin ilgili koroner arter veya dallarında %70 ve üzeri darlık / oklüzyon saptamadaki duyarlılık, seçicilik, doğruluk, pozitif öngörü ve negatif öngörü değeri sırasıyla LAD arter için; %94.4, %84.6, %90.3, %89.4,%91.6, CX arter ve RCA için; %100, %100, %100, %100 ve %100 olarak saptandı.

SONUÇ:

Kardiyak MR perfüzyon tetkiki, koroner arter hastalığını değerlendirmede ve anlamlı koroner arter darlığını dışlamada günümüzde hâlâ altın standart kabul edilen katater anjiyografiye güçlü bir alternatif yöntem olarak görülmektedir. Bu yöntemin daha yaygın kullanılması ile günümüzde koroner arter hastalığında altın standart olarak kabul edilen ve invaziv bir girişim olan kateter koroner anjiyografi işlemi sayısında azalma olabileceğini düşünmekteyiz.

ANAHTAR KELİMELEER: Kardiyak MR perfüzyon, kateter koroner anjiyografi, koroner BT anjiyografi, koroner arter hastalığı.

8.2. İNGİLİZCE ÖZET:

AIM:

Aim of this study is to evaluate the efficacy of Cardiac MRI Perfusion Survey for diagnosis of coronary artery disease by comparing with results of Coronary CT Angiography or results of Catheter Coronary Angiography.

MATERIAL AND METHODS:

31 patients who have been applied to Cardiac MRI Perfusion survey and after that in one month to Coronary CT Angiography or Catheter Coronary Angiography was found between December 2009 and November 2010. Dynamic images perpendicular to the long axis of the left ventricle, 3 to 4 cross sections on the short axis were obtained containing the myocardial first pass of the contrast agent by using "Balanced TFE" sequence on Cardiac MRI Perfusion examination (stress and rest). Intravenous infusion of adenosine was made as a vasodilator agent on stress examination. As a contrast agent 0.08 mmol/kg gadobutrol was used. MRI perfusion images were evaluated by visual method. The results of Cardiac MRI Perfusion survey, Catheter Coronary Angiography or Coronary CT Angiography were compared for the all coronary artery territories and each artery territory. Mc Nemar test was used to evaluate difference of diagnosis and Kappa test was used to evaluate the harmony of the surveys.

RESULTS:

In the evaluation of 31 patients, the sensitivity of MRI perfusion survey for establishing 70% and more stenosis of coronary artery was 94,7% and the specificity was 83%, accuracy was 90.3%, positive predictive value was 90%, negative predictive value was 90.9%. There was no significant difference between angiography survey (coronary CT angiography or catheter coronary angiography) and MRI perfusion survey (p value> 0.05). There was good harmony between two surveys (κ value is 0.79). In the evaluation according to coronary artery territories the sensitivity, specificity, accuracy, positive predictive and negative predictive value of MRI perfusion survey to detect 70% and more stenosis of LAD artery were respectively 94.4%, 84.6%, 90.3%, 89.4%, 91.6%, and for the CX artery and RCA were %100, %100, %100, %100 and %100.

CONCLUSION:

Cardiac MRI Perfusion Survey seems to be a strong alternative method to the Catheter Coronary Angiography which has been accepted as a gold standard in evaluation of coronary artery disease and in excluding coronary artery stenosis. We think that number of catheter coronary angiography which is an invasive survey may be decrease as this method will spread more.

KEY WORDS: Cardiac MR Perfusion, Catheter Coronary Angiography, Coronary CT Angiography, Coronary Artery Disease.

9.KAYNAKLAR:

1. Kumar V, Cotran RS, Robbins SL Kalp. Nobel tıp kitabevleri Ltd.Şti. /Basic Pathology. Temmuz 2000;308-339.
2. S. Silber, Richartz B.M. Impact of both cardiac-CT and cardiac-MR on the assessment of coronary risk. Z Kardiol.2005;94 Suppl 4:IV/70-80.
3. Janssen C.H.C., Kuijpers D., Oudkerk M. MR Perfusion İmaging for the Detection of Myocardial İschemia. İmaging Decisions July 2004;8:13–17.
4. Bayraktaroğlu S, Alper H. Koroner Arter Hastalığı Tanısı ve Prognoz Belirlemede Kardiyak Manyetik Rezonans Görüntüleme. Anadolu Kardiyol Derg 2008;Özel Sayı 1;38-42.
5. Kim H.W, Klem I, Kim R. J.Detection of Myocardial İschemia by Stres Perfusion Cardiovascular Magnetic Resonance. Cardiology Clinics 2007;25:57-70.
6. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, et al. Appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group. J AmColl Cardiol 2006;48:1475–97.
7. Nagel E, et al. Magnetic resonance perfusion imaging for detection of ischemic heart disease. Heart Metab. 2008;38:19–21.
8. Miles MW, Zipes DP. Kardiyovasküler hastalıklar. Andreoli TE, Carpenter CCJ, Plum F, Smith LH. İstanbul Yüce Yayınları A.Ş. / Cecil Essentialis of Medicine. 1989 İstanbul:2-15.
9. Joseph F. Malouf, William D. Edwards, A. Jamil Tajik, James B Seward. Kalbin Fonksiyonel Anatomisi. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA, Roberts R, King SB, Wellens HJJ et al. And Danışmanlık, Eğitim, Yayıncılık ve organizasyon Ltd.Şti/ Hurst's The Heart. 2002;19-62.
10. Le Winter MM, Osol G. Kardiyovasküler sistem normal fizyolojisi. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA, Roberts R, King SB, Wellens HJJ et al. And Danışmanlık, Eğitim, Yayıncılık ve Organizasyon Ltd.Şti. / Hursf's The Heart. 2002;63-90.
11. Moore, Keith L, Dalley II Arthur F Clinically Oriented anatomy 4th edition 1999 Lippincott Williams & Wilkins: 132-136.
12. Atlas of Vascular Anatomy - An Angiographic Approach (R. Uflacker, 2nd Ed. 2006:78-120
13. Reig J. Anatomical variations of the coronary arteries: I. The most frequent variations. Eur J Anat. 2003;7(Suppl 1):29–41.
14. Schweiger MJ. Coronary angiography. In: Uretsky BF. Cardiac catheterization: concepts, techniques and applications. Malden, Mass: Blackwell Science 1997;196–260.
15. Vogl TJ, Abolmaali ND, Diebold T, et al. Techniques for the detection of coronary atherosclerosis: multi-detector row CT coronary angiography. Radiology 2002;223:212–220.

16. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet AM, 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;33:1756-1824.
17. Austen WG, Edwards JE, Frye RL, et al. A reporting system on patients evaluated for coronary artery disease. Report of the Ad Hoc Committee for Grading of Coronary Artery Disease, Council on Cardiovascular Surgery, American Heart Association. *Circulation* 1975;51:5-40.
18. Udo Hoffmann, MD. Antonio J. Pena, MD. Ricardo C. Cury, MD Suhny Abbara, MD. Maros Ferencik, MD, PhD. Fabian Moselewski, MD. Uwe Siebert, MD, PhD. Thomas J. Brady, MD. John T. Nagurney, MD, MPH. Cardiac CT in Emergency Department Patients with Acute Chest Pain. *RadioGraphics* 2006; 26:963-980
19. Paç M, Akçevin A, Aka SA, Büket S, Sarioglu T. Kalp ve Damar Cerrahisi, Ankara: MN Medikal& Nobel, 2004;1-271.
20. Feigl EO. Coronary physiology. *Physiol Rev.* 1983;63:1-205. [PMID: 6296890] Tune JD, Gorman MW, Feigl EO. Matching coronary blood flow to myocardial oxygen consumption. *J Appl Physiol.* 2004;97:404-415. [PMID: 15220323]
21. Berne RM. The role of adenosine in the regulation of coronary blood flow. *Circ Res.* 1980;47:807-813. [PMID: 6254686]
22. Olsson RA, Bungler R. Metabolic control of coronary blood flow. *Prog Cardiovasc Dis.* 1987;29:369-387. [PMID: 3547501]
23. Young MA, Vatner SF. Regulation of large coronary arteries. *Circ Res.* 1986;59:579-596. [PMID: 3545531]
24. Tune JD, Gorman MW, Feigl EO. Matching coronary blood flow to myocardial oxygen consumption. *J Appl Physiol.* 2004;97:404-415. [PMID: 15220323]
25. Gattullo D, Pagliaro P Marsh NA, et al. New insights into nitric oxide and coronary circulation. *Life Sci.* 1999;65:2167-2174. [PMID: 10576588]
26. M.H.Crawford & J.P.DiMarco. Crawford Kardiyoloji 1. baskı 1. cilt 2003;1.1-1.11 AND Danışmanlık, Eğitim, Yayıncılık ve Organizasyon Ltd. Şti
27. Ross R. Atherosclerosis – an inflammatory disease. *N Engl J Med* 1999;340:115-126.
28. Ross R, Glomset, JA. The pathogenesis of atherosclerosis. *N Engl J Med* 1976;295:420-425.
29. Steinberg D, Parthasarathy S, Carew TE, Khoo JC, Witztum JL. Beyond cholesterol. Modifications of low density lipoprotein that increase its atherogenicity. *N Engl J Med* 1989;320:915-925.
30. Grundy SM, Pasternak R, Greenland P, Smith S Jr, Fuster V. AHA/ACC scientific statement: Assessment of cardiovascular risk by use of multiple-risk-factor assessment equations: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association and the American College of Cardiology. *J Am Coll Cardiol* 1999;34(4):1348-1359.

31. Schwenke DC, Carew TE. Initiation of atherosclerotic lesions in cholesterol-fed rabbits II. Selective retention of LDL vs. selective increases in LDL permeability in susceptible sites of arteries. *Arteriosclerosis* 1989;9:908-918.
32. Saikku P, Leinonen M, Mattila K, et al. Serological evidence of an association of a novel Chlamydia, TWAR, with chronic coronary heart disease and acute myocardial infarction. *Lancet* 1988;2:983-986.
33. Saikku P. Chlamydia pneumoniae and atherosclerosis – an update. *Scand J Infect Dis Suppl* 1997;104:53-56.
34. Crea F, Gaspardone A. New look to an old symptom: angina pectoris. *Circulation* 1997;96:3766–3773.
35. Tomai F, Crea F, Chiariello L, Gioffre PA. Ischemic preconditioning in humans: models, mediators, and clinical relevance. *Circulation* 1999;100:559–563.
36. Cohn PF, Fox KM, Daly C. Silent myocardial ischemia. *Circulation* 2003;108:1263–1277.
37. Gould KL, Kirkeeide RL, Buchi M. Coronary flow reserve as a physiologic measure of stenosis severity. *J Am Coll Cardiol* 1990;15:459–474.
38. Gould KL. Effects of coronary stenoses on coronary flow reserve and resistance. *Am J Cardiol* 1974;34:48–55.
39. Mohlenkamp S, Hort W, Ge J, Erbel R. Update on myocardial bridging. *Circulation* 2002;106:2616–2622.
40. Braunwald E. Unstable angina. A classification. *Circulation* 1989;80:410–414.
41. Myocardial infarction redefined—a consensus document of The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the redefinition of myocardial infarction. *Eur Heart J* 2000;21:1502–1513.
42. Libby P. Molecular bases of the acute coronary syndromes. *Circulation* 1995;91:2844–2850.
43. Wright J, Bogaert J. The ESC Textbook of Cardiovascular Imaging. Springer-Verlag London Limited / CMR: Basic Principles. 2010;Chapter 6:111-120.
44. Kim HW, Rehwald W, White JA, et al. Magnetic resonance imaging of the heart. *Cardiology Clinics* 2007;25:1-13.
45. Higgins CB, Roos A. MRI and CT of the Cardiovascular System, second edition. Lippincott Williams & Wilkins 2006;260-297.
46. Topol J.E. Kardiyovasküler Manyetik Rezonans Görüntüleme. James Thomas. Güneş Tıp Kitabevi Ltd.Şti/ Textbook of Cardiovascular Medicine. 2008;897-930.
47. Finn P, Nael K, Desphande V, Ratib O, Laub G. Cardiac MR Imaging: State of the Technology. *Radiology* 2006; 241:338-354.
48. Weishaupt D, Köchli VD, Marincek B. How does MRI Work? An Introduction to the Physics and Function of Magnetic Resonans Imaging – Basic Pulse Sequences Springer 2008;47-56.

49. Constantine G, Shan K, Flamm SD, Sivananthan MU. Role of MRI clinical cardiology. *Lancet* 2004;363: 2162-2171.
50. Croisille P, Revel D. MR imaging of the heart: functional imaging. *European Radiology* 2000;10:7-11.
51. Kramer CM. Cardiovascular MRI: The future is now. *Electromedia* 2001;2:1-6.
52. Van der Wall EE, Rugge P, Vliegen HW, Reiber JHC, Roos A & Bruschke AVG. Ischemic heart disease: value of MR techniques. *International Journal of Cardiac Imaging* 1997;13:179-189.
53. Earls JP. Cardiac MRI: Recent progress and future challenges. *Advanced MRI* 2002:1-10
54. Plein S, Ridgway JP, Jones TJ, Bloonier TN, Sivananthan MU. Coronary artery disease: assessment with a comprehensive MR imaging protocol-initial results. *Radiology* 2002;225:300-307.
55. Thomson LEJ, Kim RJ, Judd RM. Magnetic resonance imaging for the assessment of myocardial viability. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2004;19:771-788.
56. Barkhausen J, Hunold P, Jochims M et al. Imaging of myocardial perfusion with magnetic resonance *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2004;19:750-757.
57. Duerinckx AJ, Kumar NG. One-stop MR evaluates function and perfusion. *CVT Diagnostic Imaging* 2000; November:1-7.
58. Nagel E, Al-Saadi N, Fleck E. Cardiovascular magnetic resonance: myocardial perfusion. *Herz* 2000;4:409-416.
59. Lipton MJ, Bogaert J, Boxt LM, Reba RC. Imaging of ischemic heart disease. *European Radiology* 2002;12(5):1061-1080.
60. Sensky PR, Jivan A, Hudson NM, Keal RP, Morgan B, Tranter JL et al. Coronary artery disease: combined stress MR imaging protocol-one-stop evaluation of myocardial perfusion and function. *Radiology* 2000;215:608-614.
60. Lund GK, Watzinger N, Saeed M, Reddy GP, Yang M, Araoz PA, Curatola D, Chronic heart failure: global left ventricular perfusion and coronary flow reserve with velocity-encoded cine MR imaging: initial results. *Radiology* 2003;227:209-215.
61. Akinpelu AOD. Treadmill and pharmacologic stress testing. *E Medicine Instant Access to the Minds of Medicine* 2003; 21:9-11.
62. Sugishita J, Koscki S, Matsudo M. Dissociation between regional myocardial dysfunction and EKG changes during myocardial ischemia induced by exercise in patients with angina pectoris. *Am Heart J* 1993;106:1-8.
63. Upton MT, Rerych SK, Newman GE, Port S, Cobb FR, Jones RH. Detecting abnormalities in left ventricular function during exercise before angina, and ST segment depression. *Circulation* 1980; 62:341-349.
64. Raza JA, Reeves WC, Movahed A. Pharmacological stress agents for evaluation of ischemic heart disease. *International Journal of Cardiology* 2001;81:157-167.

65. Kayaalp O. Rasyonel Tedavi Yönünden Tıbbi Farmakoloji. 9. baskı. Hacettepe TAŞ. Ankara, 2000;602-603.
66. Pujadas S, Reddy GP, Weber O, Lee JJ, Higgins CB. MR Imaging assesment of cardiac function. *Journal of Magnetic Resonance Imaging* 2004;19:789-799.
67. Underwood DA. Which medications should be held before a pharmacologic or exercise stress test? *Cleveland Clinic Journal of Medicine* 2002;69:449-450.
68. Candan İ, Oral D, Kardiyoloji. Ankara: ANTIP A.Ş. 2002; 227–270.
69. Rodenwaldt J. Multislice computed tomography the coronary arteries. *Eur Radiol.* 2003;13:748–757.
70. Fisher LD, Judkins MP, Lesperance J et al. Reproducibility of coronary arteriographic reading in the coronary artery surgery study (CASS). *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1982;8:565–575.
71. Windecker S, Maier-Rudolph W, Bonzel T et al. Interventional cardiology in Europe 1995. *Eur art J.* 1999;20:484–495.
72. Lee RT, Grodzinsky AJ, Frank EH, Kamm RD, Schoen FJ. Structure-dependent dynamic mechanical behavior of fibrous caps from human atherosclerotic plaques. *Circulation.* 1991;83:1764–1770.
73. Desjardins B, Kazeroni EA. ECG-Gated cardiac CT. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 182:993–1010.
74. Gray H, Williams PL, Bannister LH. *Gray's Anatomy: the Anatomical Basis of Medicine and Surgery* 38th ed. Newyork, NY: Churchill Livingstone, 1995:1507.
75. Schoenhagen P, Halliburton SS, Stillman AE, et al. Noninvasive Imaging of Coronary Arteries: Current and Future Role of Multi-Detector Row CT. *Radiology* 2004; 182:617–618.
76. Prasad SK, Lyne J, Chai P, Gatehouse P. Role of cardiac magnetic resonance in assessment of myocardial perfusion. *Eur Radiol* 2005;15 (Suppl 2):B42-47.
77. Burgstahler C, Kunze M, Gawaz MP, Rasche V, Wöhrle J, Hombach V, Merkle N: Adenosine stress first pass perfusion for the detection of coronary artery disease in patients with aortic stenosis: a feasibility study. *Int J Cardiovasc Imaging* 2008;24:195-200.
78. Greenwood JP, Younger JF, Ridgway JP, Sivananthan MU, Ball SG, Plein S. Safety and diagnostic accuracy of stress cardiac magnetic resonance imaging vs exercise tolerance testing early after acute ST elevation myocardial infarction. *Heart* 2007;93:1363-1368.
79. Hamon M, Fau G, Née G, et al. Meta-analysis of the diagnostic performance of stress perfusion cardiovascular magnetic resonance for detection of coronary artery disease. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance* 2010;12:29.
80. Plein S, Greenwood JP, Ridgway JP, et al. Assessment of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes with cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:2173-2181.

81. Klem I, Heitner JF, Shah DJ, et al. Improved detection of coronary artery disease by stress perfusion cardiovascular magnetic resonance with the use of delayed enhancement infarction imaging. *J Am Coll Cardiol* 2006; 47:1630-1638.
82. Nagel E, Klein C, Paetsch I, et al. Magnetic resonance perfusion measurements for the noninvasive detection of coronary artery disease. *Circulation* 2003;108:432-437.
83. Klein C, Gebker R, Kokocinski T, Dreysse S, Schnackenburg B, Fleck E, Nagel E: Combined magnetic resonance coronary artery imaging, myocardial perfusion and late gadolinium enhancement in patients with suspected coronary artery disease. *J Cardiovasc Magn Reson* 2008;10:45.
84. Pilz G, Bernhardt P, Klos M, et al. Clinical implication of adenosine-stress cardiac magnetic resonance imaging as potential gatekeeper prior to invasive examination in patients with AHA/ACC class II indication for coronary angiography. *Clin Res Cardiol* 2006;95:531-538.
85. Merkle N, Wöhrle J, Grebe O, et al. Assessment of myocardial perfusion for detection of coronary artery stenoses by steady-state, free-precession magnetic resonance first-pass imaging. *Heart* 2007;93:1381-1385.
86. Cheng AS, Pegg TJ, Karamitsos TD, et al. Cardiovascular magnetic resonance perfusion imaging at 3-tesla for the detection of coronary artery disease: a comparison with 1.5-tesla. *J Am Coll Cardiol* 2007;49:2440-2449.
87. Meyer C, Strach K, Thomas D, Litt H, Nähle CP, Tiemann K, Schwenger U, Schild HH, Sommer T. High-resolution myocardial stress perfusion at 3 T in patients with suspected coronary artery disease. *Eur Radiol* 2008;18:226-233.
88. Rose G, McCartney P, Reid DD. Self-administration of a questionnaire on chest pain and intermittent claudication. *Br J Prev Soc Med* 1977;31:42-8.
89. Klem I, Greulich S, Heitner JF, et al. Value of cardiovascular magnetic resonance stress perfusion testing for the detection of coronary artery disease in women. *J Am Coll Cardiol Img* 2008, 1:436-45.
90. Pijls NH, Klauss V, Siebert U, et al. Coronary pressure measurement after stenting predicts adverse events at follow-up: a multicenter registry. *Circulation* 2002;105:2950–2954.
91. Pijls NH, Van Son JA, Kirkeeide RL, et al. Experimental basis of determining maximum coronary, myocardial, and collateral blood flow by pressure measurements for assessing functional stenosis severity before and after percutaneous transluminal coronary angioplasty. *Circulation* 1993;87:1354–1367.
92. De Bruyne B, Baudhuin T, Melin JA, et al. Coronary flow reserve calculated from pressure measurements in humans. Validation with positron emission tomography. *Circulation* 1994;89:1013–1022.
93. Rieber J, Huber A, Erhard I, et al. Cardiac magnetic resonance perfusion imaging for the functional assessment of coronary artery disease: a comparison with coronary angiography and fractional flow reserve. *European Heart Journal*. 2006;27:1465-1471.
94. Herzog C, Zwerner P, Doll JR, et al. Significant Coronary Artery Stenosis: Comparison on Per-Patient and Per-Vessel or Per-Segment Basis at 64-Section CT Angiography Radiology. 2007;244 (1):112-120.

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu

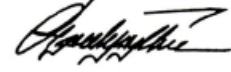
Sayı: 292
Konu: Karar hk.

27.09.2010

Prof.Dr.Erkan YILMAZ
Dr.Mehmet Sait DOĞAN

Komisyonumuz tarafından 22.09.2010 tarih ve 219-İOÇ protokol numaralı 2010/12-33 karar ile onayı alınan “**Koroner Arter Hastalığında Miyokardiyal İskeminin Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki İle Değerlendirilmesi:Kateter ve BT Anjiyografi Bulguları ile Karşılaştırma-MSD01**” konulu araştırmanıza ilişkin Komisyonumuz kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.



Prof.Dr.Ayşegül YILDIZ
Başkan

Ek: Komisyon Kararı

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Yerleşkesi İnciraltı 35340 İZMİR-TÜRKİYE
Tel:0 232 4122254 - 0 232 4122258 Faks: 0232 4122243 Elektronik posta:etikkurul@deu.edu.tr

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU KARARI

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR DEĞERLENDİRME KOMİSYONU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 1. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	219-İOÇ
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ <input type="checkbox"/> AKADEMİK AMAÇLI <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Koroner Arter Hastalığında Miyokardiyal İskeminin Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki İle Değerlendirilmesi:Kateter ve BT Anjiyografi Bulguları ile Karşılaştırma-MSD01
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	-
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Erkan YILMAZ Dr.Mehmet Sait DOĞAN
	ARAŞTIRMA MERKEZİ ve AÇIK ADRESİ	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiagnostik A.D İnciraltı-İZMİR 35340
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input type="checkbox"/> ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe <input type="checkbox"/> İngilizce <input checked="" type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2010/12-33	Tarih:22.09.2010
	Prof.Dr.Erkan YILMAZ'ın proje yöneticisi olduğu Dr.Mehmet Sait DOĞAN sorumluluğunda yapılması tasarlanan "Koroner Arter Hastalığında Miyokardiyal İskeminin Kardiyak MR Perfüzyon Tetkiki İle Değerlendirilmesi:Kateter ve BT Anjiyografi Bulguları ile Karşılaştırma-MSD01" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	

ETİK KURUL BİLGİLERİ

ÇALIŞMA ESASI	DEU Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmaları Değerlendirme Komisyonu Yönergesi , İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
ETİK KURUL ÜYELERİ	

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile İlişkili mi?		İmza
Prof. Dr. Ayşegül YILDIZ (Başkan)	Psikiyatri	DEU Tıp Fakültesi Psikiyatri Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Dr.Ecz.İskender İNCE (Başkan yardımcısı)	Eczacı	Ege Üniversitesi ARGEFAR	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
Prof.Dr.Osman AÇIKGÖZ	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Ph.D..Z.Candan ALGUN	Ph.D.Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	izlemi
Prof.Ph.D.Zuhal BAHAR	Ph.D. Yüksek Hemşire	DEU Hemşirelik Yüksekokulu	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
Prof.Dr.Nuray DUMAN	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Derya ERÇAL	Genetik	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Genetik Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
Prof.Dr.Ömer Selahattin TOPALAK	İç Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Hülya ELLİDOKUZ	Halk Sağlığı	DEU Onkoloji Enstitüsü Prevatif Onkoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Mukaddes GÜNELİ	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
Doç Dr. Yeşim ÖZTÜRK	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
Av. Tayfun OZANKAYA	Hukuk	Serbest	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	katılmadı
İhsan ÇELİKDEMİR	Sağlık mensubu olmayan üye	75. Yıl Özel İlköğretim Okulu Müdür Yrd.	Erkek	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

* Girişimsel (İnvaziv) Olmayan Klinik Araştırmalar Değerlendirme Komisyonu Karar Formu