

T.C.
YEDİTEPE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI

UZMANLIK TEZİ

**KORONER ARTERLERDEKİ BİFURKASYON
LEZYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE ÇOK
KESİTLİ BİLGİSAYAR TOMOGRAFİ İLE
KONVANSİYONEL KORONER ANJİYOĞRAFİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

DR. ALİ KEMAL KALKAN

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. ELİF EROĞLU BÜYÜKÖNER

İSTANBUL
2011

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

Dr. Ali Kemal KALKAN

2011

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında danışmanlığımı yapan, bilimsel araştırma ve çalışmalarına yön veren Sayın Doç. Dr. Elif EROĞLU BÜYÜKÖNER'e, asistanlık süresi içinde bilgi ve deneyimleri ile yetişmemde büyük emeği olan, uzmanlık eğitimine başladığım ilk günden itibaren bilimsel ve sosyal her alanda desteklerini esirgemeyen Sayın Prof Dr. Muzaffer DEĞERTEKİN'e, kısa bir süre birlikte çalışmamıza rağmen bilimsel anlamda paylaşımlarını hiç kesmeyen ve tezimin hazırlanmasında büyük katkıları olan Sayın Doç. Dr Gökmen GEMİCİ' ye, birlikte çalışmaktan keyif aldığım Doç. Dr. Fatih Bayrak'a, Yard. Doç. Dr. Olcay ÖZVEREN'e, tanıştığımız ilk günden beri her sıkıntıda yanımda olan sevgili abim Dr. Y. Sinan AYDIN' a, asistan arkadaşlarım Serkan KARAHAN, Veysel ÇINAR' a, yine tezimin oluşmasında önemli yardımları olan değerli arkadaşım anjiyografi teknisyenimiz Evren SARI' ya, birlikte çalıştığım tüm hemşire ve yardımcı sağlık elemanı arkadaşlarıma,

Varlıklarıyla her zaman yanımda hissettiğim, sevgilerini ve yardımlarını benden esirgemeyen, yakın zamanda hayatımı birleştirecek olduğum sevgili nişanlım Kübra' ya ve aileme sonsuz şükranlarımı sunarım.

DR. Ali Kemal KALKAN

2011

İÇİNDEKİLER

BEYAN.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
TABLolar LİSTESİ.....	VI
ŞEKİLLER / RESİMLER LİSTESİ.....	VII
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ.....	IX
ÖZET.....	XI
ABSTRACT.....	XI

I

1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1: Koroner arter hastalığı.....	3
2.1.1: Aterosklerotik damar.....	3
2.1.2: Aterosklerotik risk faktörleri.....	5
2.1.3: Koroner arter anatomisi.....	6
2.2: Koroner bifurkasyon lezyonları.....	8
2.2.1: Tanım.....	8
2.2.2: Koroner bifurkasyon lezyonlarının patogenezi.....	8
2.2.3: Koroner bifurkasyon lezyonlarının klinik önemi.....	9
2.2.4: Koroner bifurkasyon lezyonların sınıflandırılması.....	10
2.2.5: Koroner bifurkasyon lezyonları perkütan yolla tedavisinde kullanılan yöntemler.....	13
2.3: Koroner Arter Hastalığında Görüntüleme Yöntemleri.....	15

2.3.1: Konvansiyonel Koroner Anjiyografi.....	15
2.3.1.1: Koroner arterlerin kateterizasyonu.....	16
2.3.1.2: Konvansiyonel koroner anjiyografi görüntüleri.....	17
2.3.2: Çok kesitli bilgisayar tomografi	20
2.3.2.1: Bilgisayarlı tomografinin tarihçesi.....	20
2.3.2.2: ÇKBT temel fizik prensipleri.....	21
2.3.2.3: ÇKBT koroner anjiyografide veri elde etme.....	22
2.3.2.4: ÇKBT Koroner anjiyografi rekonstrüksiyon ve reformasyonların oluşturulması.....	23
2.3.2.5: ÇKBT Koroner anjiyografi endikasyonları ve Kontraendikasyonları.....	27
2.3.2.6: ÇKBT Koroner anjiyografide hasta hazırlığı.....	28
2.3.2.7:ÇKBT Koroner anjiyografide hasta kontrast madde kullanımı.....	29
2.3.2.8: ÇKBT Koroner anjiyografide artefaktlar.....	30
2.3.2.9: ÇKBT Koroner anjiyografinin klinik kullanımı.....	31
2.4: İntravasküler ultrasonografi.....	33
2.5: Manyetik rezonans anjiyografi.....	35
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	36
4. BULGULAR.....	38
6. TARTIŞMA.....	44
7. SONUÇ.....	48
8. KAYNAKLAR.....	49

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Koroner arter hastalığı risk faktörleri.....	5
Tablo 2.2: Koroner arterlerin segmenter sınıflandırılması.....	7
Tablo 2.3: Konvansiyonel koroner anjiyografide kullanılan rutin görüntü açıları.....	18
Tablo 4.1: Hastaların Demografik Özellikleri.....	38
Tablo 4.2: Çok kesitli bilgisayar tomografi, koroner anjiyografi tetkikinin bifurkasyon lezyonlarında tanısal değeri.....	40
Tablo 4.3: ÇKBT ve KKA test sonuçlarının hasta sayısına ve lezyon sayısına göre karşılaştırılması.....	41

ŞEKİLLER / RESİMLER LİSTESİ

Şekil 1.1 : TEKHARF Çalışması 2007/2008 Türk Halkı koroner arter hastalığı prevalansının yaşa göre dağılımı

Şekil 2.1: Ateroskleroz gelişiminde ve ilerlemesinde hücrel etkileşimler

Şekil 2.2: Aterosklerotik hastalık ile düşük shear stres ilişkisi

Şekil 2.3: Bifurkasyon lezyonlarının sınıflandırılmaları

Şekil 2.4: Medina Sınıflandırması

Şekil 2.5: Medina Sınıflandırmasına göre gerçek bifurkasyon lezyonları

Şekil 2.6: Koroner bifurkasyon lezyonlarının perkütan yolla girişimsel tedavisinin sınıflandırılması

Şekil 2.7: Sağ kaudal projeksiyonda LMCA, LAD ve LCx ve dallarının görünümü. (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi).

Şekil 2.8: Kraniyal anterior posterior projeksiyonda LAD ve diyagonal arterlerin görünümü. (Yeditepe Üniversite Hastanesi Arşivi).

Şekil 2.9: Sol oblik projeksiyonda RCA ve dallarının görünümü (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi)

Şekil 2.10: Çok kesitli bilgisayarlı tomografinin şematik görünümü

Şekil 2.11: A) Ventrikül hacim görüntülenmesi (Volume Rendering-VR), B) Koroner dallar ventrikül kavitesinden ayrı olarak görüntülenmesi. (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi)

Şekil 2.12: Ventrikül hacim görüntülenmesi, üzerinde koroner arterlerin görünümü (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi).

Şekil 2.13: A) MPR görüntüleme B) Globe görüntüleme sol ve sağ koroner arterler (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi).

Şekil 2.14: A) İki boyutlu koroner haritlamada sol ve sağ koroner arterler B) MPR görüntülemeye sağ koroner arter, C) LAD nin uzatılmış ve kısa eksen görüntüleri. (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi)

Şekil 2.15: İnvasküler ultrasonografi ile bifurkasyon lezyonunun gösterilmesi.

Şekil 4.1: Bifurkasyon lezyonuna sahip hastanın konvansiyonel koroner anjiyografi ve çok kesitli bilgisayar tomografi görüntülerinin karşılaştırılması; A,B) Cx-Optus marjinal 2 dalı bifurkasyon lezyonunun KKA görüntüsü, C) lezyonun MPR-curve, D) uzatılmış ve kısa eksen E) globe görüntüde izlenimi

Şekil 4.2: Bifurkasyon lezyonuna sahip hastanın konvansiyonel koroner anjiyografi ve çok kesitli bilgisayar tomografi görüntülerinin karşılaştırılması; A) LAD-Diagonal1 kritik bifurkasyon lezyonunun konvansiyonel koroner anjiyografi, B) globe tekniği, C) MPR- curve, D) uzatılmış ve kısa eksen görüntüleri.

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

- ACC: American College of Cardiology
AHA: American Heart Association
AKS : Akut koroner sendrom
AP: Anterior posterior
BT: Bilgisayarlı tomografi
ÇKBT: Çok kesitli bilgisayar tomografi.
DMV: Distal ana damar,
EKG: Elektrokardiyogram
HU: Hounsfield Ünitesi
İV: İntravenöz
IVUS: İnvasküler ultrasonografi
KABG: Koroner arter by-pass greft.
KAH: Koroner arter hastalığı
KKA: Konvansiyonel koroner anjiyografi
LAD: Sol ön inen arter.
LAO: Sol anterior oblik
LCx: Sirkümfleks arter
LMCA: Sol ana koroner arter
LR: Likelihood Ratio
MI: Miyokard enfarktüsü.
MIP: Maksimum intensivite projeksiyon

MPR: Multiplanar reformasyon
MRA: Manyetik rezonans anjiografi.
NPV: Negatif prediktif değer.
OM: Optus marjinalis.
PDA: Posterior desendan arter
PKG: Perkütan koroner girişim
PLA: Posterolateral arter
PMV: Proksimal ana damar
PPV: Pozitif prediktif değer.
QCA: Kantitatif koroner anjiografi
RAO: Sağ anterior oblik
RCA: Sağ koroner arter
RF: Risk faktörü
SB: Yan dal
SKS: Simultane kissing stentleme.
TEE: Transözefagiyal ekokardiyografi
TTE: Transtorasik ekokardiyografi
WHO: World Health Organization
VRT: Volüme rendering tekniği

ÖZET

Aterosklerotik koroner arter hastalığı (KAH) tüm dünyada en önde gelen mortalite ve morbidite nedenlerindedir. Obezite, diyabet mellitus ve tütün kullanımının artışı ile birlikte son 20 yılda hastalığın görülme sıklığı artmıştır. KAH tanı ve tedavisinde son yıllarda oldukça önemli gelişmeler olmuştur. Özellikle çok kesitli bilgisayar tomografinin (ÇKBT) koroner arter görüntülemesinde kullanılması ve tetkikin geliştirilmesi, hastalığın tanısında oldukça önemli faydalar sağlamıştır. Bifurkasyon lezyonları, KAH içinde sıkça rastlanılan özel bir grup olup tanı ve tedavisinde birtakım zorlukları içerir. Konvansiyonel koroner anjiyografi (KKA) bu hastalığın tanısında altın standarttır. Son yıllarda ÇKBT koroner anjiyografinin farklı hastalık gruplarında, KKA ile kıyaslandığı çok sayıda karşılaştırmalı çalışma yapılmış ve bu tetkikin KAH tanısında oldukça duyarlı ve özgül olduğu bulunmuştur. Bizim çalışmamız ÇKBT koroner anjiyografinin bifurkasyon lezyonlarının tanısında duyarlılığını ve özgüllüğünü araştırmaktır. Bu amaçla KAH şüphesi ile önce ÇKBT koroner anjiyografi çekilmiş, sonrasında takip eden iki ay içerisinde KKA yapılmış 163 hastanın görüntüleri kıyaslanmıştır. Kıyaslamada her bir hasta için 7 ayrı bifurkasyon bölgesi belirlendi. Son yıllarda bifurkasyon lezyonlarının sınıflandırılmasında kullanılan en önemli yöntem olan Medina Sınıflandırması esas alınarak belirlenen tüm bölgeler için ayrı ayrı BT ve KKA görüntüleri kıyaslandı. Yapılan istatistiksel çalışma sonucunda, hasta sayısına, bifurkasyon lezyon sayısına göre ÇKBT koroner anjiyografinin, KKA' ya göre oldukça yüksek duyarlılık ve özgüllükte olduğunu saptadık. Hasta sayısına göre yapılan incelemede duyarlılık %90, özgüllük %91, negatif prediktif değer %95, pozitif prediktif değer %83 olarak saptanmış, bifurkasyon lezyonlarına göre incelendiğinde duyarlılık %82, özgüllük %97, negatif prediktif değer % 98, pozitif prediktif değer %72 olarak bulunmuştur. ÇKBT tetkikin, teşhis ve tedavisinde bu kendine has zorlukları barındıran hastalık grubunda tanısız güvenilirliğini gösteren parametreler yüksek tespit edilmiştir. Ayrıca tanısız testin güvenilirliğini gösteren likelihood ratio (olabilirlik oranı, LR) oldukça yüksek bulunmuştur. Benzer yükseklikler ayrı ayrı bifurkasyon bölgeleri için yapılan değerlendirmelerde de göze çarpmaktadır. Tetkike ait, radyasyon dozunun yüksek oluşu, kontrast maddeye bağlı görülen bazı istenmeyen etkiler veya görüntü kalitesini düşüren artefaktlar gibi bazı kısıtlılıklar vardır. Teknolojinin gelişimi ile, tetkikin klinik hayatımızda daha sık kullanılmaya başlanabileceği ve bifurkasyon lezyonlarının daha fazla aydınlatılmasında bize yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

ABSTRACT

Atherosclerotic coronary artery disease (CAD) is one of the world's major leading cause of mortality and morbidity. Obesity, diabetes mellitus and increased use of tobacco has increased incidence of the disease in the last 20 years. There have been important developments in diagnosis and treatment of CAD in recent years. Especially the use of the multi-slice computer tomography (MSCT) in coronary artery imaging and development of the examination method has provided significant benefits in the diagnosis of the disease. Bifurcation lesions are a special group frequently seen in CAD, which includes a number of challenges in diagnosis and treatment. Conventional coronary angiography (CCA) is the gold standard in the diagnosis of this disease. In recent years MSCT coronary angiography in the different disease groups has been compared to CCA in large number of comparative studies and the examination method in the diagnosis of CAD was found to be highly sensitive and specific. Our study investigates the sensitivity and specificity of MSCT coronary angiography in the diagnosis of bifurcation lesions. For this purpose, with suspicion of CAD first MSCT coronary angiography was drawn followed by CCA within two months, after the images of 163 patients were compared. 7 different bifurcation regions were determined for each patient to be compared. CCA CT images were compared separately for all regions on the basis of Medina classification, the most important method used for classification of bifurcation lesions in recent years. As a result of the statistical study, MSCT coronary angiography was found with higher sensitivity and specificity than CCA according to the number of patients and bifurcation lesions. In the examination according to the number of patients sensitivity was 90%, specificity 91%, negative predictive value 95% and positive predictive value was determined as 83%. In the examination according to the bifurcation lesions of examined in the sensitivity was 82%, specificity 97%, negative predictive value 98%, and positive predictive value was determined as 72%. MSCT examination has shown high diagnostic reliability according to the parameters that has been identified with in the diagnosis and treatment of CAD disease that hosts its own unique challenges. Also likelihood ratio (likelihood ratio, LR) was found to be quite high, which shows the reliability of the diagnostic test. Similar high ratio values in the assessment of separate regions of bifurcations were

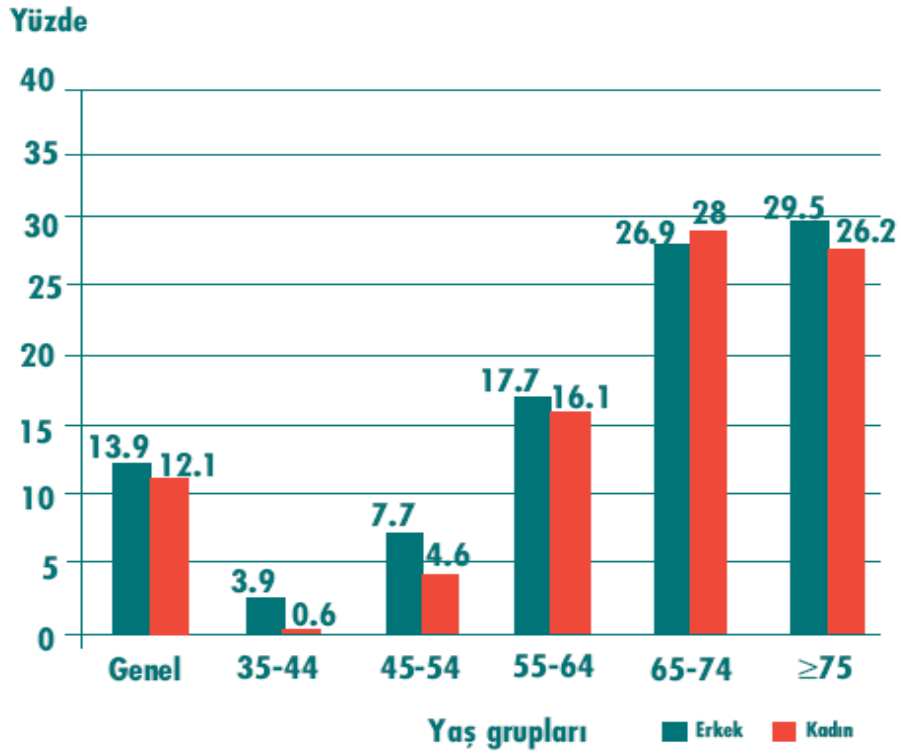
outstanding. There are some limitations of the inspection such as high radiation dose, some unwanted side effects due to contrast materials and artifacts that reduce quality. With the development technology, it is thought to be that the examination will be used more frequently in clinical life and guide us for further elucidation of bifurcation lesions.

GİRİŞ

Endüstrileşme ve bunun toplumsal hayata getirdiği değişimler sonucunda aterosklerotik koroner arter hastalığı (KAH) mortalite ve morbiditenin başlıca nedeni olmuştur (1). Fiziksel aktivite azalması, tütün bağımlılığının yaygınlaşması, obezite ve diyabet sıklığındaki artış nedeniyle kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölüm hızı son 20 yılda artışa geçmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) önümüzdeki 20 yılda da kardiyovasküler hastalıkların tüm dünyada başta gelen ölüm nedeni olacağını öngörmektedir (2). Dahası, 2030 yılında dünyada yaklaşık 23 milyon insanın kardiyovasküler nedenlerle hayatını kaybedeceği ve özellikle ülkemizin de içinde yer aldığı “Doğu Akdeniz Bölgesinde” risk artışının en yüksek düzeyde olacağı rapor edilmiştir (3). 1990 larda başlayan ve hala devam eden Türk Erişkinlerinde Kalp Hastalıkları ve Risk Faktörleri (TEKHARF) çalışmasında ülkemizde koroner arter hastalığı prevalansı erkekerde % 13.9 kadınlarda % 12.1 bulunmuştur. TEK HARF çalışmasında yayınlanan, 2007/08 yılına ait kadın ve erkeklerde yaşa göre koroner arter hastalığı sıklığının dağılımı Şekil 1.1’ de verilmiştir (4). Özellikle kadınlarda obezite ve metabolik sendrom sıklığının Avrupa Birliği ortalamasının çok üzerinde olması nedeniyle “koroner arter hastalığı salgınının” önümüzdeki dönemde ülkemizin başlıca sağlık sorunu olmaya devam edeceği öngörülebilir (5). Tütün bağımlılığının azaltılması, düzenli egzersiz ve diyet alışkanlıklarındaki değişiklik önerilerine ek olarak hipertansiyon, diyabet, obezite ve hiperlipidemi gibi risk faktörlerine karşı farkındalığın artırılmasını da hedefleyen Türk Kardiyoloji Derneği, halkı bilgilendirmek amacıyla yoğun olarak çalışmaktadır (6).

Primer koruma çalışmalarına ek olarak, KAH’nın erken tanısı ile tedavisinde de geçtiğimiz yıllarda önemli gelişmeler olmuştur. İlaç salınlı stentler ve ÇKBT ile yapılan koroner anjiyografi son 10 yılda kardiyovasküler alanda izlenen en önemli gelişmelerdir (7,8). İlaç salınlı stentler restenoz riski yüksek olan kompleks lezyonlara girişim sıklığını arttırmıştır (8). Bifurkasyon lezyonları en sık görülen kompleks koroner lezyonlardır ve perkütan koroner girişim yapılan hastaların yaklaşık olarak % 20’sinde izlenir. Bu lezyonlara perkütan girişim yapılmadan önce damar anatomisi ile plak yoğunluğu ve sınırlarının net bir şekilde ortaya konulması işlem başarısını artırmaktadır (9,10).

Yakın tarihte yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, ÇKBT'nin koroner arter darlıklarını saptamada konvansiyonel koroner anjiyografiye (KKA) yakın kesinlikte sonuç verdiği gösterilmiştir (11,12,13). Buna karşılık ÇKBT'nin bifurkasyon lezyonlarındaki tanısal değerini araştıran az sayıda çalışma bulunmaktadır (14).



Şekil 1.1: TEKHARF Çalışması 2007/2008 Türk Halkı koroner arter hastalığı prevalansının yaşa göre dağılımı

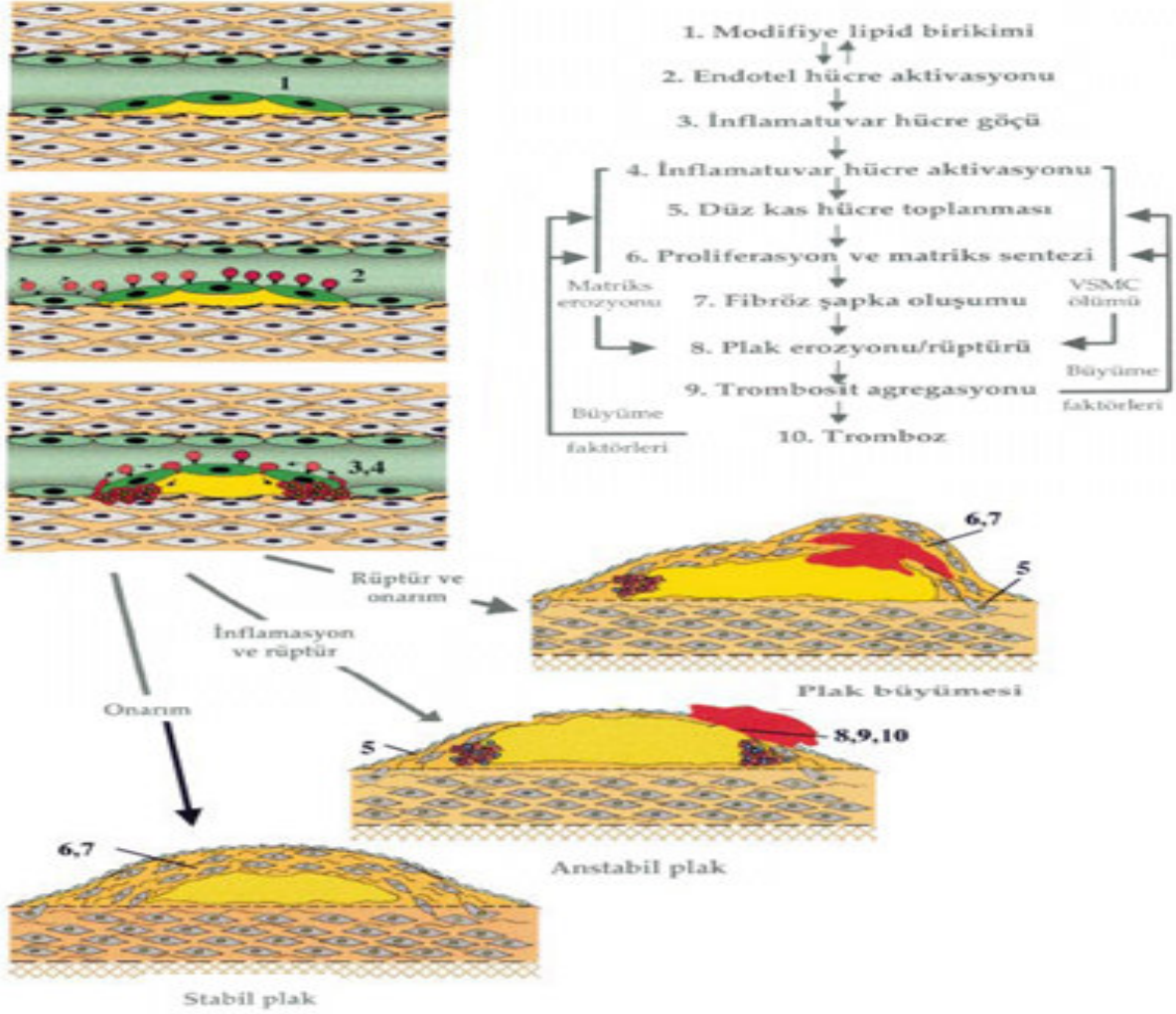
2. GENEL BİLGİLER

2. 1. Koroner Arter Hastalığı

2. 1. 1. Aterosklerotik Damar

Ateroskleroz esasen elastik arterlerin intima tabakasının hastalığıdır. Nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte farklı arterler hastalıktan değişik oranlarda etkilenirler. Koroner arterler, karotis, renal arterler ve aorta en sık tutulan arterlerdir. Alt ekstremité arterleri de hastalıktan önemli derecede etkilenmektedir (15). Aterosklerotik lezyonlar yıllar içerisinde gelişir ve bir dizi evreden geçer. Histolojik olarak en erken lezyon yağlı çizgiler olarak bilinir. Yağlı çizgilenmeler, lipit yüklü makrofaj (köpük hücreleri) ve ilişkili T lenfositlerinin subendotelyal birikimidir. Zamanla hücre kalıntıları, kolesterol kristalleri ve inflamatuvar hücreler aracılığı ile plağın merkezi nekroze olur. Bu nekrotik merkez kollajen ve external matrix içerisinde gömülmüş düz kas hücreleri içeren fibröz kapsül ile sarılır. İlerlemiş lezyonlar kalsifikasyon, ülserasyon, yeni damar oluşumu, rüptür veya erozyone olarak giderek daha da kompleks bir hal alabilir (16). Ateroskleroz, inflamatuvar hücrelerin yıkıcı etkileri ile düz kas hücrelerinin onarıcı etkileri arasındaki dinamik bir süreçtir. Hücreler bu ilişki Şekil 2.1’ de izlenmektedir. Ateroskleroz başlıca intima tabakasının hastalığı olmasına rağmen diğer tabakalarda da tutulum gözlemlenebilir. Hastalıklı intima tabakasının komşuluğundaki media tabakasında atrofi ve düz kas hücre ölümü görülebilir. Bunu yeniden pozitif şekillenme (remodelling) takip eder ve sonucunda arterde dilatasyon gelişebilir. Bu durumda, önemli aterosklerotik hastalık olmasına rağmen koroner anjiyografide arterler normal olarak değerlendirilebilirler (17,18). Aterosklerozun klinik semptomları plağın büyüyerek lümeni daraltmasından çok, mevcut plağın dejenerasyonu ve yırtılması sonucu gelişmektedir. Lipit birikimi ve fibrozis sonucu oluşan plak gelişimi nadir olarak klinik son noktaya yol açar. Kan akımını sınırlayacak bir lezyonun semptomlara yol açabilmesi için genellikle lümenin %75 ve daha fazlasını kapatacak kadar büyümesi gerekir. Bu durum uzun bir süreç gerektirdiğinden koroner arterlerde kollateral akım gelişimi için yeterli zaman sağlanmış olur. Oysa ki hastalığın en önemli klinik neticelerinden olan akut koroner sendromlarda hemen her zaman mevcut plak rüptüre olmuş ve üzerinde trombus oluşmuştur.

KAH bulunan bireylerde, risk faktörlerinin elimine edilmesinin yanı sıra; mevcut plağın stabilizasyonunun sağlanılmaya çalışılması oldukça önemlidir. Bu nedenle statin grubu lipit düşürücü ilaçlar plak stabilizasyonuna ciddi katkı sağlayarak akut koroner hastalıkların görülme sıklığını önemli ölçüde azaltmışlardır (19,20)



Şekil 2.1: Ateroskleroz gelişiminde ve ilerlemesinde hücresel etkileşimler (158).

VSMC: Damar düz kas hücresi

2. 1. 2. Aterosklerotik Risk Faktörleri

Yapılan önemli epidemiyolojik çalışmalar uzun dönemde aterosklerotik hastalığın ortaya çıkmasının bazı faktörler ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Tanımlanan bu risk faktörleri (RF) edinilmiş bir davranış (sigara içmek), kalıtsal bir özellik (ailesel hiperlipidemi gibi) veya biyokimyasal bir parametre (kolesterol veya C-reaktif protein) olabilir (21,22). Aterosklerotik hastalık gelişiminde genotip ve çevresel faktörler arası etkileşimin rolü büyüktür. Damar duvarının ateroskleroza yatkınlığı ve kişinin aterosklerotik risk faktörlerine olan yanıtı daha çok genetik faktörler tarafından belirlenirken, çevresel faktörler hastalığın ilerleme hızı ile yakından ilişkilidir. Bu durumda çevresel faktörler klinik olarak tespit edilen KAH gelişip gelişmeyeceğini belirlemede önemli rol oynayabilir (23). Framingham Kalp Çalışması aterosklerotik kalp hastalığındaki risk faktörlerinin tanımlanmasında köşe taşı olmuştur (22,24) Bu çalışmada sigara , hipertansiyon, yüksek serum kolesterolü, değişik kolesterol alt grupları, diyabet mellitus ve ileri yaş önemli risk faktörleri olarak belirtilmiştir. KAH' na ait risk faktörleri Tablo 1'de izlenmektedir.

Tablo 2.1: Koroner arter hastalığı risk faktörleri (22,24)

RİSK FAKTÖRLERİ		
Sabit Risk Faktörleri	Varsayılan risk faktörleri	Major Modifiye edilebilir risk faktörleri
Yaş	Lipoprotein(a)	Sigara
Cinsiyet	Homosistein	Hipertansiyon
Aile Öyküsü	Obezite	Hiperkolesterolemi
Etnik grup	Sosyal faktörleri	Sedanter yaşam tarzı
Vasküler hastalık	Pıhtılaşma faktörleri	Diabetes mellitus
	A Tipi kişilik	
	Eksojen Östrojen	
	Alkol	
	Enfeksiyon	

2. 1. 3. Koroner Arter Anatomisi

Sol ana koroner arter (LMCA) sol sinüs valsaldan keskin bir açıyla çıktıktan sonra sol ventrikülün ön yüzünü besleyen sol ön inen artere (LAD) ve sol ventrikülün lateral yüzeyini besleyen sol sirkumfleks artere (LCx) ayrılır. Nadiren LAD ve LCx farklı ostiumlardan ayrı ayrı çıkarlar. İnsanların yaklaşık % 30'unda LAD ve LCx arterlerin ayırım noktasından intermediyer arter olarak isimlendirilen üçüncü bir dal çıkar ve trifükasyon görünümüne neden olur. LAD interventriküler septumu beslemek üzere septal perforatör dalları ve anterolateral duvarı beslemek üzere diyagonal dalları vererek ön interventriküler olukta seyrederek. İlk septal dal proksimal sol ileti sistemi ve his demetini beslerken sonraki septal perforatör dallar anterior ve apikal septumu besler (25,26). Diyagonal dallar sol ventrikül anterior serbest duvarını, sağ ventrikül anterior serbest duvarının küçük bir bölümünü ve anterolateral papiller kasın bir kısmının kanlanmasını sağlar. LAD distalde apeksi sarmayarak biteceği gibi bazen apeksin etrafından dönerek inferior interventriküler olukta ilerleyerek kalbin tabanında sonlanabilir (27).

LCx sol atriyoventriküler olukta ilerleyerek sol atriyumunu kanlandıran atriyal dallar ile sol ventrikülün lateral duvarını besleyen marjinal dalları verir. Ayrıca anterolateral papiller kasın bir bölümünün kanlanmasını sağlar (25,26).

Sağ koroner arter (RCA) sağ sinüsten LMCA ya göre daha kaudalden ve daha dik bir açıyla çıkar. Sağ atriyoventriküler olukta ilerleyerek sağ atriyumunu besleyen küçük dallar ile sağ ventrikülün serbest duvarını besleyen marjinal dalları verir. İnsanların yaklaşık % 60'ında sinüs nodunu RCA'nın atriyal dalları besler (27). RCA'nın ilk dalı conus arterdir. Bu arter sağ ventrikül çıkış yolunu besler. Yaklaşık 1/3 insanda conus arter aortadan direkt olarak çıkar. RCA distalde posterolateral dalı vererek (PLA) posterior ventrikülün kanlanmasını sağlar (25,26).

Kalbin posteriyör duvarını besleyen arka inen arteri (PDA) veren arter dominant arter olarak adlandırılır. Hastaların yaklaşık % 85 inde RCA dominanttır. Kalan hastalarda LCx dominansı veya RCA ile LCx kodominansı söz konusudur (27). PDA septal perforatör dalları vererek posteriyör interventriküler olukta ilerler. Dominant bir RCA'nın PDA ve PLA dalları sağ dal ileti sistemi, sol dal ileti sisteminin posterior kısmı, atriyoventriküler nod, his demeti, inferior duvarın bazal ve orta kesimi, inferior septumun bazali ile posteromedial papiller kası besler

(25,26). Koroner anatominin daha kolay anlaşılması için koroner arterleri segmentler şeklinde sınıflandırmışlardır. Buna göre varyasyona veya koroner anomaliye sahip olmayan normal koroner arterlerin segmenter sınıflandırması Tablo 2’de izlenmektedir (136).

Tablo 2.2: Koroner arterlerin segmenter sınıflandırılması (159).

Koroner Arter		Segment
RCA	Proksimal	1
	Orta	2
	Distal	3
	Posterior desendan	4
LMCA		5
LAD	Proksimal	6
	Orta	7
	Distal	8
	1. diagonal dal	9
	2. diagonal dal	10
LCX	Proksimal	11
	Obtuse marjinal	12
	Distal	13
	Posterolateral dal	14
	Posterior desendan dal	15

RCA: Sağ koroner arter, LMCA: Sol ana koroner arter, LAD: Sol ön inen arter, LCx: Sirkümfleks arter.

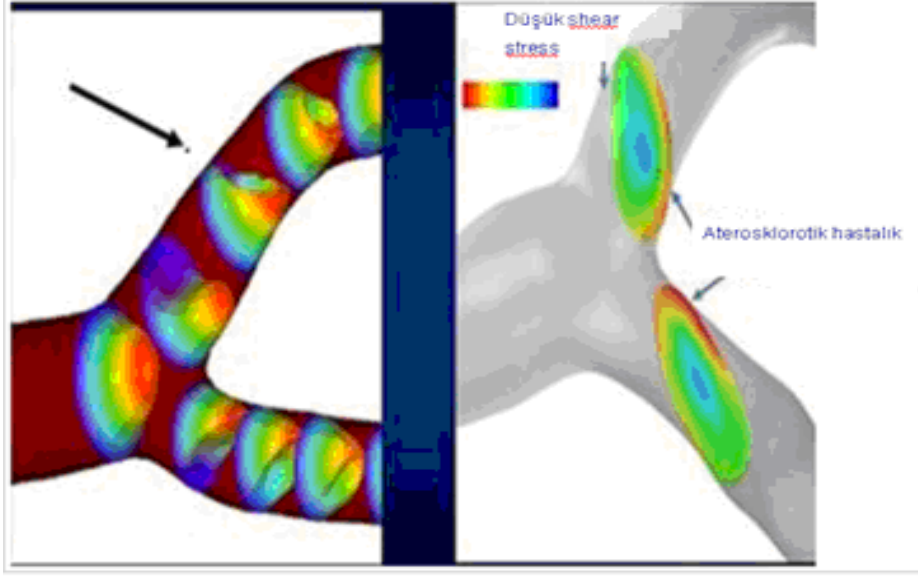
2. 2. Koroner Bifurkasyon Lezyonları

2. 2. 1. Tanım:

Koroner arterlerin bifurkasyon lezyonları genel olarak “önemli yan dal” ostiyumunu ya da komşuluğunu kapsayan koroner arter hastalığı olarak tanımlanabilir. Bazı araştırmacılar “önemli yan dal” terimi yerine yan dal çapının 2 mm’nin üzerinde olmasını kabul etmektedirler (28).

2.2.2. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Patogenezi:

Koroner arterlerdeki bifurkasyon bölgeleri aterosklerotik hastalık gelişimine oldukça eğilimli bölgelerdir (29). Bu bölgelerde ateroskleroz gelişimine katkıda bulunan nedenler olarak damar yapısı, farklı geometrik varyasyonlar ve shear stres sayılabilir (30,31) . Shear stres efektif damar duvarına yakın akım hızlarının gradientine karşın damar yüzeyi tarafından yaratılan sürtünme olarak tanımlanabilir. Bifurkasyon bölgelerinde düşük shear stres saptanmıştır (32). Yapılan bir çok çalışmada bifurkasyon bölgelerinin kendine has shear stres dinamiği sayesinde aterosklerotik hastalığa oldukça yatkın olduğu gösterilmiştir (33,34) . Lümen içi akan kanın teğet ve sürtünme kuvvetleri, duvar shear stresi aterogenez oluşumuna katkı sağlayan en önemli lokal faktörlerdendir. Çatallanma bölgelerindeki düşük shear stres endotelyal disfonksiyona bağlı artmış lipoprotein alımı, inflamasyon ve düz kas hücresi proliferasyonuna neden olur. Düşük shear stres ile aterosklerotik hastalığa yatkınlığın şematik resmi Şekil 2.2’ de izlenmektedir. Bifurkasyonun açısı ve yan dalın çapı akım türbülansını değiştirerek koroner ateroskleroz gelişimini etkiler (34).



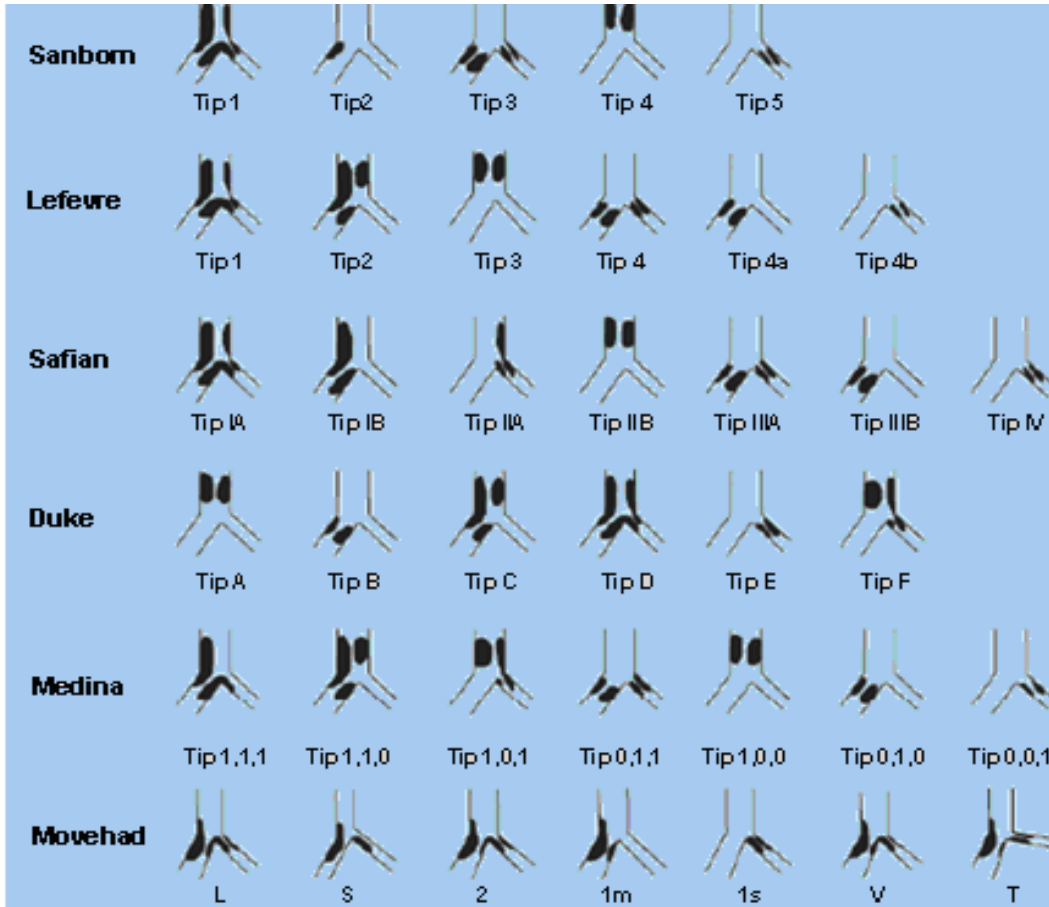
Şekil 2.2: Aterosklerotik hastalık ile düşük shear stres ilişkisi

2.2.3. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Klinik Önemi:

Bifurkasyon lezyonları özellikle perkütan koroner girişim planlanan hastalarda işlemin süresini ve komplikasyon olasılığını arttırmakta, girişimin başarı şansını azaltmaktadır (35). Bifurkasyon dışı lezyonlara göre bifurkasyon lezyonlarında başarılı perkütan girişim şansının daha düşük olmasının yanı sıra bifurkasyon lezyonlarına perkütan girişim yapılan hastaların izleminde restenoz ve stent trombozunun daha sık izlendiği çok sayıda çalışma ile gösterilmiştir. Sonuç olarak bu hastalardaki klinik son noktalarda olumsuz sonuç alınması kaçınılmaz olabilmektedir (35, 36). Günümüzde perkütan koroner girişimlerin yaklaşık % 20'sinin koroner arter bifurkasyon lezyonlarına uygulanıyor olması sorunun boyutunu anlamamıza yardımcı olabilir (37,38). Son yıllarda yapılan çalışmalarla ve geliştirilen yeni tedavi teknikleri ile bifurkasyon lezyonlarını daha iyi anlamamız sağlandığı ve klinik sonlanım noktalarında daha iyi sonuçlar alındığı gözlenmiştir (39). Öte yandan, işlem öncesinde bifurkasyon açısı ile koroner plağın içeriğinin ve sınırlarının intravasküler ultrasonografi (IVUS) ya da ÇKBT ile değerlendirilmesinin işlem başarısını arttırdığı gösterilmiştir (40,41).

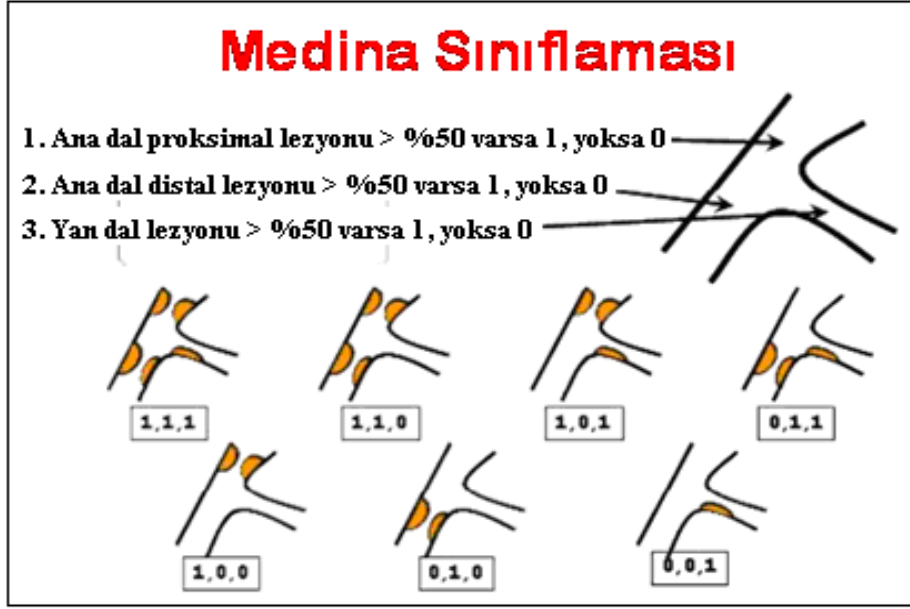
2.2.4. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Sınıflandırılması:

Koroner bifurkasyon lezyonlarını daha iyi anlayabilmek, tedavi seçeneklerini geliştirmek amacı ile tanımlanmış altı sınıflandırma sistemi vardır. Bunlardan dördü daha çok ilaç kapsız stentlerin yoğun kullanıldığı döneme ait sınıflandırmalardır ve birbirlerine benzerlikleri dikkat çeker. Sanborn, Lefevre, Safian ve Duke sınıflamaları döneme ait sıkça kullanılan sınıflamalardır (42,43,44). Birbirine benzeyen bu gruplamalarda, klinik ve çatallanma açısı ile ilgili verilerin kullanılmaması, bifurkasyonun proksimal segmentinin yeterince değerlendirilmemesi önemli kısıtlılıklardır. Duke sınıflaması bifurkasyon açısı ve proximal sağlıklı segmenti değerlendirmede yetersiz kalmıştır. Benzer kısıtlılıklar Safian ve Lefevre sınıflandırmalarında da tekrarlanmıştır (43). Bu sınıflandırmalar klinikte PKG işlemi için yeterli aydınlatmayı sağlayamamış ve işlem başarısının artmasına katkıda bulunamamıştır. Ek olarak lezyon tipleri ve isimleri arasında ilişki olmaması hatırlanmayı güç kılmıştır. Bu nedenlerle söz edilen sınıflandırmalar günümüzde artık kullanılmamaktadırlar. Bifurkasyon lezyonlarının sınıflandırmaları Şekil 2.3' de izlenmektedir.



Şekil 2.3: Bifurkasyon lezyonlarının sınıflandırmaları (48).

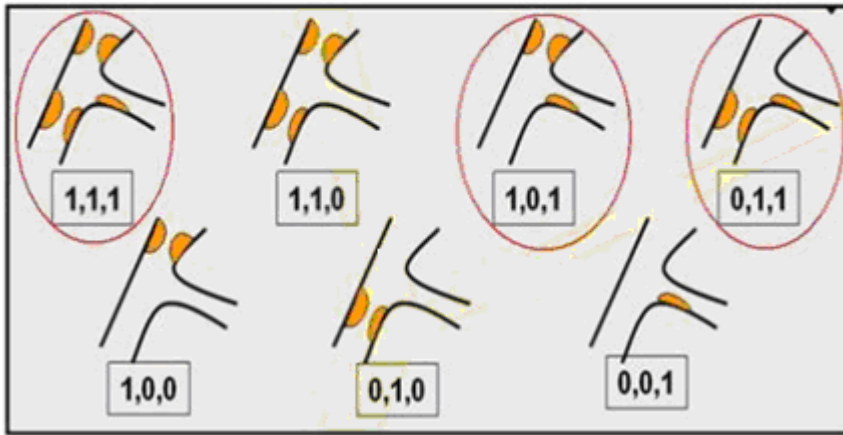
Son yıllarda sıkça kullanılan iki ayrı bifurkasyon lezyonu sınıflandırması yayımlanmıştır. Bunlardan Medina ve arkadaşlarının yayımladığı Medina sınıflandırması sistematik bir yaklaşım sunmuş bu nedenle hatırlanmayı kolay kılmıştır (45). Medina ve arkadaşları koroner bifurkasyon bölgesini proksimal ana dal (proksimal main vessel,PMV), distal ana dal (distal main vessel, DMV) ve yan dal (side branch,SB) olmak üzere üç bölgede incelemiştir. Ele alınan bölgelerde aterosklerotik darlığın % 50 ve üzeri oluşuna göre 1 puan verilmektedir. Bu durumda söz konusu bölgede hastalık olmaması veya % 50 nin altında darlık olması durumunda 0, %50 ve üstü darlık olması durumunda 1 puan alır. Her üç bölge ayrı ayrı değerlendirilerek not edilir. Buna göre 1,1,1 şeklinde not edilen bifurkasyonda her üç bölgede % 50 veya üstü darlık oluşturan lezyon olduğunu veya 0,0,0 şeklinde not edilen üç bölgenin hiçbirinde %50 ve üstü darlık olmadığını anlatır (28,46). Medina sınıflandırmasının şematik hali Şekil 2.4' de izlenmektedir. Buna göre hastalığın gerçek bifurkasyon lezyonu olarak tanımlanabilmesi için yan dal (SB) ostiumunu içeren anlamlı darlığın yanısıra proksimal ana damar (PMV) ve veya distal ana damarın (DMV) herhangi birinde %50 ve üstü darlık içermesi gerektiği belirtilmiştir. (1,1,1), (1,0,1), (0,1,1) şeklinde belirtilen lezyonlar gerçek bifurkasyon lezyonu olarak kabul edilir (9,46,47). Medina sınıflandırmasına göre gerçek bifurkasyon lezyonları Şekil 2.5' te belirtilmiştir.. Son yıllarda yayımlanan bir diğer sınıflama Movehad sınıflamasıdır. Movehad sınıflaması beş parametreyi içeren kompleks bir sınıflamadır. Buna göre birinci basamakta bifurkasyonun tipi belirtilir. İkinci basamak proksimal segmentin boyutunu ve yan dalın önemini belirtir. Üçüncü basamakta ana dal veya yan dal ostiumunun lezyon içerip içermemesini, dördüncü basamak bifurkasyon açısının 70 derecenin üstü veya altı oluşunu, son basamakta ise lezyonun kalsifiye olup olmadığı, trombüs içerip içermediği, lezyon uzunluğu , ana koroner bifurkasyonu olup olmadığı gibi klinik durumlar incelenir (48).



Şekil 2.4: Medina sınıflandırması (46.)

Medina sınıflandırmasında lezyon uzunluğu, dallar arasındaki açı, lezyonun kalsifikasyon içerip içermediği gibi klinik durumların ele alınmaması eleştirilmesine rağmen (49) , sınıflandırmanın basitliği, kolay hatırlanabilirliği ve klinik kullanımdaki başarısı onun en sık kullanılan sınıflandırma olmasını sağlamıştır. Lezyon darlığının kritikliği değerlendirmesinde kantitatif koroner anjiyografi (QCA: Quantitative coronary anjiyography) yapılması sınıflandırmanın başarısını arttırdığı için tavsiye edilmektedir (28).






















Medina sınıflandırmasında gerçek bifurkasyon lezyonları



Şekil 2.5: Medina sınıflandırmasına göre gerçek bifurkasyon lezyonları (9,46).

2.2.5. Koroner Bifurkasyon Lezyonlarının Perkütan Tedavisinde Kullanılan Yöntemler:

Klinikte sıkça rastlanılan, tanı ve tedavisinde zorluklar yaşanan bu lezyon grubunun perkütan yolla tedavisinde çok sayıda teknik tanımlanmış ve tam bir fikir birliği sağlanamamıştır (42,44,50-52). Son yıllarda Avrupa bifurkasyon kulübü perkütan tedavileri bifurkasyon lezyonun lokalizasyonu ve ilk kullanılan stentin zamanlamasına göre kategorize etmiştir. Buna göre ilk kullanılan stent ana dala konulmuşsa M (M; Main branch), bifurkasyonu geçiyorsa A (A; Across), distal ana dala konulmuşsa D yan dala konulmuş ise S (S: Side branch) olarak harflendirilen MADS sınıflandırmasını tanımlamışlardır (28). İlk stentin konulmasına göre işlemler bir dizi farklılıklar içerir. Örneğin M grubunda; yani ilk stent proksimal ana dala konulmuşsa SKIRT tekniği ile her iki ayırım noktasını içerecek şekilde stent açılır ardından distal ana damar ve yan dala simultane stent yerleştirilir. İşlemden önce QCA yapılması gerekir. A grubunda ilk stent proksimal ve distal ana dalı içerecek şekilde yerleştirilir. Yan dal tek başına veya her iki damar kissing balon ile dilate edilir. Eğer gerekliyse yan dala Culotte (53,54) veya Crush tekniği (55,56) ile ikinci stent yerleştirilir. D grubunda ilk stent distal ana damara yerleştirilmiş ise ardından her iki distal ostiuma V stentleme yöntemi ile veya proksimali de içeren simultane kissing stentleme (SKS) yapılabilir (57,58). İlk stentin yan dala konulduğu dördüncü grupta ilk stent yan dalın ostiumundan itibaren yerleştirilir. Sonrasında bu stent ana dalda balon şişirmek suretiyle Crush yöntemi ile dilate edilir. Gerekirse ana dala ikinci bir stent yerleştirilir (59,60,). Farklı tekniklerin birbirlerine üstünlükleri olmasına rağmen mutlak önerilen bir teknik yoktur. Ancak QCA uygulanmasının işlem başarısını arttırdığı yönde fikir beyan edilmiştir. Yine son yıllarda gelişen teknoloji sayesinde bifurkasyon bölgelerine özel stentler klinikte kullanılmaya başlamıştır (28). MADS sınıflandırmasının şematik görünümü Şekil 2.6' da verilmiştir.

	M İlk Proksimal Gövdeye	A İlk Gövdeye, Bifurkasyonu geçen	D İlk Distal Gövdeye	S İlk Yan Dal
İlk Stent	 FM stenting	 MB stenting across SB	 DM stenting	 SB ostial stenting
Sonrası Balon Dilatasyon	 Skirt	 MB stenting + SB balloon	 MB stenting + kissing	 SB minicrush
İkinci Stent	 Skirt + DM	 Elective T stenting	 V stenting	 Syst. T Stenting
Üçüncü Stent	 Extended V	 Internal crush	 TAP	 Minicrush
		 Colotte	 SKS	 Crush
			 Provisional SKS	
			 Trouser legs and seat	

Şekil 2.6: Koroner bifurkasyon lezyonlarının perkütan yolla girişimsel tedavisinin sınıflandırılması (28).

2.3. Koroner Arter Hastalığında Görüntüleme Yöntemleri

2.3.1. Konvansiyonel Koroner Anjiyografi

Tanısal koroner anjiyografi kalp kateterizasyonunun önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Amerika Birleşik Devletlerinde her yıl yaklaşık 2.000.000 işlem yapılmaktadır (61). İşlemde başlıca hedef koroner damarları incelemek ve koroner anatomi hakkında ileri fikir sahibi olmaktır. Arterlerin seyri, fonksiyonel ve anatomik patalojiler (ateroskleroz, tromboz, koroner anomaliler, vazospazm) ile kollateraller detaylı bir biçimde incelenir. Yüksek çözünürlüklü X-ışını kullanılarak koroner arterlerin orijinine kadar ilerletilmiş kateterler yardımı ile seri intrakoroner kontrast enjeksiyonu ile 0,3 mm ye kadar olan tüm koroner arter dallarını net bir biçimde ortaya koymak mümkündür. Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (ÇKBT) ile manyetik rezonans anjiyografi (MRA) gibi non-invazif tekniklerdeki baş döndürücü teknolojik ilerlemeye rağmen, günümüzde koroner dolaşımın değerlendirilmesinde konvansiyonel koroner anjiyografi altın standarttır (62,63). Tekrarlayan iskemik semptomları olan hastalarda tanısal olarak başlayıp aynı giriş yolu kullanılarak perkütan koroner girişim ile etkin tedaviye devam edilebilme olasılığı tetkikin önemli avantajlarından. Bununla birlikte, koroner anjiyografi ile daha çok damar lümeni değerlendirilebilmekte; endotel yüzeyi, plak içeriği, damar duvarı ve koroner akım fizyolojisi ile ilgili ayrıntılı bilgi sağlanamamaktadır. Bu konularda daha fazla bilgi edinmek amacı ile ek olarak intravasküler ultrasonografi (IVUS), intravasküler basınç ve akım ölçümleri yapılması gerekebilir. Hekimin becerisi ve kateter laboratuvarının şartları koroner anjiyografi tetkikin başarısını etkileyen başlıca faktörlerdir. Genellikle lokal anestezi ile yapılan bu işlemde ölüm, inme ve miyokard enfarktüsü gibi önemli komplikasyon görülme oranı %0,1 den azdır (64)

2.3.1.1. Koroner arterlerin kateterizasyonu:

Pek çok hastada koroner anjiyografi perkütan yolla (femoral, brakial, axiller veya radyal) yapılabilir. Giriş yolunun seçim kararı hasta ve hekim birlikteliği ile yapılabilir. En sık kullanılan yöntem femoral yaklaşımdır (65). Ancak son yıllarda perkütan radyal yol kullanım sıklığı artmaktadır. Radyal yol abdominal aort anevrizması, ve önemli periferik arter hastalığı olanlarda belirgin avantaj sağlamaktadır. Buna ek olarak hastanın işlem sonrası hemen ayağa kalkması, kanama komplikasyonlarını azalması, hastane yatış süresini ve maliyeti azaltması yine bu yöntemin önemli avantajlarından (66,67). Sol ve sağ koroner arterler , by-pass greftleri ve sol ventrikülün görüntülenebilmesi için anatomiye uygun şekil verilmiş çeşitli kateterler mevcuttur. Lümen çaplarına göre 5F,6F,7F, 8F sıklıkla kullanılan kateterlerdir. Koroner girişlerine en iyi şekilde yerleşebilmek için tasarlanmış, genellikle poliüretan veya polietilenden yapılmış bu kateterlerin distal uçları damar hasarını önlemek amacı ile yumuşaktır (68). Judkins veya Amplatz en sık kullanılan kateterlerdendir. By pass greftleri için özel kateterler üretilmiş olup ventrikülografi için genellikle pigtail kateteri kullanılır. Başarılı arteryel ponksiyonun ardından floroskopik görüntü eşliğinde J-uçlu bir kılavuz tel torasik aortaya kadar ilerletilmelidir. Sonrasında kateter bu kılavuz tel vasıtası ile ilerletilmelidir. Kılavuz tel kullanımı işlem kolaylığı sağladığı gibi damar komplikasyonlarını en aza indirmek açısından son derece önemlidir. İstenilen noktaya ulaşıldığında kılavuz tel silinerek geri çekilir ve kateter sabit tutulur. Kateterin ucu uygun şekilde aspire edilip yıkandıktan sonra basınç manifolduna bağlanır. Koroner arter orifislerine uygun şekilde pozisyon alınabilmesi için katetere çeşitli manipulasyonlar uygulanır (64). Bu manipülasyonlar floroskopik görüntü olmadan yapılmamalıdır. Koroner arter orifislerine oturan kateterler vasıtası ile arteryel basınç trasesi izlendikten sonra uygun hız ve dozda kontrast madde enjeksiyonu ile çeşitli pozisyonlarda görüntüleme yapılır . Enjeksiyon esnasında kontrast maddenin aorta hafifçe ve sürekli kaçışının olması gerekmektedir (64).

2.3.1.2 Konvansiyonel koroner anjiyografi görüntüleri :

En doğru değerlendirmeler çok sayıda enjeksiyonla görüntü alınarak üst üste binme, katlanmaların önlenmesi, ve tüm koroner arter segmentlerinin açıkça görüntülenmesi ile yapılabilir. Tüpün rotasyon ve eğimi önemlidir. Sağ anterior oblik (RAO) sağ ön göğüs, sol anterior oblik (LAO) sol ön göğüsten alınan görüntüleri ifade eder. Tüpün eğimi hastanın kafasına yönelik ise kraniyal ayağına yönelik ise kaudal olarak nitelenir .

Sağ Anteriyor Oblik Görüntü: RAO-kaudal projeksiyon başlangıç için iyi bir pozisyonudur. (0-10' RAO- ve 15-20' kaudal) sol ana bifurkasyonun, proksimal LAD' nin ve proksimal-orta LCx arterin çok net değerlendirilmesini sağlar. Orta ve distal LAD , septal ve diyagonal arterlerin çıkışlarının ayrıntılı değerlendirilebilmesi için RAO-kraniyal (0-10' RAO ve 25-40 ' kraniyal) poz ile devam edilebilir. Ayrıca bu pozisyonda sağ koroner distali ve LCx distalide net olarak incelenebilir .

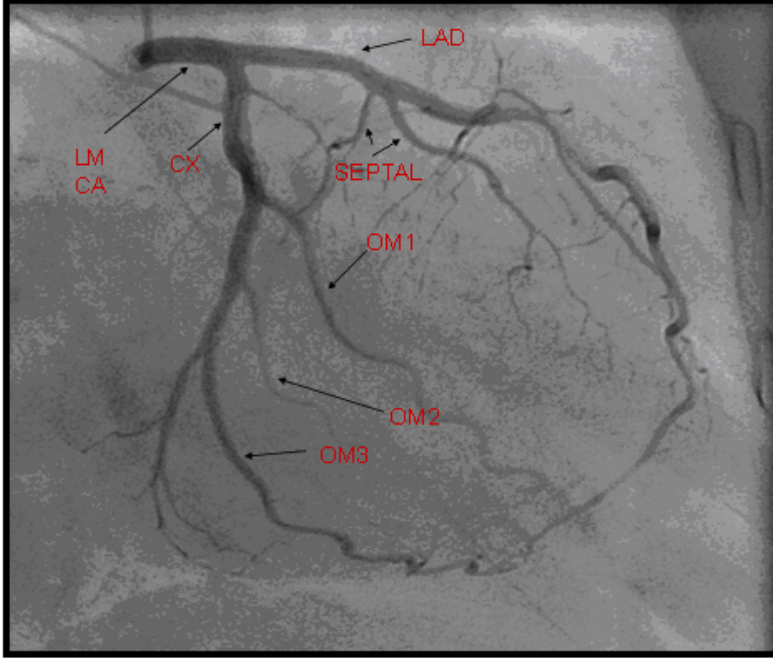
Sol anteriyor oblik görüntü: 15-30' kraniyal açılı LAO-kraniyal görüntü ile sol ana koroner ve proksimal LAD ayrıntılı şekilde incelenebilir. Ayrıca brinci diyagonal, proksimal LCx ve intermediate arterin net şekilde değerlendirilmesini sağlar. LAO-kaudal projeksiyon sol ana koroner arter ile proksimal LAD ve proksimal LCx arterlerini iyi gösterir. Örumcek pozisyonu olarak da anılır. 60' LAO projeksiyon RCA' nın proksimal ve mid bölümünün değerlendirilmesinde çok faydalıdır. Derin inspirasyonda diyafragmanın aşağı çekilmesine bağlı x-ışınının penetrasyonu artar ve daha net görüntü elde edilebilir .

Posteroanteriyor ve Sol Lateral Projeksiyon: Posteroanteriyor görüntüleme sol ana koronerin ağzını iyi bir biçimde gösterir. Sol lateral projeksiyon proksimal LCx ile proksimal ve distal LAD nin değerlendirilmesinde çok önemlidir. Bir miktar kraniyal açı veilerek görüntü netleştirilebilir(10-15') . Ayrıca bu pozisyonda sol internal meme greftinin orta, distal LAD arter ile anastomozunun değerlendirilmesi çok önemlidir (69-72).

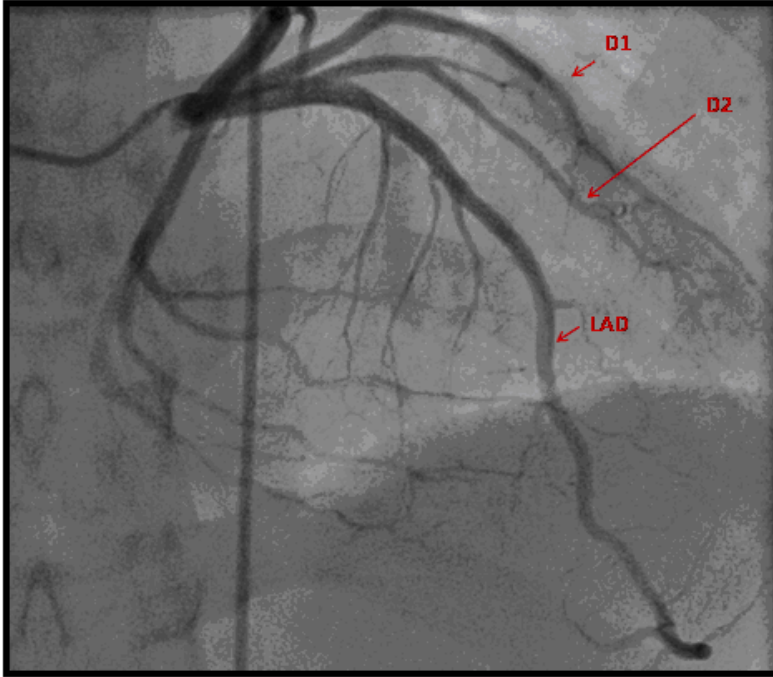
Koroner anjiyografi kullanılan rutin görüntüler, ve görüntü açıları Tablo 3'te sunulmuştur. Normal koroner anatomiye gösteren konvansiyonel koroner anjiyografi görüntülerinden örnekler Şekil 2.7, 2.8 ve 2.9' da izlenmektedir.

Tablo 2.3: Konvansiyonel koroner anjiyografide kullanılan rutin görüntü açıları (134).

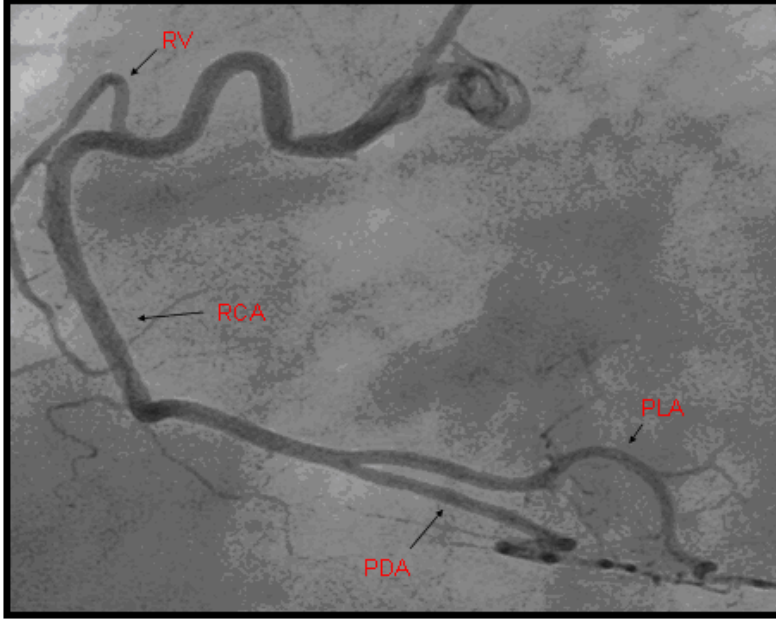
LAD, LCx	Değerlendirilecek segment
Düz AP yada 5-10° RAO	Sol ana koroner arter
30-45° LAO + 20-30° kraniyal	LAD/ LCx bifurkasyonu
30-45° RAO + kaudal	CX ve OM dalları.
5-30° RAO +20-45° kraniyal	LAD ve diagonal arterler
50-60° LAO + 10-20° kaudal	LAD/LCx bifurkasyonu, LCx ve OM dalları
Lateral	LAD bypass greft anostomoz yeri
RCA	Değerlendirilecek Segment
30-45° LAO + 15-20° kraniyal	Proksimal ve orta kısım, PDA
30-45° RAO	Proksimal ve orta kısım, PDA
AP: Anterior-posterior, RAO: Sağ anterior oblik, LAO: Sol anterior oblik, LAD: Sol ön inen arter, LCx: Sirkümfleks arter, OM: Optus marjinalis, PDA: Posterior desendan arter	



Şekil 2.7: Sağ kaudal projeksiyonda LMCA, LAD ve LCx ve dallarının görünümü (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi).



Şekil 2.8: Kraniyal anterior-posterior projeksiyonda LAD ve diyagonal arterlerin görünümü (Yeditepe Üniversite Hastanesi Arşivi).



Şekil 2.9: Sol oblik projeksiyonda RCA ve dallarının görünümü (Yeditepe Üniversitesi Hastanesi Arşivi)

2.3.2. Çok Kesitli Bilgisayar Tomografi

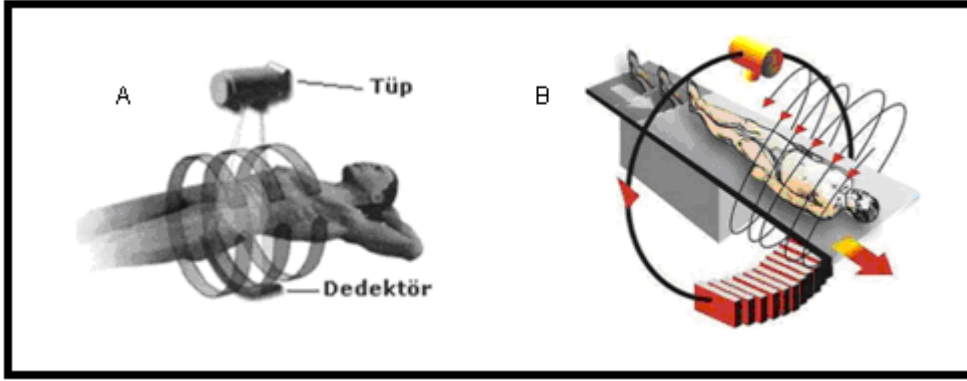
2.3.2.1. Bilgisayarlı tomografi tarihçesi :

BT'nin fizik prensipleri Radon tarafından ilk kez 1917 yılında tanımlanmıştır. 1972 yılında bilgisayarlı tomografinin klinik kullanımı ile birlikte tüm vücut hızlı bir şekilde kesitsel olarak görüntülenmeye başlanmış, ve tıp tarihinde heyecan verici bir çığır açılmıştır. 1979 yılında Hounsfield ve Cormack yaptığı çalışmalarla BT tetkikinin geliştirilmesinde çok önemli katkılar sağlamışlardır (73-76). Helikal taramanın gelişimi ile 1991 yılında 1 mm nin altında kesit alan cihazlar üretilmeye başlanmıştır (77). 1980'li yıllarda kalbin volüm parametreleri, fonksiyonel yapısı, perikard ve ana vasküler yapıları değerlendirilmeye başlanmıştır. 1990' lı yılların sonlarında ÇKBT ile ilk kardiyak uygulamalar 4 dedektörlü cihazların kullanılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu ilk nesil cihazların ardından ÇKBT teknolojisindeki gelişmeler hızla ilerleyerek daha önceki inceleme sınırlılıklarının büyük bir bölümü düzeltilmiştir. Görüntü

kalitesi ve klinik kullanım sahaları sürekli olarak artmakta, 7. Jenerasyon (256 dedektörlü) BT'lerin gelişimi ile ÇKBT yaygın kullanılan güvenilir bir tetkik olarak klinik hayatımızda yer almaktadır.

2.3.2.2. ÇKBT temel fizik prensipleri :

BT cihazında tarayıcı, bilgisayar görüntüleme ünitesi olmak üzere üç bölümden oluşmuştur. Tarayıcı hasta masası ve gantriden oluşur. Gantri içerisinde tüp ve dedektör sistemi vardır.ÇKBT nin şematik çizimi şekil 2.10' da izlenmektedir. ÇKBT'de görüntüler yelpaze şeklinde x ışınları yayarak dönen, ve hastadan farklı açılardan geçen x-ışını tüpü ile elde edilir. Bazı x ışınları absorbe olur veya dağılır. Bu ışınlar vücuttan geçerek x ışını kaynağı karşısında bulunan dedektörlerce algılanır. Son teknoloji ÇKBT'lerde geniş bir volümü hızla tarayabilen spiral veya helikal görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu amaçla ÇKBT'de x-ışını tüpü ve dedektörler hasta tarayıcıdan geçerken hızla üzerinde dönecek şekilde bir kızak üzerinde yerleştirilmiştir. Spiral tomografilerde masa hareketi ile tüpün dönüşü belli bir oran iledir. Bu orana pitch denir. Pitchin 0 olması masa hareketi olmadan tüpün aldığı kesittir. Pitch 1 demek masa hareketi ile tüpün bir rotasyonda taradığı kesitsel kalınlığın (z eksen) eşit olması demektir. (78). Bilinen X-ray radyografisinde olduğu gibi x ışınları farklı dokulara anatomik kompozisyonlarına, yoğunluklarına ve fotonların enerjilerine göre farklı miktarlarda zayıflatılırlar. Sonrasında detektörlerce toplanan bilgiler kompleks matematiksel algoritmalarla geçerek aksiyel görüntü setlerini oluştururlar. Bu işlemlerden elde edilen sonuçların tarama alanını temsil edecek, sayılardan oluşmuş bir haritaya dönüştürülmesi olan bu işleme rekonstrüksiyon adı verilir. Dokudaki noktasal bir odağın kesit düzlemine paralel x birim uzunluğunda y- birim genişliğinde iki boyutunun yanı sıra x-ışını demet kalınlığına eşit bir üçüncü boyutu olan derinlik boyutuda vardır. Bu durumda noktasal odağımızı hacim boyutu olarak değerlendirmemizi sağlayan birime voksel adı verilir. Aksiyel görüntüdeki her voksel spesifik bir atenuasyon değeri olan Hounsfield ünitesi (HU) ile ifade edilir. Değişik yapıların kendine ait atenuasyon değerleri vardır. Su için 0 HU , hava için -1000 HU referans alınır. Daha sonra dokulardan geçen ışının farklı atenuasyon değerlerine göre farklı değerlendirilmeleri gri skala görüntüsünün oluşumuna neden olur (79,80).



Şekil 2.10: Çok kesitli bilgisayarlı tomografinin şematik görünümü

ÇKBT teknolojisinin önemli kısıtlılıklarından biri düşük zamansal çözünürlük olup. Gantri rotasyon hızı tarafından belirlenir. Bu durum koroner arterlerin görüntülenmesinde hareket artefaktlarına neden olabilir. Bu nedenle helikal cihazlarda rotasyon süreleri azaltılmaya çalışılmıştır. Günümüzde bu sürenin 0,42 saniyenin altına inmiş olması hareket artefaktlarını belirgin olarak azaltmıştır. Aynı süre içerisinde daha geniş anatomik bölgelerin değerlendirilmesini sağlamıştır (81).

Yüksek kalitede hacim bilgisi ve görüntü elde edilebilmesi için bir dğer parametre olan longitudinal düzlemdeki (z eksenindeki) çözünürlüğün yeterli olması gerekmektedir. Kesit kalınlığı, z eksen çözünürlüğünün esas belirleyicisidir. Minimum kesit kalınlığının giderek azaltılması dedektör teknolojisindeki ilerlemelerle sağlanmaktadır. Bu sayede multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel seviyelere çıkarılmaktadır (82).

2.3.2.3. ÇKBT' de veri elde etme:

Koroner BT ile kalbin ardışık kesitsel görüntüleri elde edilmesine karşın her görüntü kardiyak siklusun aynı fazında senkron olarak oluşturulmalıdır. Bu amaçla görüntü bilgilerini değerlendirmede EKG intervallerinin baz alındığı iki yöntem vardır. Prospektif tetikleme (triggering) ve retrospektif pencereleme (gating) bu iki yöntemdir.

Prospektif EKG tetikleme: kardiyak siklusun belirlenmiş bölümü taranarak görüntü elde edilir. Görüntü bilgileri QRS kompleksinin pozisyonuna göre saptanan bir zamanda ve aralıklı olarak elde edilir. Genellikle diyastolde R-R mesafesinin %40 ve %80' ninde EKG tetiklemeli tarama yapılır. Progresif EKG tetiklenmesi kardiyak görüntülemenin en doz etkin yollarından biri olup imaj rekonstrüksiyonu için gerekli data minimum tarama ile kazanılır. Bu yöntem koroner kalsiyum skorlama ve kalp morfolojisini (konjenital anomaliler, trombüs, anevrizma, tümör) değerlendirmede etkindir (83). Bu yöntemde diğer kardiyak fazlardan görüntü alınamaması ve kalp hızının düzenliliğine önemli derecede bağlı olması önemli kısıtlılıklardır. Aritmi olması halinde ciddi artefakt oluşumu ile sonuçlanır (78).

Retrospektif EKG pencereleme (Gating): Prospektif uygulamanın aksine görüntü bilgileri EKG sinyalleri ile birlikte sürekli olarak elde edilir. Daha sonra elde edilen ham verilerden R-R aralığının istenilen kısımları retrospektif olarak rekonstrüksiyon yapılarak görüntüler elde edilir. Bu yaklaşımın avantajı kardiyak siklusun çoklu sayıda segmentinden rekonstrüksiyon yapılmasına ve dört boyutlu rekonstrüksiyonla kardiyak fonksiyon ile ilgili değerlendirmeler yapılmasına olanak sağlamasıdır. Yüksek radyasyon maruziyeti gerektirmesi ise önemli bir dezavantajdır (78). Retrospektif pencereleme yönteminin sensitiviteside, prospektif yaklaşımda olduğu gibi, aritmi varlığında azalır (83).

2.3.2.4. ÇKBT' de rekonstrüksiyon ve reformasyonların oluşturulması

Görüntüler en sık aksiyel ve çift oblik düzlemlerde incelenir. Üç boyutlu veriler yorumlayıcı tarafından manipüle edilebilir. Böylece çoklu düzlemler incelenerek koroner anatomi ve kardiyak morfoloji değerlendirilebilir. İlave işlem sonrası teknikler ek tanısal bilgilerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır (78).

Multiplanar Reformasyon (MPR)

Elde edilen vokseller başka bir planda yeniden dizilerek oluşturulur. Görüntü verileri eşit voksel boyutları nedeni ile aksiyel görüntülerdekine yakın kalitede elde edilebilir. Ayrıca gerektiği takdirde yeniden düzenlenebilir. Aksiyal planda izlenen bir plağın lokalizasyonu ve

doğası , saggital ve koronal planlarda da değerlendirilerek daha doğru veriler elde edilmesini m¼mk¼n kılar. Üç boyutlu görünt¼y¼ ortogonal ve oblik olarak kesen düz veya kıvrımlı görünt¼ler yaratılmasını sağlar ve damarları tek planda gösteren damar trasesini ardışık kesitlerle işaretleterek curved Multiplanar Reformasyon (MPR) görünt¼ler elde edilmesine olanak sağlar. Ancak bu yöntemin küçük damarlarda kullanımını sınırlıdır (84).

Maksimum intensite projeksiyon (MIP)

Görünt¼ verisinin önceden tespit edilmiş hacminin en parlak voksellerin iki boyutlu projeksiyona sıkıştırılması ile oluşturulur. Tipik invazif anjiyografi ile oluşturulan iki boyutlu görünt¼leme prensibi ile benzerdir. MIP görünt¼leri koroner anatominin görünt¼lenmesi için, klinik uygulamalarda veri gösteriminde oldukça iyi ve kolay bir görünt¼leme aracıdır (84). Özellikle miyokardiyal kas köprüs¼ (bridging) gibi vakalarda önemli bilgiler sağlaması bu görünt¼lerin aksiyel görünt¼lere eklenmesinin önemini belirtir (85).

Üç Boyutlu Vol¼m Rendering Tekniği (VRT)

Koroner arter yatağının üç boyutlu gösterimi için kullanılan en yaygın teknolojidir. Vol¼metrik verinin dış kont¼rlerinin yarı saydam şekilde canlandırılarak üç boyutlu yapının görünt¼s¼ oluşturulur. Üç boyutlu olarak tekrar biçimlendirilmiş görünt¼de voksellere atanmış renk opasite gibi birçok özellik ayrıntılı olarak kullanılabilir. Opasite ayarları ile bazı yapılar transparan yapıp gizlenebilirken bazıları ön plana çıkarılabilir. Majör intratorasik yapılar (pulmoner venler, çıkan aorta, venöz sin¼sler) arasındaki yapılar arasındaki kompleks uzaysal ilişkinin anlaşılmasında önemli rol oynar. Koroner damarların miyokard içine seyri, koroner arter anomalileri, by-pass greftlerinin anastomoz yerleri doğru bir şekilde değerlendirilebilir. Genellikle tortiyöz koroner arterlerin komplike anatomilerini göstermede faydalıdır. (86).

İki boyutlu haritalama

Üç boyutlu görünt¼ verilerinden istenilen biçimde MPR veya kavisli c-MPR teknikleriyle elde edilmiş planların, ayrı ayrı incelenerek uygun olmayan orta nokta , devamsızlık gibi

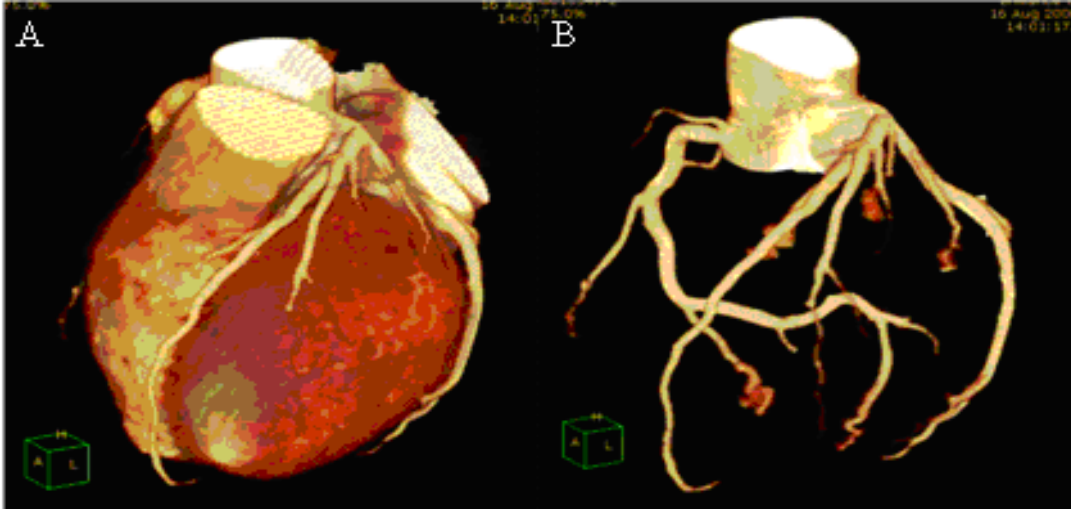
görsel hataların düzeltilmesi sonucu oluşturulan iki boyutlu görüntü biçimidir. Damarların birbirine olan uzaklıkları ve koroner sinüse göre konumları iki boyutlu düzleme indirgeyerek tanımlar. Uygun olmayan görüntüleri düzelterek hata payını azaltır.

Üç boyutlu global ve sferik görüntüleme

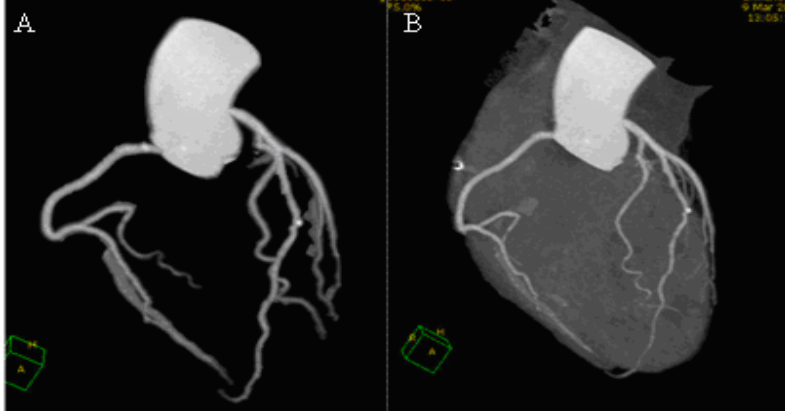
Üç boyutlu görüntülerden elde edilen MPR' ları yine üç boyut parametrelerinde tam küre (global), veya kalp kontürlerine göre (sferik) şekilde yeniden yorumlayan yaklaşımdır. Koroner sinüsü kuzey kutbu, kalbin apeksini güney kutbu olarak ele alır. Özellikle koroner sinüs ve ana damar orifislerinin net değerlendirilebilmesi, koroner damarların ayrıntıları ve stenozun lokalizasyonunun değerlendirilmesinde oldukça faydalıdır.

4-D Sine Görüntüleme

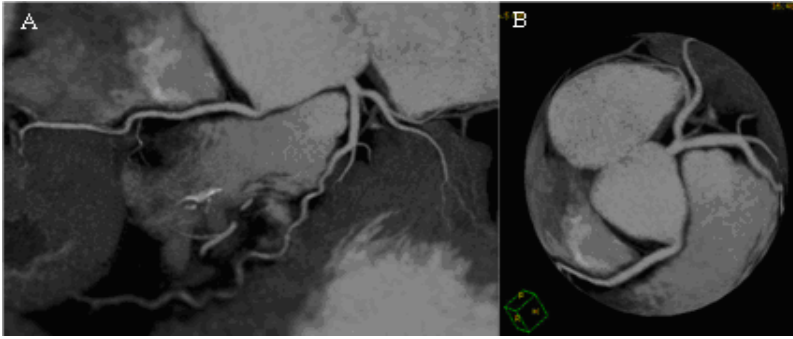
Spiral retrospektif geçişli görüntülerden elde edilen BT verisinin sine görüntüleri ile kardiyak ve valvüler fonksiyon değerlendirilir (78). ÇKBT ile koroner anjiyografi uygulamaları yapılmış farklı rekonstrüksiyonlardaki görüntü örnekleri Şekil 2.11 - 2.12 - 2.13 - 2.14' de sunulmuştur.



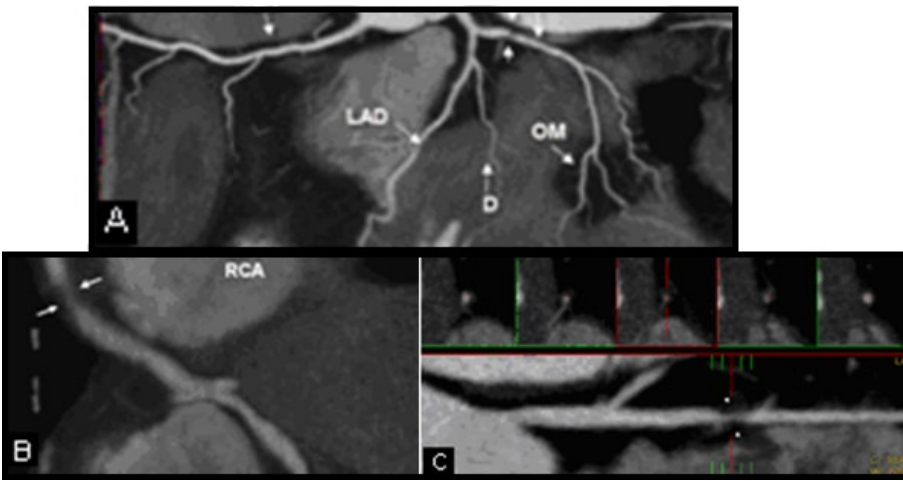
Şekil 2.11: A) Ventrikül hacim görüntülenmesi (Volume Rendering-VR), B) Koroner dalların ventrikül kavitesinden ayrı olarak görüntülenmesi.



Şekil 2.12: Ventrikül hacim görüntülenmesi, üzerinde koroner arterlerin görünümü.



Şekil 2.13: A) MPR görüntülemeye B) Global görüntülemeye sol ve sağ koroner arterler.



Şekil 2.14: A) İki boyutlu koroner haritalamada sol ve sağ koroner arterler B) Multiplanar reformasyon görüntülemeye RCA C) LAD nin uzatılmış ve kısa eksen görüntüleri (okla işaretlenmiş bölgelerde aterosklerotik lezyonlar dikkat çekmekte) .

2.3.2.5. ÇKBT koroner anjiyografi endikasyon ve kontrendikasyonları.

Kardiyovasküler hastalıkların değerlendirilmesinde kardiyak ÇKBT'nin rolünün giderek artması doğru endikasyon ve hasta seçimini daha da önemli kılmıştır. Kardiyak BT için genel olarak kabul edilen endikasyonlar şu şekilde sıralanabilir.

a) Semptomla birlikte şüpheli KAH değerlendirilmesi :

i.KAH için orta risk ile birlikte yorumlanamayan EKG veya egzersiz yapılamaması

ii.KAH için orta riskli grupta olup EKG değişikliği olmadan seri enzimler negatif iken akut göğüs ağrısı

iii.Göğüs ağrısı sendromu ile birlikte yorumlanamayan veya şüpheli stres testi (egzersiz, perfüzyon veya stres ekokardiyografi)

iiii.Koroner arter anomalilerinin değerlendirilmesi

b) İntra ve ekstra kardiyak yapıların değerlendirilmesi: TTE, MRG ve ya TEE ile sınırlı görüntü elde edilen hastalarda kardiyak kitlelerin değerlendirilmesi

c) Perikardiyal hastalık: TTE, MRG ve ya TEE ile sınırlı görüntü elde edilen hastalarda perikardiyal yapının (perikardiyal kitle, konstriktif perikardit, kardiyak cerrahinin komplikasyonları) değerlendirilmesi

d) Konjenital kalp hastalıkları

e) Pulmoner ven anatomisi: Atrial fibrilasyon için radyofrekans ablasyon öncesi pulmoner ven anatomisinin değerlendirilmesi

f) Biventriküler pacing

g) Aortik hastalık: şüpheli aort diseksiyonu ve ya torasik aort anevrizmasının değerlendirilmesi

h) Pulmoner hastalık: Şüpheli pulmoner emboli değerlendirilmesi

i) Cerrahi planlama: Noninvaziv koroner arter haritalaması. (87)

Kardiyak BT için mutlak kontraendikasyonlar az olmakla beraber radyasyon ve kontrast maruziyeti ile ilişkili önemli riskler vardır. BT tetkiki için belirlenen kontraendikasyonlar;

a) Böbrek yetmezliği: önemli renal yetmezliği olan hastalarda (kreatinin>1.6 mgr/dl).

b) Kontrast alerjisi: önceden kontrast maddeye anaflaktik reaksiyon öyküsü, İV kontrastlı iyot kullanması için mutlak kontraendikasyon olarak düşünülmektedir.

c) Yakın zamanda İV iyotlu kontrast madde kullanılmış olması

d) Hipertiroidizm.

e) Atriyal fibrilasyon: herhangi bir düzensiz kalp ritmi suboptimal EKG geçişi ile ilişkili görüntüye neden olur. Aritmisi olanlarda kalp hızı 90 atım /dakika ve üzeri olanlarda ÇKBT koroner anjiyografi yapılması önerilmemektedir.

f) Nefes tutulma yönergesine uyumsuzluk. En az 10 saniye nefesin tutulamaması ciddi solunumsal artefaktlara ve görüntü kalitesinde azalmaya neden olacaktır (87).

2.3.2.6. ÇKBT koroner anjiyografide hasta hazırlığı:

ÇKBT koroner anjiyografi tetkikinde başarılı görüntüler edinilebilmesi için hastaların işleme uygun olmaları çok önemlidir. Farklı atımlar esnasında değişik görüntülerin alınması ciddi problemlere yol açacağından hastanın sinüs ritminde olması gerekmektedir. Aritmisi bulunan hastalarda tetkik yapılmasından kaçınılmalıdır. Hareket artefaktının en aza indirilmesi amacı ile kap hızının düşürülmesi başka bir deyişle kalp hareketinin azaldığı diyastol süresinin uzatılması gerekir. Bu amaçla tetkikten yaklaşık 1 saat önce oral metoprolol veya tetkikten hemen önce IV metoprolol ya da esmolol uygulanabilir. Kalp hızının 65 vı/ dk ve altında olması optimal görüntü elde edilebilmesi açısından önemlidir. İşlemden en az bir gün öncesinde kafein ve nikotin gibi kalp hızını artıracak maddelerden uzak diyet önerilmeli, işlem öncesi kalp hızını arttıracak atropin, nitrogliserin gibi ilaçların yapılmamasına dikkat edilmelidir. Tetkik esnasında verilen kontrast maddenin böbreklere toksik etkileri olması nedeni ile işlem öncesi hastaların böbrek fonksiyonları değerlendirilmeli, böbrek yetersizliği olan hastalarda tetkikten kaçınılmalıdır. Kontrast madde alerji hikayesi ayrıntılı sorgulanmalı ve gerekmesi halinde hastaya profilaksi tedavisi uygulanması veya tetkikin iptal edilmesi söz konusudur (88,89).

İşlem öncesi en az 4 saatlik açlık olası kusma ve komplikasyonlarının önlenmesi adına gerekmektedir. İşlem öncesi mesanenin boşatılması önerilmektedir. Antekübital venden 18-20 gauge branül ile damar yolu açılmalıdır. Damar yolu tetkik öncesi açılmalı ve hasta masaya alınmadan önce bir miktar dinlendirilmesi olası ajitasyon ve buna bağlı kalp hızının artımı gibi istenmeyen olayları azaltması açısından önemlidir. EKG trasesi net olarak sağlanmalı, bu amaçla alkolle cilt temizliği, elektrodların iyi yerleştirilmesi önemlidir. Elektrodların kas artefaktlarının önlenmesi amacı ile kemik çıkıntılar üzerine yerleştirilmelidir.

Çekim öncesi hastanın rahatlaması, olası anksiyetesinin giderilmesi sağlanmalıdır. Hasta çekim öncesi iyi bilgilendirilmelidir. Çekim esnasında çekim ekibi ile hastanın sürekli iletişim halinde olacağı, kontrast madde uygulanması esnasında koldan başlayıp vücuda yayılan bir yanma olacağı, bunun normal olduğu ve endişe etmemesi hastaya söylenmelidir. Çekim esnasında hareketsiz kalmanın önemi vurgulanmalıdır.

Çekim öncesi hastaya 22-26 sn nefes tutabilmesi sağlamak amacı ile nefes tutma egzersizleri önerilmelidir. Bu sürede karınanın 1 cm altından kalbin tabanına kadar olan mesafenin görüntüleri alınır ve bu sayede olası artefaktlar en aza indirgenmiş olur (88-90).

2.3.2.7. ÇKBT koroner anjiyografide kontrast madde kullanımı :

Küçük çaplı damarların yeterli değerlendirilebilmesi, kalsifiye lezyonların damar duvarından farklı değerlendirilebilmesi, vasküler yapıyı ayrıntılı incelemek yönünden lümen içi yeterli kontrastlanma gereklidir. Kontrast madde damar cidarındaki kalsifiye lezyonları gizleyecek kadar çok olmamalıdır. Bu nedenle hastaya verilen kontrast maddenin miktarı ve zamanlaması uygun görüntü elde edilebilmesi için son derece önemlidir (91). Koroner arter lümenini ve duvardaki lezyonları net değerlendirilmesine olanak sağlayacak uygun kontrast miktarının 40 gram iyotun 1 gram/sn hız ile verilmesi olarak belirtilmiştir. Çekim esnasında homojen damar kontrastlanma elde etmek için 18-20 gauge iğne ile antekübital venden açılan damar yolundan 80-120 ml non-iyonik kontrast madde 3-5 ml/sn hızla verilmelidir (91).

Yüksek konsantrasyonda iyotlu kontrast madde kullanımı küçük arterlerin daha iyi değerlendirilmesi, postproses işlemlerin daha kolay yapılması, obez hastalarda koroner damarların

daha net değerlendirilebilmesi gibi avantajlarının yanısıra kontrast madde artefaktlarının artması, sağ ventrikül ve vena kava inferiordaki kontrast maddenin sağ koroner arterin görüntülenebilmesi gibi dezavantajları vardır. Kontrast maddenin hemen ardından verilen serum fizyolojik, sağ atriyum ve sağ ventriküldeki yoğun kontrast madde miktarına bağlı sağ koroner arter görüntülerinde oluşabilecek artefaktları önlemektedir (92,93).

2.3.2.7. ÇKBT koroner anjiyografide artefaktlar :

Koroner bt anjiyografi görüntü kalitesini ve yorumunu zorlaştıran artefaktlar dört ana başlıkta özetlenebilir.

1. Hareket artefaktları, (kalp, akciğer yada diğer organ hareketlerine bağlı)
2. Komşu yapılar ve damarların kontrast madde ile dolmasından kaynaklanan artefaktlar
3. Metalik implantlar, ileri derecede kalsifikasyon, pulmoner arterdeki hava kabarcıkları nedeni ile ortaya çıkan ışın güçendirici etkiler.
4. Teknik sınırlılıklar ve hatalardan kaynaklanan artefaktlar

Choi ve arkadaşları tarafından tanımlanan bu artefaktlar bir dizi önlemlerle en aza indirgenmeye çalışılır (94). İmplant edilmiş yüksek atenuasyonlu materyaller ya da doğal yapılardan kaynaklanan artefaktlar en sık rastlanan ışın güçlendirici artefaktlardandır. Bu tip artefaktlar hareket ile veya yeniden görüntü oluşturma penceresinin uygunsuz seçimi ile daha da artabilir. Aksiyel kaynak görüntülerin tekrar gözden geçirilmesi, bu tarz artefaktların görüntü yorumlanmasındaki hata payını en aza indirgeyebilir.

Sağ kalp boşluklarındaki kontrast maddeden kaynaklanan ışın kuvvetlendirici artefakt sağ koroner arterin doğru değerlendirilmesini engelleyebilir. Kontrast madde enjeksiyonunu takiben uygulanan serum fizyolojik enjeksiyonu, veya taramaya bir müddet geç başlanması sağ kalpte biriken kontrast maddenin sirkülasyonunu hızlandıracağı için bu probemin aşılmasında faydalı olabilir. Kontrast bolus miktarı yetersiz ise akım hızı artırılarak görüntü kalitesi arttırılabilir.

Kalp hareketlerine bağlı artefaktlar kalbin, alınan seriler esnasında aynı pozisyonda olmamasına bağlıdır. EKG trasesinde kalp siklusunun diyastole rastlaması önemlidir.

Rekonstrüksiyonların herhangi bir nedenle sistole rastlaması önemlidir. Bu durumda artefaktlı bölümlerin belirlenmesi, buna karşılık gelen EKG trasesinin silinmesi gerekmektedir. Aritmi bulunması veya kalbin hareketine bağlı artefaktların olması durumunda tetkik sonrası EKG kontrolü ile yapılacak düzeltmelere ihtiyaç doğar. Ancak bu şekilde yapılacak düzeltmeler 1 veya 2 atımla sınırlıdır. Daha fazla yapılacak düzenlemeler verilerde boşluklar oluşmasına neden olacaktır. Bu nedenle aritmisi olan hastaların tetkik öncesi iyi değerlendirilmesi önemlidir (95).

Uygun nefes tutma ve hastanın hareket etmemesi yönündeki bilgilendirilmesinin, tarama gecikmesinin ve yeniden görüntü oluşturma penceresinin uygun seçimi teknik hatalara bağlı artefaktların oluşmasını en aza indirgeyen unsurlardır (95).

2.3.2.9 ÇKBT koroner anjiyografinin klinik kullanımı.

KKA, KAH tanısında, koroner arterlerdeki darlıkların değerlendirilmesinde altın standart tanı yöntemidir. KKA'nın sadece üçte birinde girişimsel bir işleme gerek duyulmaktadır. Geri kalan üçte ikilik bölümünde tanısal amaç taşımaktadır. KKA, ÇKBT ile kıyaslandığında invazif, uygulanması zor bir yöntemdir. Mortalite ve morbidite açısından daha riskli olmakla beraber uygulanabilmesi için kalp damar cerrahisinde bulunduğu bir üniteye hastanın yatışını gerektirecek bir tetkiktir. ÇKBT ile koroner anjiyografi klinik uygulamaya girdiğinden itibaren kullanım alanı giderek yaygınlaşmış ve KAH'nın tanısında sıkça kullanılan bir tetkik olmuştur. Tetkikin girişimsel olmaması önemli bir avantajıdır (65, 98).

ÇKBT koroner arter duvarını inceleyebilmesi, kalp ile koroner arterlerin üç boyutlu değerlendirilmesi, komşu yumuşak dokuları değerlendirebilmesi klasik anjiyografiden farklı olarak önemli bilgiler edinebilmemizi sağlar (99). Akut koroner sendromların (AKS) %70 gibi önemli bir kısmında, sorumlu lezyonun kritik darlığa yol açmayan plaklar olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple aterosklerotik plakları değerlendirirken darlık ciddiyetinin yanısıra plağın morfolojisinin değerlendirilmesinin son derece önemli olduğu belirtilmiştir (100,101). ÇKBT ile tespit edilen kalsifik olmayan, miks yapıdaki plakların; AKS'a yol açan yumuşak plaklar ve intravasküler ultrasonografi ile belirlenen ince fibröz zar yapısına sahip, yüksek lipit içerikli, kararsız plaklar ile büyük uyumluluk içerisinde olduğu izlenmiştir. Stabil KAH'nda ise daha çok kalsifik yapıdaki plakların izlendiği belirtilmiştir (102,103,104). Ek olarak PKG yapılan lezyonların daha çok negatif remodeling sonucu ciddi darlık yapan lezyonlar olduğu ve bunların

pozitif remodeling yapan plaklara göre daha stabil yapıda olduğu izlenmiştir (105). Yapılan çalışmalarda ÇKBT ile tespit edilen normal veya nonkritik plaklı koroner damarların oldukça düşük kardiyovasküler olaylar ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Normal koroner veya non-kritik plaklara sahip hastalarda 2 yıllık tüm nedenlere bağlı mortalite oranı %0.3 bulunurken bu oranın kritik olmayan LMCA darlığına veya kritik koroner darlıklarına sahip bireylerde %15 lere kadar çıktığı bildirilmiştir (106). ÇKBT koroner anjiyografinin koroner arterlerdeki darlıkları saptamasındaki özgüllüğü ve duyarlılığı ana damarlar ve proksimal yan segmentlerde %90' ın üzerindedir. Duyarlılık LMCA için en yüksek iken sirkümfleks arter ve dalları için bu oran en düşüktür (99) .

Anjiyografik olarak kanıtlanmış KAH' na sahip bireylerin % 24 ile 40 arası kronik total oklüzyon mevcuttur (107-108). Ve PKG başarısı total tıkalı lezyonun karakterine bağlı olarak %40-80 arasında değişmektedir(109,110). ÇKBT % 95-100 oranında bu lezyonları tespit edebilmektedir. Bunun yanısıra total tıkalı lezyonun PKG ile açılmasındaki başarısızlık ihtimali ile ilgili bilgi vermektedir. Bu ihtimali belirleyen prediktörler tam tıkalı segmentin uzunluğu, ve kalsifikasyon miktarıdır(111).

KAH tedavisinde önemli bir seçenek olan stent implantasyonu uygulanması giderek artmaktadır. İlaç salınımlı stentlerin bulunması ve yaygınlaşmasına rağmen stent içi restenoz önemli bir sorun olmaya devam etmektedir (112). KKA stent içi restenozun saptanmasında altın standart yöntemdir. ÇKBT koroner stentlerin değerlendirilmesinde ve olası stenozun takibinde oldukça güvenilir sonuçlar verdiği bildirilmiştir. LMCA ve proksimal damarlara takılan ve geniş çaptaki stentlerin incelenmesinde ÇKBT ile daha güvenilir bilgiler edinildiği söylenmiştir(113,114). Yine geçirilmiş KABG operasyonuna sahip hastalarda by-pass geftlerinin değerlendirilmesinde ÇKBT' nin % 100' e varan duyarlılığa sahip olması dikkat çekmektedir. Bu hastaların girişimsel bir işlem olan KKA'deki komplikasyon oranlarının daha yüksek olduğu gözönüne alınırsa girişimsel olmayan bir tanı yöntemi olan ÇKBT' den daha fazla fayda görecekları söylenebilir(115,116).

Koroner arter anomalileri normal popülasyonun % 1'nde izlenir ve nadiren hayatı tehdit eden patolojiye neden olur. ÇKBT ile koroner arter anomalilerinin KKA'ya göre daha net görüntülenebileceği belirtilmiştir (117). Koroner segmentin miyokard içine doğru seyri sonucu görülebilen miyokardiyal kas köprüsü sıklığı KKA ile %0,5-16 arasında değişmektedir. Büyük

çoğunluğu LAD orta segmentte izlenmektedir. ÇKBT koroner anjiyografi ile koroner arterin hem lümeninin hemde etraf yumuşak dokunun izlenebilmesi damarın epikardiyal seyrini ve olası miyokard içinde seyreden segmentin tespitini mümkün kılmaktadır. ÇKBT ile miyokardiyal kas köprüsü tespitinin sıklığının artacağı düşünülmektedir(118).

Miyokard perfüzyon sintigrafisi ile yapılan bir çalışmada ÇKBT koroner anjiyografinin; koroner lezyon varlığı ve ciddiyetinin belirlenmesinin yanısıra, fonksiyonel incelemeye önemli katkısı olduğu vurgulanmıştır. Buna göre ÇKBT ile birarada kullanıldığında, miyokardiyal perfüzyon sintigrafisinin, tek başına sağladığından daha fazla ek prognostik yarar sağladığı bildirilmiştir (119).

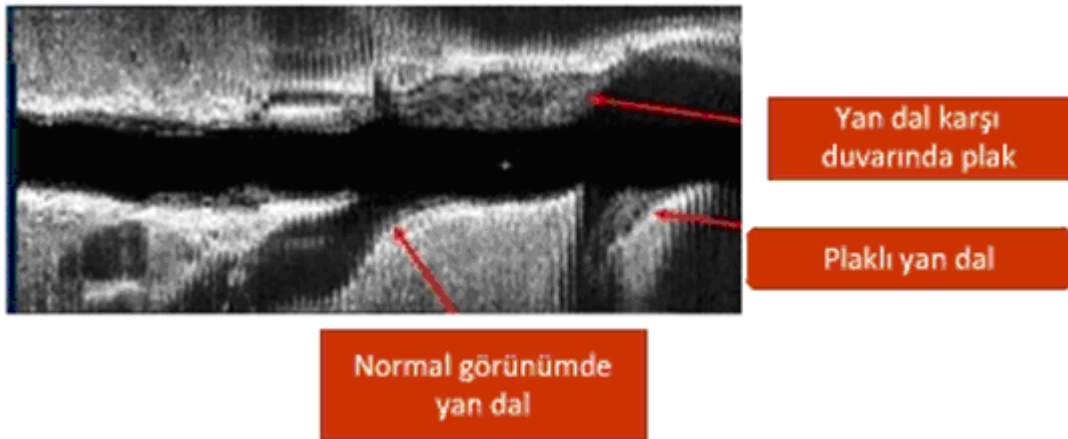
2.4. İnvasküler ultrasonografi (IVUS)

KKA, KAH tanısında en sık kullanılan ve altın standart kabul edilen görüntüleme yöntemidir. Son yıllarda koroner anjiyografi eşliğinde uygulanan intravasküler ultrason (IVUS) KAH hakkındaki bilgilerimizin değişimine ve artmasına katkıda bulunmuştur. KKA lümenin iki boyutlu silüet görüntüleri yerine , IVUS ile damar içinin direkt olarak görüntülenmesi sağlanır. Lümen içinde sabit bir hızla hareket eden cihaz lümenin gerçek zamanlı ayrıntılı incelenmesine olanak sağlar. Tetkikte özel bir ultrason probu fleksibl koroner anjiyografi kateterine yerleştirilmiştir (121). İnsan damarlarında ilk görüntüler 1988 yılında Yock ve arkadaşları tarafından kaydedilmiştir. Koroner anjiyografiye benzer şekilde kateter koroner ostiyumuna oturduktan sonra lümenine gönderilen kılavuz telden ilerleyen özel yapıdaki transdüserin belirlenen anatomik bölgenin distalinden itibaren sabit bir hız ile proksimale doğru çekilmesi esnasında lümen içinden alınan görüntüler bilgisayara aktarılır.. Yüksek ultrason frekansları (20-50 MHz) kullanılan IVUS teknolojisi son yıllarda hızla ilerlemektedir ve günümüzde kateter ve probe boyutu oldukça küçülmüştür (122). İşlem öncesi nitrogliserin ve heparin rutin olarak yapılır. IVUS' a bağlı tüm komplikasyonlar %1-3 arası görülürken diseksiyon veya damar oklüzyonu gibi majör komplikasyonlar %0,5 sıklığında izlenir (123). KKA ile önemi tam olarak değerlendirilemeyen lezyonların ciddiyetini belirlemek, kritik lezyon gösterilemeyen difüz KAH'nın tespiti ile transplantasyon sonrası koroner arterlerin değerlendirilmesi IVUS'un başlıca

kullanım alanlarıdır. KKA sonrası normal koroner arter tespit edilen hastaların %10-15 kadarında IVUS ile ateroskleroz tespit edilmiştir (124,125).

Yapılan çalışmalarda IVUS tetkikinin yaklaşık %20 hastada tedavi stratejisinin değişimine sebep olduğu bildirilmiştir (126,127). IVUS ile lümen alanı, minimal- maksimal lümen çapı, darlık miktarı, lümen alan darlığı, maksimum aterom kalınlığı, ateroma alanı, plak yükünün miktarı ve içeriği, lümen ve aterom eksentiritesi gibi KKA'de değerlendiremeyen durumlar ayrıntılı olarak incelenebilir. Stentlerle ilgili ayrıntılı değerlendirmeler yapılabilir. Lezyon uzunluğu ile lümenle ilgili ayrıntılı değerlendirmeler (diseksiyon, yalancı lümen) IVUS tetkikinin sağladığı diğer önemli bilgilerdir (123). Şekil 2.15' te IVUS tetkikinde bifurkasyon lezyonu görülmektedir.

IVUS teknolojisi optimal perkütan koroner tedavi stratejilerinin belirlenmesinde ve yönetiminde oldukça faydalı bir gelişmedir. CLOUT çalışmasında (128) IVUS eşliğinde balon anjiyoplastinin sonuçları değerlendirilmiştir. Buna göre IVUS eşliğinde agresif balon dilatasyonu güvenli bulunmuştur. RESIST çalışmasında stent implantasyonu sonrası yapılan IVUS değerlendirmesi ile hastaların %39' unda ek dilatasyona gerek duyulduğu sonucu alınmıştır. Bu grupta 6 aylık restenozda %22' lik bir azalma saptanmıştır (129). Benzer şekilde OPTICUS çalışmasında IVUS eşliğinde yapılan stent implantasyonunda 6 ayda restenoz oranı daha düşük bulunmuştur (130).



Şekil 2.15: İnvasküler ultrasonografi ile bifurkasyon lezyonunun gösterilmesi

2.2.5. Manyetik rezonans anjiyografi.

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kardiyovasküler dışı görüntüleme uzun yıllardır kullanılmasına rağmen kardiyovasküler sistemde kullanılması son on yıldır yaygınlaşmıştır (131,132). Kalp siklusuna ve solunuma bağlı hareketler, damar çapının küçük oluşu, arterin tortüöz seyri hala sık karşılaşılan teknik problemlerdendir (132). EKG eşliğinde görüntüleme yapılması gerekmektedir. Sinüs ritmi dışındaki ritimlerde yeterli görüntü kalitesinde veri elde edilemez. Kalp pili, kalıcı defibrilatör ve benzeri elektronik implantlar bulunduran hastalar MRG ile değerlendirilemez. Kalp kapak protezi, metalik implantları olan diğer hastalar ise kullanılan protezin MRG uyumlu olup olmamasına göre tetkike alınabilir (131). Kardiyak MRG sayesinde kalbin anatomik ve fonksiyonel yapısı ile kalple ilişkili büyük damarlar değerlendirilebilir. Duvar kalınlığı ve plak kompozisyonu ile ilgili bilgi vermesine karşın koroner stenozun ciddiyeti hakkında net sonuç verememesi MRG tetkikinin KAH tanısı yönünden önemli kısıtlılıklarındandır (133). Yüzdokuz hastanın izlendiği, KKA'nın altın standart kabul edildiği çok merkezli bir çalışmada kardiyak manyetik rezonans anjiyografinin duyarlılığı %93 özgüllüğü %42, pozitif prediktif değeri %42 negatif prediktif değeri %81 olarak tespit edilmiştir. Sadece ana koroner ve 3 damar hastalığının değerlendirilmesinde bu oranlar sırası ile % 100, % 85, % 54, % 100 olarak bulunmuştur (134).

Kalbin 3 boyutlu yapısının incelenebilmesi ve gadolinyum injeksiyonu ile iskemik kalp hastalıklarında canlı doku araştırılması tetkikin önemli faydalarındandır (133). Gadolinyum ile yapılan MRG perfüzyon tetkiki farklı çalışmalarda duyarlılığı %60-90 özgüllüğü ise %60-100 arası olarak bildirilmiştir (135). Kardiyak MRG KAH tanısında rutin olarak kullanılan bir tetkik olmamasına karşın, iskemik kalp hastalığında canlı doku araştırmasındaki başarısı ile hastalığın tedavisinin yönetilmesinde ciddi katkıları vardır (133).

3. GEREÇ ve YÖNTEM :

3.1. Hastaların değerlendirilmesi, alınma ve dışlanma ölçütleri

Eylül 2006 ile Aralık 2010 tarihleri arasında Yeditepe Üniversite Hastanesi ile Acıbadem Üniversite Hastanesinde KAH şüphesi ile ÇKBT koroner anjiyografi yapıp takip eden ve 2 aylık süre içerisinde KKA yapılan yaklaşık 196 hasta çalışmamıza alınmıştır. 33 hasta KKA veya ÇKBT koroner anjiyografi görüntülerine ulaşamaması, elde edilen görüntülerin optimal yorumlamaya yetecek görüntü kalitesine sahip olmaması, görüntülerin yaygın artefakt veya teknik problemlerden dolayı net değerlendirilememesi veya koroner anomali olmasından dolayı çalışmadan çıkarıldı.

3.2. ÇKBT koroner anjiyografi uygulaması

KAH şüphesi ile ÇKBT koroner anjiyografi çekilecek tüm hastalar bilgilendirilmiş olur formunu imzaladı. Hastaların hepsi sinüs ritminde, kreatinin değeri < 1,5 mgr/dl, en az 15 saniye nefes tutma egzersizine uyum sağlayabilen hastalar idi. Şiddetli kontrast alerjisi olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çekim öncesi hastalara antekübital venden 18-20 gauge branül ile damar yolu açıldı. Kalp hızı 70 vr/dk altında olacak şekilde intravenöz (IV) beta bloker tedavi verildi.

ÇKBT koroner anjiyografi çekimleri Philips Brilliance 64 sistem (philips Medical System, Eindhoven , Netherlands) (pitch: 0,24mm, tüp voltajı 120 Kv, tüp akımı 600-800 mAs. ile yapıldı. Elde edilen görüntüler philips çalışma istasyonunda R-R mesafesinin %20-80 arası %5 lik artışlarla değerlendirilerek rekonstrükte edildi. Görüntü kalitesi en iyi, en az artefakta sahip rekonstrüksiyonlar seçildi. Her bir koroner arterin en az artefakta sahip olduğu rekonstrüksiyonlar aksiyel değerlendirme ile MPR, VRT, MIP yöntemleri ile işlendi Tüm görüntüler ÇKBT konusunda eğitimli bir radyolog ve kardiyolog tarafından değerlendirildi.

3.3. KKA uygulaması

Hastaların KKA ları Philips Allure cihazı ile kateter laboratuvarlarında gerçekleştirildi. Transfemoral yoldan judkins kateterler ile sol ve sağ koroner damarlar görüntülendi. Tüm koroner anatominin yeterli seviyede değerlendirileceği farklı görüntü pencerelerinden pozlar

alındı. Belirlenen bifurkasyon bölgeleri koroner anjiyografi konusunda tecrübeli iki kardiyolog tarafından ÇKBT koroner anjiyografi görüntüleri bilinmeden değerlendirildi.

3.4. Çalışmada alınan bifurkasyon lezyonu tanımı.

Çalışmada koroner damarlarda belirlenen yedi ayrı bifurkasyon bölgesi değerlendirildi. Bu bifurkasyon bölgeleri: 1. Ana koroner- LAD ve Ana koroner- LCx ayrımı, 2. LAD- birinci diyagonal dalı ayrımı, 3. LAD- ikinci diyagonal dalı ayrımı, 4.LCx- birinci OM dalı ayrımı, 5. LCx- ikinci OM dalı ayrımı, 6. RCA- sağ ventrikül dalı ayrımı, 7. RCA distalde posterolateral dal ayrımı. Bifurkasyon bölgesindeki lezyonlar Medina Sınıflandırılması (46) kullanılarak değerlendirildi. Buna göre her bifurkasyon bölgesi proksimal ana dal, distal ana dal ve yan dal ostiyumunu içeren bölge olmak üzere üç bölümde incelendi. Mevcut bölgelerde %50 altı darlık olması halinde 0, %50 ve üzeri darlık olması halinde 1 olarak kayıt edildi. Medina sınıflandırmasına göre her bir bifurkasyon bölgesi aralarında virgül olan üç ayrı rakam olarak not edildi. İlk rakam proksimal ana dal, ikinci rakam distal ana dal, üçüncü rakam yan dal ostiyumunu ifade etmektedir (1,0,0), (0,1,0), (1,1,0) , (1,1,1), (0,0,1), (1,0,1), (0,1,1). Çalışmamızda gerçek bifurkasyon lezyonu olarak, yan dalın ostiyumunu içeren bölgede kritik darlık (\geq %50) olması ile birlikte eşlik eden proksimal ana dal ve veya distal ana dalı içeren kritik darlık olan durumlar çalışıldı.. Bu lezyonların Medina sınıflandırmasına göre numaralandırılmış şekli (1,1,1) , (1,0,1) , (0,1,1) idi (9,46,47).

3.5. İstatistiksel Analiz:

Sürekli değişkenler ortalama±standart sapma, katagorik değişkenler yüzde olarak tanımlandı. Bifurkasyon lezyonlarının saptanmasında ÇKBT tanı performansı; KKA referans metod alınarak karşılaştırıldı ve duyarlılık, özgüllük, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve test sonucunun olabilirlik oranları (LR); %95 güven aralığıyla hesaplanmıştır. Hesaplanmalar hasta, tüm bifurkasyon lezyonları ve her bir bifurkasyon segmenti baz alınarak yapılmıştır. İstatistiksel analizlerde SPSS software (10. Versiyon) ve GraphPad Instat software kullanılmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Hastalar

Çok kesitli BT ve konvansiyonel koroner anjiyografi yapılmış olan toplam 196 hasta değerlendirildi. 2 hasta koroner anjiyografi 3 hasta ÇKBT koroner anjiyografi görüntülerine ulaşılabilmesi, 12 hastanın (4 hasta KKA, 8 hasta ÇKBT) görüntülerin optimal yorumlamaya yetecek görüntü kalitesine sahip olmaması, 13 hastanın görüntülerin yaygın artefakt veya teknik problemlerden dolayı net değerlendirilememesi, 3 hasta koroner anomali olmasından dolayı çalışmaya alınmadı.

Sonuçta çalışmaya ÇKBT ve konvansiyonel koroner anjiyografi görüntülerine ulaşabildiğimiz 163 koroner arter hastası (130 erkek, 33 kadın; ortalama yaş 58 ± 10 yıl) alındı. 7 hastada geçirilmiş KABG operasyonu var idi. 17 hastanın geçirilmiş MI öyküsü mevcut idi. Hastaların demografik özellikleri tablo 4' de sunulmuştur.

Tablo 4.1: Hastaların Demografik Özellikleri

Özellik	Değer
Yaş (yıl)	58±10
Cinsiyet	
Erkek	130 (%79,3)
Kadın	33 (%20,7)
Boy(cm)	173±8
Vücut ağırlığı (kg)	81±12
Beden Kitle İndeksi (kg/m ²)	26,89±2,4
Aktif Sigara Kullanımı	95 (%57,9)
Hipertansiyon	109 (%66,5)
Diyabet mellitus	51 (%31,1)
Hiperlipidemi	77 (%47)
Aile öyküsü	77 (%47)
Klinik başvuru	
Stabil anjina	71 (%43)
Akut koroner sendrom	46 (%28)
Atipik göğüs ağrısı	47 (%28)

4.2. Konvansiyonel anjiyografi ve çok kesitli BT karşılaştırması:

Çalışmamızda her hasta için 7 bifurkasyon bölgesi (toplam 1141 bifurkasyon bölgesi) belirlenmiş olmasına karşılık, KKA ile 1082 (%94), ÇKBT ile 1090(%95) bifurkasyon bölgesi yorumlanabilmiştir. Bifurkasyon bölgelerinin bir kısmının değerlendirilememesinin nedenleri; anatomik varyasyon (örneğin Diagonal dalının olmaması), total oklüzyona nedeni ile akım olmamasına bağlı bifurkasyonun görüntülenememesi, artefakta veya yeterli derecede pozisyon verilememesine bağlı bölgenin net değerlendirilememesidir. 1 hastada ana koroner arter LAD ve LCx bifurkasyonun değerlendirilememesi daha önceden KABG operasyonu olmuş hastanın bifurkasyon bölgesinde yeterli akım olmamasından kaynaklanmıştır.

Toplam 163 hastada Medina sınıflandırmasına göre yapılan değerlendirmede KKA ile 51 hastanın, ÇKBT ile 46 hastanın bifurkasyon lezyonu olduğu saptanmıştır (duyarlılık %90, özgüllük %91, negatif prediktif değer %95, pozitif prediktif değer %83). Lezyon temelli incelemede ise KKA ile 68, ÇKBT ile 56 lezyon saptanmıştır (lezyon temelli duyarlılık %82, özgüllük %97, negatif prediktif değer % 98, pozitif prediktif değer %72). Hasta sayısına , lezyon sayısına ve bifurkasyon bölgelerine ait ayrı ayrı duyarlılık, özgüllük , pozitif negatif prediktif değerleri tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 4.2: Çok kesitli bilgisayar tomografi, koroner anjiyografi tetkikinin bifurkasyon lezyonlarında tanısal değeri

	Duyarlılık n(% , 95% CI)	Özgüllük n(% , 95% CI)	NPV n(% , 95% CI)	PPV n(% , 95% CI)
Hasta Bazlı	46/51 (90 [78-96])	103/112 (91 [85-96])	103/108 (95 [89-98])	46/55 (83 [71-92])
Lezyon Bazlı	56/68 (82 [71-90])	995/1016 (97 [96-98])	995/1016 (98 [97-99])	56/77 (72 [61-82])
LMCA	7/8 (87 [47-99])	155/155 (100 [97-100])	155/156 (99 [96-99])	7/7 (100 [59-100])
LAD D1	17/20 (85 [62-96])	134/140 (95 [90-98])	134/137 (97 [93-99])	17/23 (73 [51-89])
LAD D2	13/17 (76 [50-93])	130/134 (97 [92-99])	130/134 (97 [92-99])	13/17 (76 [50-93])
C_x OM1	7/8 (87 [47-99])	149/153 (97 [93-99])	149/150 (99 [96-99])	7/11 (63 [30-89])
C_x OM2	4/4 (100 [39-100])	144/147 (97 [94-99])	144/144 (100 [97-100])	4/7 (57 [18-90])
RCA - Sağ Vent.	7/9 (77 [39-97])	146/146 (100 [97-100])	146/148 (98 [95-99])	7/7 (100 [59-100])
RCA - PDA, PLA	1/2 (50 [61-98])	137/141 (97 [92-99])	137/138 (99 [96-99])	1/5 (20 [00-71])

NPV: Negatif Prediktif Değer, PPV: Pozitif Prediktif Değer; CI: Confidence Interval (Güvenlik aralığı), LMCA: Sol ana koroner arter, LAD: Sol ön İnen arter. D1: Diyagonal 1, D2, Diyagonal 2, Cx: Sirkümfleks arter, OM: Optus marjinalis 1, OM2: Optus marjinalis 2 RCA: Sağ koroner arter, PDA: Posterior desendan arter, PLA: Posterolateral arter. Vent: Ventrikül.

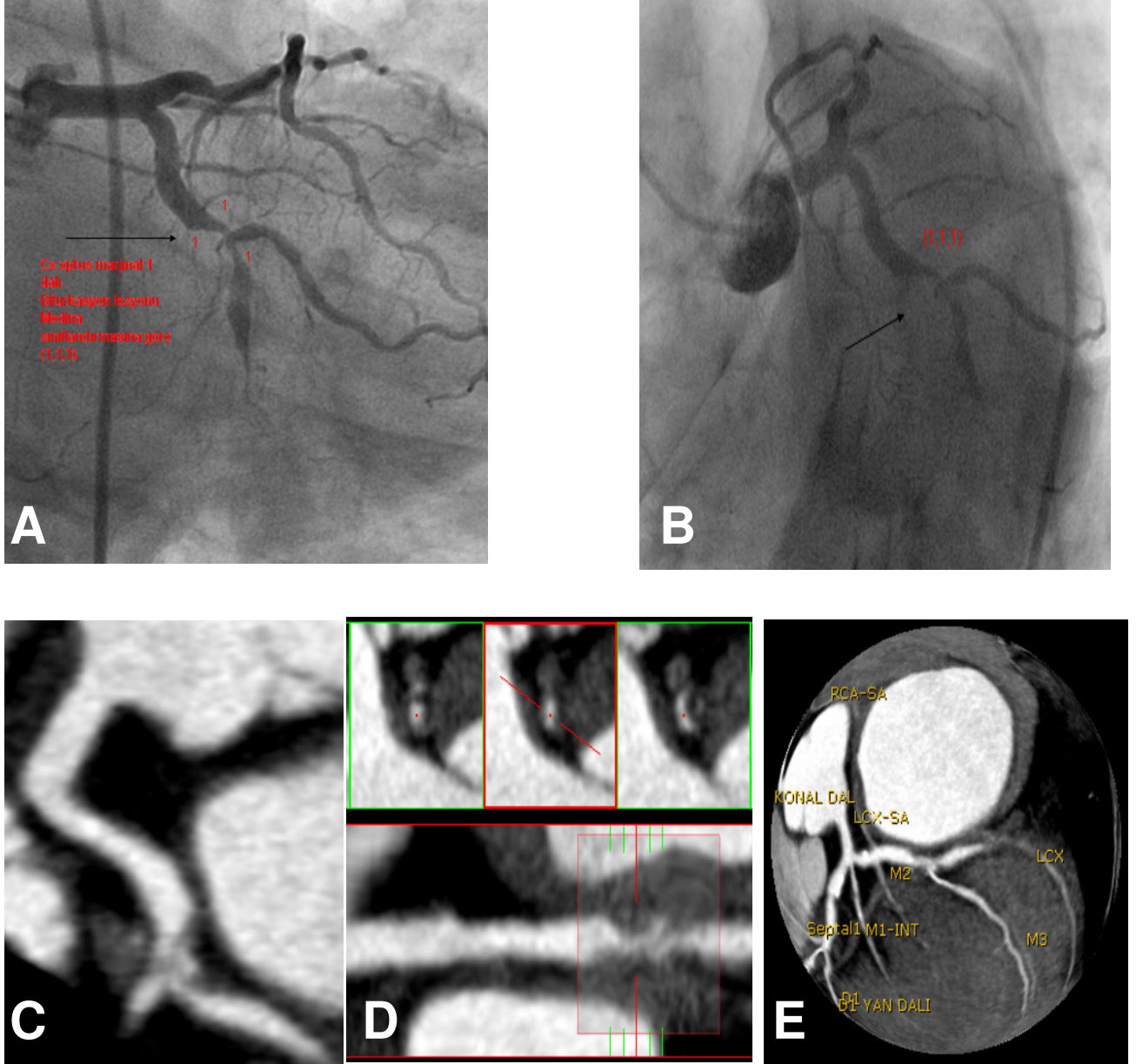
Çalışmamızda incelenen bir diğer parametre LR' dur. Buna göre hasta sayısı temel alınarak yapılan kıyaslamada LR; 11.224, bifurkasyon lezyonu esas alınarak yapılan kıyaslamada 39,843 bulunmuştur. Hasta sayısı ve belirlenen diğer bifurkasyon bölgeleri açısından ayrı ayrı hesaplanan likelihood ratio (olabilirlik oranı) Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 4.3: ÇKBT ve KKA test sonuçlarının hasta sayısına ve lezyon sayısına göre kıyaslanması

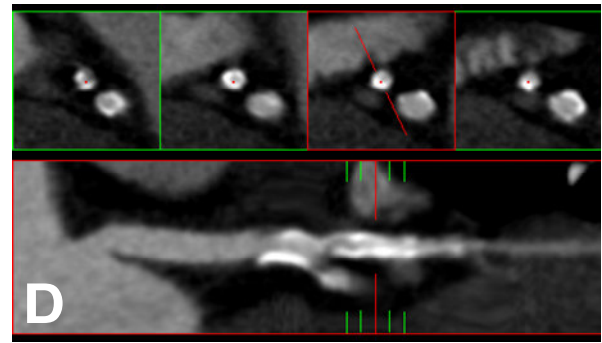
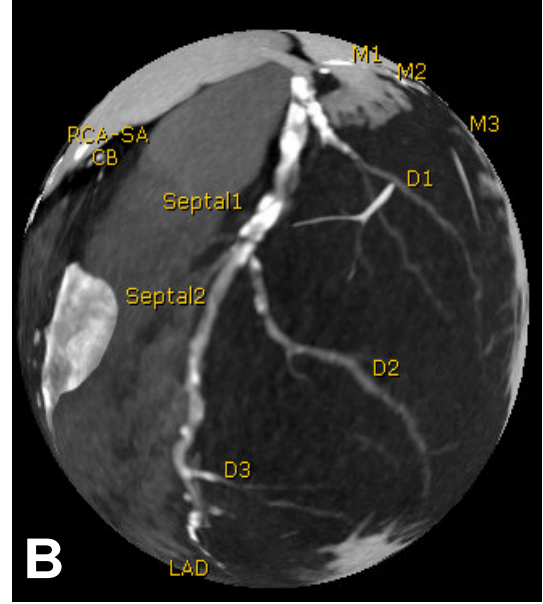
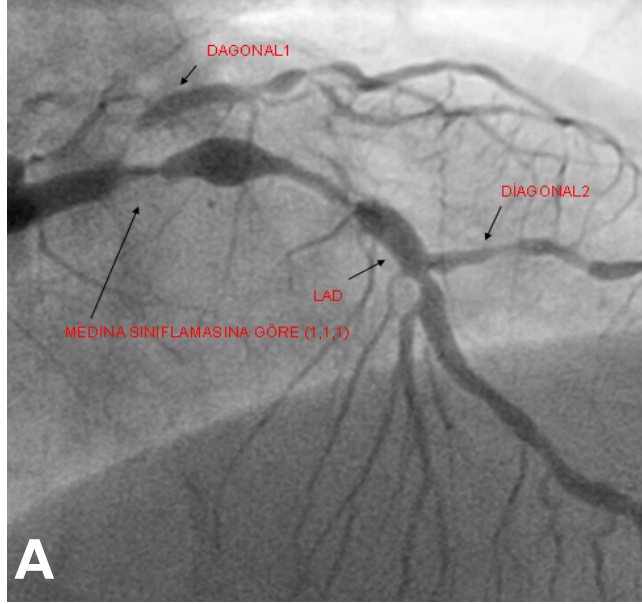
Hasta Sayısına Göre	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	46	9	11.24
	Negatif	5	103	
	Toplam	51	112	
Bifurkasyon sayısına göre	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	56	21	39.843
	Negatif	12	995	
	Toplam	68	1016	
LMCA bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	7	0	-
	Negatif	1	155	
	Toplam	8	155	
LAD D1 bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	17	6	19.833
	Negatif	3	134	
	Toplam	20	140	
LAD D2 bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	13	4	25.618
	Negatif	4	130	
	Toplam	17	134	
Cx OM1 bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	7	4	33.469
	Negatif	1	149	
	Toplam	8	153	
Cx OM2 bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	4	3	49.000
	Negatif	0	144	
	Toplam	4	147	
RCA-sağ vent. Dalı bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	7	0	-
	Negatif	2	146	
	Toplam	9	146	
RCA- PLA, PDA bifurkasyonu	KKA		Likelihood Ratio	
	Pozitif	Negatif		
ÇKBT	Pozitif	1	4	17.625
	Negatif	1	137	
	Toplam	2	141	

ÇKBT: Çok kesitli bilgisayar tomografi, KKA: Konvansiyonel Koroner Anjiyografi, LMCA: Sol ana koroner arter, LAD: Sol ön İnen arter, D: Diyagonal , Cx: Sirkümler arter, OM: Optus marjinalis1, RCA: Sağ koroner arter, PDA: Posterior desendan arter, PLA: Posterolateral arter. Vent: Ventrikül.

Çalışmamızda yer alan bifurkasyon lezyonlarına sahip bazı hastaların karşılaştırmalı KKA ve ÇKBT görüntülerinden örnekler Şekil 4.1 ve 4.2 de sunulmuştur.



Şekil 4.1: A,B) Cx-Optus Marjinal 2 dalı bifurkasyon lezyonunun KKA görüntüsü, C) lezyonun MPR-curve, D) uzatılmış ve kısa eksen E) global görüntüde izlenimi.



Şekil 4.2: A) LAD-Diyagonal1 kritik bifurkasyon lezyonunun konvansiyonel koroner anjiyografi görüntüsü B) global görüntü C) MPR-curve, D) uzatılmış ve kısa eksen görüntüleri.

5. TARTIŞMA

Koroner arterlerin bifurkasyon lezyonları girişimsel kardiyolojide önemli yer tutan ve perkütan yolla tedavi endikasyonu olan olgularda kendine özgü güçlükler taşıyan lezyonlardır (35,36). Girişimsel kardiyoloji ile ilgili dünyaca kabul görmüş kurumların yayınlamış olduğu kılavuzlarda girişim yapılacak olan koroner arter lezyonunun bifurkasyon içermesinin, işlemin riskini arttırdığı vurgulanmaktadır (136). Öte yandan perkütan koroner girişim öncesinde yan dalın açılması ve darlığa neden olan plağın kompozisyonu ile sınırlarının net olarak gösterilebilmesi işlem başarısına katkı sağlamaktadır (40-41). Yakın tarihli çalışmalar bifurkasyon lezyonu içeren koroner arter darlıklarının ÇKBT ile girişim öncesinde değerlendirilmesinin işlem başarısını arttırabileceğini göstermektedir (40). Özellikle IVUS ile karşılaştırmalı yapılan çalışmalar ÇKBT'nin koroner arter plak kompozisyonu ile sınırlarının ortaya çıkarılmasında oldukça değerli bir tanı yöntemi olabileceğini göstermiştir (137,138). Çalışmamızın bulguları, ÇKBT ile yapılan koroner anjiyografinin bifurkasyon lezyonlarının tanımlanmasında oldukça yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu göstermektedir. Bulgularımız bu konuda gerçekleştirilmiş olan benzer bir çalışmanın sonuçları ile uyum içindedir. Söz konusu çalışmada da ÇKBT ile yapılan görüntülemenin bifurkasyon lezyonlarını saptanmasında %90'ın üzerinde duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğu sonucu bulunmuştur (14).

Ayrıca tanısal bir testin güvenilirliğinin değerlendirilmesinde önemli bir parametre olan LR; hasta olan bireylerde testin pozitif çıkma olasılığının, hasta olmayan bireylerde testin pozitif çıkma olasılığına oranıdır. LR' nun bire eşit olması testin tanısal bir değerinin olmadığını gösterir. LR' nun birden küçük olması, testin hastalığa tanı koyma olasılığının düşük olduğunu; birden fazla olması ise testin hastalığa tanı koyma olasılığın fazla olduğunu belirtir. LR arttıkça testin hastalığı gösterme olasılığı diğer bir deyişle güvenilirliği artar. Negatif LR ise hasta olmayan bireylerde testin negatif çıkma olasılığının, hasta olan bireylerde testin negatif çıkma olasılığına oranıdır. İstatistiksel incelememizde LR' nun yüksek pozitif bulunması ÇKBT koroner anjiyografi tetkikinin bifurkasyon lezyonlarını değerlendirmede oldukça güvenilir bir yöntem olduğunu vurgulamaktadır.(139).

ÇKBT ile gerçekleştirilen koroner anjiyografinin sol ana koroner lezyonları, koroner arter anomalileri ve miyokardiyal kas köprüsü gibi özel lezyon gruplarında da oldukça duyarlı olduğu gösterilmiş (140-143) olmakla birlikte bifurkasyon lezyonlarının değerlendirilmesi ile ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Geçtiğimiz 5 yıl içinde sonuçlanan çok sayıda başka çalışma, hasta seçimi ve premedikasyonun uygun şekilde yapılması durumunda 64 kesit ve üzeri teknolojiye sahip cihazlarla yapılan ÇKBT anjiyografinin özellikle proksimal koroner arterlerin görüntülenmesinde oldukça yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu göstermiştir (11-13). Ayrıca ÇKBT'nin, KKA ile görüntülenemeyen ya da değerlendirilemeyen bypass greftleri ile ostiyal ana koroner lezyonları varlığında da faydalı olabileceği gösterilmiştir. (143,144)

Çalışmamızda her hasta için 7 bifurkasyon bölgesi (toplam 1141 bölge) belirlenmiş olmasına karşılık KKA ile bu bölgelerin 1082'si (%94) , ÇKBT ile 1090'ı (%95) yorumlanabilmiştir. Önceden tanımlanan tüm bölgelerin yorumlanamamasının başta gelen nedenleri yapısal olarak bir ya da daha fazla bifurkasyon bölgesinin olmaması (örnek: yapısal olarak OM2 dalın olmayışı), söz konusu bölgede akım izlenmemesi (örnek: LAD proksimal tıkanıklığı nedeniyle D1 ve D2 bifurkasyon bölgelerinin izlenememesi) ve teknik kısıtlılıklardır (örnek: KKA sırasında yeterli görüntü alınamaması ya da uygun açıda görüntüleme yapılamamasının ÇKBT çekiminde artefaktlar oluşması veya distal bölgelerde yeterli görüntüleme yapılamaması).

Bir hastada KKA ile LMCA- LAD ve LCx bifurkasyonunda anlamlı bifurkasyon lezyonu saptanmasına rağmen; ÇKBT koroner anjiyografi tetkikinde, lezyon Medina sınıflandırılmasına göre anlamlı tespit edilmemiştir. Medina sınıflandırılmasına göre KKA ile (0,1,1) olarak değerlendirilen lezyon ÇKBT koroner anjiyografi tetkikinde (0,1,0) olarak saptanmıştır. Bu durumda her iki tetkike göre de LMCA distalinde kritik lezyon saptanmamıştır, yine her iki tetkike göre LAD ostial kritik darlık (> %50) saptanmıştır. İki tetkiğin sonucu arasındaki fark, LCx lezyonunun değerlendirilmesindeki farkın Medina sınıflandırılmasına yansımından kaynaklanmıştır. ÇKBT' de kritik olmayan LCx darlığı KKA'ya göre kritik olarak saptanmıştır. Klinik değerlendirme sonrasında her ikisi de %70'in altında darlık yaratan LAD ve LCx lezyonlarına perkütan koroner girişim yapılmamış ve optimal medikal tedavi ile izlenmesine karar verilmiştir. Hastanın iki yıllık klinik takibinde sorunsuz izlendiği saptanmıştır. Bilindiği gibi Medina sınıflandırılmasına göre lezyon arter lümeninde % 50 ve üzeri darlık olması durumunda kritik kabul edilmektedir. Ancak koroner aterosklerozun ACC sınıflandırılmasına göre

lezyonun > %70 darlığa yol açması durumunda kritik olarak adlandırılmaktadır (136). Bu tip lezyonların değerlendirilmesinde IVUS ve Fraksiyone Akım Rezervi (FFR) ölçümü oldukça önemli bilgi sağlayan tetkiklerdir (145,146). Bifurkasyon lezyonlarının değerlendirildiği KKA ve 64 kesitli BT anjiyografi ile yapılan benzer çalışmada(14) bir hastada ana koroner bifurkasyon lezyonu non kritik saptanırken tomografide aynı hastada lezyon kritik izlenmiştir Hastanın klinik takipte KABG operasyonu olduğu not edilmiştir. Bu iki çalışmanın benzer sonuçları ÇKBT koroner anjiyografinin lezyon şiddeti net olarak saptanamayan hastaların tedavi seçimlerinde önemli bir kılavuz olabileceğini göstermektedir.

Bifurkasyon lezyonlarının tanı ve tedavisinde yaşanan zorluklar bu grup hastalığın daha iyi anlaşılabilmesi için çalışmaların artmasına sebep olmuştur. Bu amaçla klinik hayatta bu lezyonları tanımlayan farklı sınıflandırma sistemleri bildirilmiştir. Sanborn, Lefevre, Safian, Duke, Movehad, Medina tanımlanan önemli bifurkasyon sınıflandırmalarıdır. Özellikle Movehad ve Medina sınıflandırmaları son yıllarda klinikte sıkça kullanılan çalışmalardır. Medina sınıflandırması kolay hatırlanabilmesi, tüm bifurkasyon lezyonlarını basit şekilde tanımlayabilmesi onu klinikte en sık kullanılan sınıflandırma yapmıştır (28,48). Avrupa bifurkasyon klübü Medina sınıflandırmasını temel almıştır (47). Klinik özellikler hakkında bilgi vermemesi, lezyonun içeriği hakkında fikir vermemesi, distal dallar arası açıdan bahsetmemesi sınıflandırmanın tartışılan yönleridir (48,49). Avrupa bifurkasyon klübü Medina sınıflandırmasındaki parametrelerin değerlendirilmesi için QCA yapılmasını tavsiye etmiştir. Son yıllarda IVUS ile yapılan çalışmalarda bifurkasyon lezyonları ile ilgili bilgilerimizi arttırmasına rağmen teknolojisi hızla gelişen ve koroner arter hastalığı tanısında çok önemli bir yeri olan ÇKBT koroner anjiyografi tetkiki ile bifurkasyon lezyonlarının değerlendirildiği yeterince çalışma bulunmamaktadır.

KKA'nın koroner arterlerin görüntülenmesinde bazı kısıtlılıkları vardır. Koroner görüntülerin örtüşmesi (overlap), incelenen segmentin uzaklığından dolayı olduğundan kısa değerlendirilmesi (foreshortening), yetersiz projeksiyon ve kontrast madde miktarının yetersizliği koroner arter lezyonlarının yanlış değerlendirilmesi için en önemli nedenlerdendir (147) KKA' nın sadece lümen hakkında fikir vermesi, plak içeriğini net olarak değerlendirememesi önemli eksikliklerindendir. Bifurkasyon bölgelerindeki pozitif remodeling, plak yapısı gibi konularda fazla bilgi vermemesi klinik güçlük yaratan durumlardandır (148). ÇKBT koroner anjiyografi, koroner anatomiye üç boyutlu inceleme imkanı yaratırken gerek

lümen gerekte damar duvarı hakkında bilgi vermesi, onun kompleks geometriye sahip bifurkasyon lezyonlarının incelenmesinde önemli bir tanı aracı olabileceğini düşündürmektedir (14). Tanısında olduğu gibi tedavisinde birtakım zorluklar bulunduran bifurkasyon lezyonları klinikte önemli sorunlar yaratmaktadır (149). Özellikle yan dal ostiumundaki aterosklerotik hastalığın kritikliğini ve yapısını tespit etmek son derece önemlidir. Örneğin tedavi kararı KABG operasyonu olan bir hastada önemli yan dal başındaki kritik darlığın atlanması bu damara konulması gereken bir greftin konulmamasına neden olabilir. Veya ana damar ve yan dal ostiumundaki plak derecesinin ve karakteristiğinin yeterince değerlendirilememesi, perkütan koroner girişim tedavisinin yanlış yönlendirilmesine neden olabilir. PKG esnasında plak kayması sonucu akut koroner sendrom olasılığının arttığı bilinmektedir (150,151). Çalışmamızın sonuçları ile birlikte düşünüldüğünde bifurkasyon lezyonlarının tanısında oldukça güvenilir bir tetkik olan ÇKBT, koroner anatominin üç boyutlu yapısı, aterosklerotik hastalığın derecesi ve kompozisyonu hakkında sağladığı ek bilgilerle önemli bir sorun olan bifurkasyon lezyonlarının tedavisinin yönetiminde büyük bir açığı kapatacağı düşünülmektedir..

Özellikle bazı lezyon ve hasta gruplarında oldukça önemli bir yere sahip olan ÇKBT'nin günümüzde önemli kısıtlılıkları da bulunmaktadır. Radyasyon yükü ile özellikle kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda sorun oluşturabilecek kontrast ajan kullanıma zorunluluğu bu kısıtlamalardan bazılarıdır (152-154). Ayrıca kalp ritmi sinüs dışında olanlar ile çeşitli nedenlerle kalp hızı istenen düzeye indirilemeyen hastalarda optimal görüntüleme yapılamayabilmektedir. Uygun hasta hazırlığı ile bu sorunların önemli bir kısmının üstesinden gelinebileceği düşünülmektedir (92). Artefakt yapan metalik kapaklar, rezolüsyonu azaltacak ileri derecede obezite, hastaların yeterli sürede nefes tutamamaları, hamilelik nedeniyle x-ışını alamama halen ÇKBT koroner anjiyografi uygulamaları için önemli sorunlar teşkil etmekle beraber, işlemle ilgili bilgi birikiminin artması ve teknolojik ilerleme sayesinde gelecekte daha az radyasyon yükü ve kontrast ajan kullanımı ile daha iyi yorumlanabilen görüntüler alınabileceği beklenebilir (155). Günümüzde kısıtlı sayıda merkezde uygulanan kantitatif ÇKBT incelemelerinin yaygınlaşması da işlemin duyarlılığını ve özgüllüğünü arttıracaktır. Diğer yandan, radyasyon yükü ile kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda kontrast ajan kullanma zorunluluğu KKA için de benzer sorunlar yaratabilmektedir. Dahası özellikle koroner arterlerin anatomik varyasyonları ile KABG greftlerinin görüntülenmesinde KKA ile suboptimal görüntü alınabilmektedir ve işlem süresinin uzaması yukarıda sıralanan sorunlara ek olarak komplikasyon sıklığını da artırabilmektedir.

(64,156,157). Tanısal kateterin ostiumdan tamamen tıkalı bir artere yerleşmemesi tıkalı arterin görüntülenememesine sebep olabilir. Yine ciddi iskemiye yol açmasına rağmen miyokardiyal kas köprülerinin değerlendirilmesindeki zorluklar konvansiyonel koroner anjiyografinin zayıf yönlerindedir (64). Konvansiyonel Koroner anjiografiye göre daha az invazif bir işlem olması, komplikasyon riskinin az oluşu, yumuşak dokular komşu anatomik yapıları ve farklı anatomik açıların değerlendirilebilmesi, ÇKBT nin önemli avantajlarındanır.

6.SONUÇ

Sonuç olarak, belirli kısıtlılıklarına rağmen ÇKBT ile koroner arterlerin görüntülenmesinde KKA'ya benzer sonuçlar alınabilmektedir. Son yıllarda klinik hayattaki kullanımda kendine çok daha fazla yer bulan ÇKBT koroner anjiyografi uygulamalarının teknolojinin de ilerlemesiyle tanısal anlamdaki kullanılışı artacaktır. Bu tetkikin, tanı ve tedavisi zor olan bifurkasyon lezyonlarının değerlendirilmesinde güvenilir olduğu ve tedavinin yönetiminde önemli bilgiler sağladığı izlenmiştir.

8. KAYNAKLAR:

1. Wong ND, Wilson PW, Kannel WB; Serum cholesterol as a prognostic factor after myocardial infarction: the Framingham Study. *Ann Intern Med.* 1992 116 (5) : 425-6.
2. Murray CJ, Lopez AD. Global mortality, disability and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study *Lancet.* 1997;349:1436-42.
3. Dünya Sağlık Örgütü web sayfası [www.who.int/mediacentre /factsheets/fs317/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/) erişim tarihi: 9 Mart 2011)
4. Onat A, Hergenç G, Can G. Erişkinlerimizde Kalp Hastalıkları Prevalansı, Yeni Koroner Olaylar ve Kalpten Ölüm Sıklığı. Onat A, editör. TEKHARF 2009 Türk Halkının Kusurlu Kalp Sağlığı. 1. Baskı. İstanbul: Cortex İletişim Hizmetleri A.Ş 2009.s.21.
5. Onat A, Hergenç G, Can G. [Prospective validation in identical Turkish cohort of two metabolic syndrome definitions for predicting cardiometabolic risk and selection of most appropriate definition]. *Anadolu Kardiyol Derg.* 2007; (1):29-34.
6. Türk Kardiyoloji Derneği web sayfası www.tkd.org.tr erişim tarihi 9 Mart 2011)
7. Garg S, Serruys PW. Coronary stents: current status *J Am Coll Cardiol.* 2010; 56:S1-42.
8. Matsumoto N, Nagao K, Hirayama A, Non-invasive assessment and clinical strategy of stable coronary artery disease by magnetic resonance imaging, multislice computed tomography and myocardial perfusion SPECT. *Circ J.* 2010 (1):34-40.
9. Latib A, Colombo A. Bifurcation disease: what do we know, what should we do? *JACC Cardiovasc Interv.* 2008 (3):218-26.
10. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation.* 2006;114:1955-61.
11. Bayrak F, Guneyusu T, Gemici G, Sevinc D, Mutlu B, Aytaclar S, Degertekin M. Diagnostic performance of 64-slice computed tomography coronary angiography to detect significant coronary artery stenosis. *Acta Cardiol.* 2008 ;63:11-7.

12. Mollet NR, Cademartiri F, van Mieghem CA, High-resolution spiral computed tomography coronary angiography in patients referred for diagnostic conventional coronary angiography. *Circulation*. 2005;112:2318-23.

13. Dewey M, Zimmermann E, Deissenrieder F Noninvasive coronary angiography by 320-row computed tomography with lower radiation exposure and maintained diagnostic accuracy: comparison of results with cardiac catheterization in a head-to-head pilot investigation. *Circulation*. 2009;120:867-75

14. Van Mieghem CA, Thury A, Meijboom WB ve ark. Detection and characterization of coronary bifurcation lesions with 64-slice computed tomography coronary angiography. *Eur Heart J*. 2007; 28 :1968-76.

15. Topol EJ, Califf RM, Prystowsky EN, Thomas JD. Aterosklerotik Biyoloji ve Hastalığın Epidemiyolojisi. Kozan Ö. editör. *Textbook of Cardiovascular Medicine*. 3. Baskı.. Ankara: Güneş Tıp Evi; 2008. s.3

16. Shanahan CM, Cary NR, Metcalfe JC, Weissberg PL. High expression of genes for calcification-regulating proteins in human atherosclerotic plaques. *J Clin Invest*. 1994 ;93:2393-402.

17. Ross R, Glomset JA. The Pathogenesis of Atherosclerosis. *N Engl J Med* 1976; 295: 420-5

18 .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;9:908-18

19. Randomised trial of cholesterol lowering in 4444 patients with coronary heart disease: the Scandinavian Simvastatin Survival Study (4S). *Lancet* 1994;334:1385-9

20. The Long-Term Intervention with Pravastatin in Ischaemic Disease (LIPID) Study Group Prevention of cardiovascular events and death with pravastatin in patients with coronary heart disease and a broad range of initial cholesterol levels. *N Engl J Med* 1998;339:1349-57

21. Cullen P, Schulte H, Assmann G. Smoking, lipoproteins and coronary heart disease risk. Data from the Munster Heart Study (PROCAM). *Eur Heart J* 1998;19:1632-41.

22. Grundy SM, Balady GJ, Criqui MH, et al. Primary prevention of coronary heart disease: guidance from Framingham. A statement for healthcare professionals from the AHA Task Force on Risk Reduction. *Circulation* 1998;97:1876-87

23. Solberg LA, Strong JP. Risk factors and atherosclerotic lesions: A review of autopsy studies. *Arteriosclerosis* 1983;3:187-198

24. Keil U, Liese AD, Hense HW, et al. Classical risk factors and their impact on incident non-fatal and fatal myocardial infarction and all-cause mortality in southern Germany. Result from the MONICA Augsburg cohort study 1984-1992. monitoring trends and determinants in cardiovascular diseases. *Eur Heart J* 1988;9:1197-207.

25. Edwards WD. Anatomy of the cardiovascular system: Clinical Medicine, Vol 6. Philadelphia : Harper and Row; 1984:1-24.

26. Edwards WD. Applied anatomy of the heart. In: Giuliani ER, Fuster V, Gersh BJ, et al, eds. *Cardiology Fundamentals and Practice*, 2d ed: Vol 1. St Louis: Mosby-Year Book; 1991:47-112

27. Topol EJ, Califf RM, Prystowsky EN, Thomas JD. Koroner Anjiografi. Kozan Ö, çeviri editörü. *Textbook of Cardiovascular Medicine*. 3. Baskı.. Ankara: Güneş Tıp Evi; 2008. s.1227

28. Louvard Y, Thomas M, Dzavik V. Classification of coronary artery bifurcation lesions and treatments: time for a consensus! *Catheter Cardiovasc Interv*. 2008 ;71:175-83

29. Rodriguez-Granillo GA, Serruys PW, Garcia-Garcia HM Coronary artery remodelling is related to plaque composition. *Heart*. 2006 ; 92:388-91.

30. Svindland A The localization of sudanophilic and fibrous plaques in the main left coronary bifurcation. *Atherosclerosis*. 1983;48:139-45.

31. Kimura BJ, Russo RJ, Bhargava V Atheroma morphology and distribution in proximal left anterior descending coronary artery: in vivo observations. *J Am Coll Cardiol*. 1996; 27:825-31.

32. Zarins CK, Giddens DP, Bharadvaj BK, Carotid bifurcation atherosclerosis. Quantitative correlation of plaque localization with flow velocity profiles and wall shear stress. *Circ Res.* 1983; 53:502-14.
33. Van der Giessen AG, Wentzel JJ, Meijboom WB, Plaque and shear stress distribution in human coronary bifurcations: a multislice computed tomography study. *EuroIntervention.* 2009 ; 4: 654-61.
34. Alfonso F. Haemodynamic findings after drug-eluting stenting: expected, provocative, or challenging? *Eur Heart J.* 2006; 27 :1764-6.
35. Louvard Y, Lefèvre T, Morice MC. Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary disease. *Heart.* 2004; 90:713-22.
36. Suzuki N, Angiolillo DJ, Kawaguchi R et al. Percutaneous coronary intervention of bifurcation coronary disease. *Minerva Cardioangiol.* 2007 ;55:57-71.
37. Steigen TK, Maeng M, Wiseth R. Randomized study on simple versus complex stenting of coronary artery bifurcation lesions: the Nordic bifurcation study. *Circulation.* 2006;114:1955-61.
38. Myler RK, Shaw RE, Stertzer SH et al. Lesion morphology and coronary angioplasty: current experience and analysis. *J Am Coll Cardiol.* 1992 ;19:1641-52.
39. Tsuchida K, Colombo A, Lefèvre T et al. The clinical outcome of percutaneous treatment of bifurcation lesions in multivessel coronary artery disease with the sirolimus-eluting stent: insights from the Arterial Revascularization Therapies Study part II (ARTS II). *Eur Heart J.* 2007 ;28 :433-42.
40. Kawasaki T, Koga H, Serikawa T et al. The bifurcation study using 64 multislice computed tomography. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2009 ;73:653-8.
41. Costa RA, Costa MA, Moussa ID. Bifurcation lesion morphology and intravascular ultrasound assessment. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2011;17.
42. Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC et. al. Stenting of bifurcation lesions: classification, treatments, and results. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000 ;49:274-83.

43. Safian. RD. Bifurcation lesions. *The Manual of interventional Cardiology*. (Freed M eds). Physician' Press, MI, USA; 2001. P.222.
44. Spokojny AM, Tm S. *Strategic Approaches in Coronary Intervention*. Williams and Wilkins. Philadelphia; 1996. p. 288.
45. Melikian N, Airoidi F, Di Mario C. Coronary bifurcation stenting. Current techniques, outcome and possible future developments. *Minerva Cardioangiol*. 2004 ;52:365-78.
46. Medina A, Suárez de Lezo J, Pan M. [A new classification of coronary bifurcation lesions]. *Rev Esp Cardiol*. 2006 ;59:183.
47. Legrand V, Thomas M, Zelisko M, De Bruyne B, Percutaneous coronary intervention of bifurcation lesions: state-of-the-art. Insights from the second meeting of the European Bifurcation Club. *EuroIntervention*. 2007; 3:44-9.
48. Movahed MR, Kern K, Thai H, Coronary artery bifurcation lesions: a review and update on classification and interventional techniques. *Cardiovasc Revasc Med*. 2008; 9:263-8.
49. Dzavik V, Kharbanda R, Ivanov J. Predictors of long-term outcome after crush stenting of coronary bifurcation lesions: importance of the bifurcation angle. *Am Heart J*. 2006 ;152:762-9.
50. Melikian N, Di Mario C. Treatment of bifurcation coronary lesions: a review of current techniques and outcome. *J Interv Cardiol*. 2003 ;16:507-13.
51. Lefèvre T, Louvard Y, Morice MC, Loubeyre C et al. Stenting of bifurcation lesions: a rational approach. *J Interv Cardiol*. 2001 ;14:573-85.
52. Ge L, Iakovou I, Cosgrave J. Treatment of bifurcation lesions with two stents: one year angiographic and clinical follow up of crush versus T stenting. *Heart*. 2006 ;92:371-6.
53. Khoja A, Ozbek C, Bay W, Heisel A. Trouser-like stenting: a new technique for bifurcation lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1997 ;41:192-6;
54. Chevalier B, Glatt B, Royer T, Guyon P. Placement of coronary stents in bifurcation lesions by the "culotte" technique. *Am J Cardiol*. 1998;82:943-9.
55. Sianos G, Vaina S, Hoye A, Serruys PW. Bifurcation stenting with drug eluting stents: illustration of the crush technique. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2006 ;67:839-45.

56. Porto I, van Gaal W, Banning A. "Crush" and "reverse crush" technique to treat a complex left main stenosis. *Heart*. 2006 ;92:1021.
57. Colombo A, Gaglione A, Nakamura S, Finci L. "Kissing" stents for bifurcational coronary lesion. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1993 ;30:327-30.
58. Schampaert E, Fort S, Adelman AG, Schwartz L. The V-stent: a novel technique for coronary bifurcation stenting. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1996 ;39:320-6.
59. Carrie D, Karouny E, Chouairi S, Puel J. "T"-shaped stent placement: a technique for the treatment of dissected bifurcation lesions. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1996 ;37:311-3.
60. Kobayashi Y, Colombo A, Akiyama T et al. Modified "T" stenting: a technique for kissing stents in bifurcational coronary lesion. *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1998 ;43:323-6.
61. Scanlon PJ, Faxon DP, Audet A, et al. AHA/ACC guidelines for coronary angiography. A report of the ACC/AHA Task force on practise guidelines. *J Am Coll Cardiol* 1993;33:1756
62. Budoff MJ, Achenbach S, Duerinckx A. Clinical utility of computed tomography and magnetic resonance techniques for noninvasive coronary angiography. *J Am Coll Cardiol*. 2003 ;42:1867-78.
63. Ropers D, Moshage W, Daniel WG et al. Visualization of coronary artery anomalies and their anatomic course by contrast-enhanced electron beam tomography and three-dimensional reconstruction. *Am J Cardiol*. 2001 ;87:193-7.
64. Grossman W. Baim D.S. Anjiografik teknikler. Şahin M. editör. Grossman Kardiyak Kateterizasyon, Anjiografi ve Girişim. 7. Baskı.İstanbul:Nobel Tıp Kitapevleri;2007. S.187-218.
65. Noto TJ Jr, Johnson LW, Krone R et al. Cardiac catheterization 1990: a report of the Registry of the Society for Cardiac Angiography and Interventions (SCA&I). *Cathet Cardiovasc Diagn*. 1991 ;24:75-83.
66. Cohen DJ. Outpatient Transradial Coronary Stenting: Implications for Cost-Effectiveness. *J Invasive Cardiol*. 1996; 8:36-39.

67. Mann T, Cowper PA, Peterson ED et al. Transradial coronary stenting: comparison with femoral access closed with an arterial suture device. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2000 ;49:150-6.
68. Kohli RS, Vetrovec GW, Lewis SA, Cole S. Study of the performance of 5 French and 7 French catheters in coronary angiography: a functional comparison. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1989 ;18:131-5.
69. Aldridge HE. A decade or more of cranial and caudal angled projections in coronary arteriography--another look. *Cathet Cardiovasc Diagn.* 1984;10:539-42.
70. Elliott LP, Green CE, Rogers WJ et al. Advantage of the cranial-right anterior oblique view in diagnosing mid left anterior descending and distal right coronary artery disease. *Am J Cardiol.* 1981 ;48:754-64.
71. Grover M, Slutsky R, Higgins C, Atwood JE. Et al. Terminology and anatomy of angulated coronary arteriography. *Clin Cardiol.* 1984 ;7:37-43.
72. Taylor CR, Wilde P. An easily constructed model of the coronary arteries. *AJR Am J Roentgenol.* 1984 ;142:389-90.
73. Garcia MJ. Noninvasive coronary angiography: hype or new paradigm? *JAMA.* 2005 ;293:2531-3.
74. Schoenhagen P, Stillman AE, Halliburton SS, White RD. CT of the heart: principles, advances, clinical uses. *Cleve Clin J Med.* 2005 ;72:127-38.
75. Stillman A. Cardiovascular CT techniques. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2001 ;17:445-6.
76. White RD. MR and CT assessment for ischemic cardiac disease. *J Magn Reson Imaging.* 2004 ;19:659-75.
77. Anno H, Katada K, Hasegawa H, Koga S [Visualization of the coronary arteries with helical scan in fast CT]. *Nippon Rinsho.* 1994 ;52:447-51.
78. Topol EJ, Califf RM, Prystowsky EN, Thomas JD. Bilgisayarlı Tomografi ile Kardiyak İnceleme. Kozan Ö, editör. *Textbook of Cardiovascular Medicine.* 3. Baskı.. Ankara: Güneş Tıp Evi; 2008. s.949-60
79. Adapınar B. Temel radyoloji tekniği. 3. Baskı Güneş- Nobel, 1997:316-372

80. Baykal B., Oyar O. Bilgisayarlı Tomografi Fiziği. Oyar O.,Gülsoy UK (editör). Tıbbi görüntüleme fiziği. 1. Baskı. İstanbul. Nobel Tıp Kitapevi:2003;235-276

81. Flohr T, Bruder H, Stierstorfer K, New technical developments in multislice CT, part 2: sub-millimeter 16-slice scanning and increased gantry rotation speed for cardiac imaging. *Rofo*. 2002 ;174:1022-7.

82. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fétita C et al. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol*. 2002 ;12:1022-44.

83. Prokop M, Van der Molen J. Heart. Prokop M, Galanski M. et al. *Spiral and Multislice Computed Tomography of the body*. 1nd edition. Stuttgart, Newyork, Theime. 2003; s 760-807

84. Napel S, Marks MP, Rubin GD et al. CT angiography with spiral CT and maximum intensity projection. *Radiology*. 1992 ;185:607-10.

85. Kantarci M, Duran C, Durur I, Alper F, Onbas O, Gulbaran M, Okur A. Detection of myocardial bridging with ECG-gated MDCT and multiplanar reconstruction. *AJR Am J Roentgenol*. 2006 ;186:391-4

86. Rubin GD, Dake MD, Napel S et al, Spiral CT of renal artery stenosis: comparison of three-dimensional rendering techniques. *Radiology*. 1994;190:181-9.

87. Heath DG, Soyer PA, Kuszyk BS et al, Three-dimensional spiral CT during arterial portography: comparison of three rendering techniques. *Radiographics*. 1995 ;15:1001-11.

88. Lawler LP, Fishman EK. Multi-detector row CT of thoracic disease with emphasis on 3D volume rendering and CT angiography. *Radiographics*. 2001 ;21:1257-73.

89. Hendel RC, Patel MR, Kramer CM, Poon M, Hendel RC, Carr JC, Gerstad NA, Gillam LD et al. ACCF/ACR/SCCT/SCMR/ASNC/NASCI/SCAI/SIR 2006 appropriateness criteria for cardiac computed tomography and cardiac magnetic resonance imaging: a report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee. *J Am Coll Cardiol*. 2006 ; 48:1475-97.

90. Manghat NE, Morgan-Hughes GJ, Marshall AJ, Roobottom CA. Multi-detector row computed tomography: imaging the coronary arteries. *Clin Radiol*. 2005; 60:939-52.
91. Pannu HK, Flohr TG, Corl FM, Fishman EK. Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries: principles, techniques, and anatomy. *Radiographics*. 2003 ;23 : S111-25.
92. Degertekin M, Gemici G, Kaya Z, Bayrak F, Guneyusu T, Sevinc D, Mutlu B, Aytaclar S. Safety and efficacy of patient preparation with intravenous esmolol before 64-slice computed tomography coronary angiography. *Coron Artery Dis*. 2008 ;19:33-6.
93. Schoepf UJ, Becker CR, Ohnesorge BM, Yucel EK. CT of coronary artery disease. *Radiology*. 2004 ;232:18-37.
94. Danias PG, Stuber M, McConnell MV, Manning WJ. The diagnosis of congenital coronary anomalies with magnetic resonance imaging. *Coron Artery Dis*. 2001 Dec;12(8):621-6.
95. Cademartiri F, Mollet N, van der Lugt A et al. Non-invasive 16-row multislice CT coronary angiography: usefulness of saline chaser. *Eur Radiol*. 2004 ;14:178-83.
96. Choi SI, Seo JB, Choi SH, Lee SH et al. Variation of the size of pulmonary venous ostia during the cardiac cycle: optimal reconstruction window at ECG-gated multi-detector row CT. *Eur Radiol*. 2005 ;15:1441-5.
97. Lawler LP, Pannu HK, Fishman EK. MDCT evaluation of the coronary arteries, 2004: how we do it--data acquisition, postprocessing, display, and interpretation. *AJR Am J Roentgenol*. 2005 ;184:1402-12.
98. American Heart Association, American Stroke Association. 2002 Heart and stroke statistical update . Dallas, TX: The American Hearth Association, 2002.
99. Sun Z, Jiang W. Diagnostic value of multislice computed tomography angiography in coronary artery disease: a meta-analysis. *Eur J Radiol*. 2006 ;60:279-86.
100. Virmani R, Burke AP, Farb A, Kolodgie FD. Pathology of the vulnerable plaque. *J Am Coll Cardiol* 2006;47:C13-8.
101. Kullo IJ, Edwards WD, Schwartz RS. Vulnerable plaque: pathobiology and clinical implications. *Ann Intern Med* 1998;129:1050-60.

102. Van Velzen JE, Schuijf JD, de Graaf FR, et al. Plaque type and composition as evaluated non-invasively by MSCT angiography and invasively by VH IVUS in relation to the degree of stenosis. *Heart* 2009;95:1990-6.

103. Pundziute G, Schuijf JD, Jukema JW, et al. Evaluation of plaque characteristics in acute coronary syndromes: non-invasive assessment with multi-slice computed tomography and invasive evaluation with intravascular ultrasound radiofrequency data analysis. *Eur Heart J* 2008; 29:2373-81.

104. Motoyama S, Kondo T, Sarai M, et al. Multislice computed tomographic characteristics of coronary lesions in acute coronary syndromes. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:319-26.

105. Virmani R, Kolodgie FD, Burke AP, Farb A, Schwartz SM. Lessons from sudden coronary death: a comprehensive morphological classification scheme for atherosclerotic lesions. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2000;20:1262-75.

106. Min JK, Shaw LJ, Devereux RB, et al. Prognostic value of multidetector coronary computed tomographic angiography for prediction of all-cause mortality. *J Am Coll Cardiol* 2007;50:1161-70.

107. Baim DS, Ignatius EJ. Use of percutaneous transluminal coronary angioplasty: results of a current survey. *Am J Cardiol.* 1988 ;61:3G-8G.

108. Delacrétaç E, Meier B. Therapeutic strategy with total coronary artery occlusions. *Am J Cardiol.* 1997 ;79:185-7.

109. Puma JA, Sketch MH Jr, Tcheng JE et al. Percutaneous revascularization of chronic coronary occlusions: an overview. *J Am Coll Cardiol.* 1995 ;26:1-11.

110. Olivari Z, Rubartelli P, Piscione F, et al. Immediate results and one-year clinical outcome after percutaneous coronary interventions in chronic total occlusions: data from a multicenter, prospective, observational study (TOAST-GISE). *J Am Coll Cardiol.* 2003 ;41:16

111. Mollet NR, Hoye A, Lemos PA, Cademartiri F et al. Value of preprocedure multislice computed tomographic coronary angiography to predict the outcome of percutaneous recanalization of chronic total occlusions. *Am J Cardiol.* 2005;95(2):240-3.

112. Eisenberg MJ, Konnyu KJ. Review of randomized clinical trials of drug-eluting stents for the prevention of in-stent restenosis. *Am J Cardiol.* 2006 ;98:375-82.

113. Seifarth H, Ozgün M, Raupach R, Flohr T, Heindel W, Fischbach R, Maintz D. 64-Versus 16-slice CT angiography for coronary artery stent assessment: in vitro experience. *Invest Radiol.* 2006 41:22-7.

114. Van Mieghem CA, Cademartiri F, Mollet NR et al. Multislice spiral computed tomography for the evaluation of stent patency after left main coronary artery stenting: a comparison with conventional coronary angiography and intravascular ultrasound. *Circulation.* 2006;114:645-53.

115. Ropers D, Ulzheimer S, Wenkel E, et al. Investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol.* 2001; 88: 792-5.

116. Nieman K, Pattynama PM, Rensing BJ, Van Geuns RJ, De Feyter PJ. Evaluation of patients after coronary artery bypass surgery: CT angiographic assessment of grafts and coronary arteries. *Radiology.* 2003; 229: 749-56.

117. Datta J, White CS, Gilkeson RC et al. Anomalous coronary arteries in adults: depiction at multi-detector row CT angiography. *Radiology.* 2005; 235: 812-8.

118. Rychter K, Salantri J, Edelman RR. Multifocal coronary artery myocardial bridging involving the right coronary and left anterior descending arteries detected by ECG-gated 64 slice multidetector CT coronary angiography. *Int J Cardiovasc Imaging.* 2006 ;22: 713-7

119. Van Werkhoven JM, Schuijf JD, Gaemperli O, et al. Prognostic value of multislice computed tomography and gated single-photon emission computed tomography in patients with suspected coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 2009;53:623-32.

120. Candan İ, Oral D. Koroner Anjiografi. Candan İ , Oral D. editörler. *Kardiyoloji.* Ankara : ANTIP A.Ş. 2002;s 227-270.

121. Fitzgerald PJ, Yock PG. Mechanisms and outcomes of angioplasty and atherectomy assessed by intravascular ultrasound imaging. *J Clin Ultrasound.* 1993 ;21:579-88.

122. Honda Y, Fitzgerald PJ, Yock PG, Intravascular ultrasound. In: Topol EJ.Editor. Textbook of Interventional Cardiology. Elsevier Science Philadelphia, Pennsylvania, 2003;893.

123. Erol Ç, Özkan M, Ata N, Aytekin S, Başaran Y, Küçükoğlu Y.İntravasküler Ultrason. Erol Ç, Özkan M editörler.Klinik Ekokardiyografi ve Diğer Görüntüleme Yöntemleri.1. Baskı. Ankara:MN medikal,Nobel Tıp Kitapevi;2007.s.165-74.

124. Mintz GS, Painter JA, Pichard AD et al. Atherosclerosis in angiographically "normal" coronary artery reference segments: an intravascular ultrasound study with clinical correlations. J Am Coll Cardiol. 1995 ;25:1479-85.

125. Erbel R, Ge J, Bockisch A, Kearney Pet al. Value of intracoronary ultrasound and Doppler in the differentiation of angiographically normal coronary arteries: a prospective study in patients with angina pectoris. Eur Heart J. 1996 ;17:880-9.

126. Mintz GS, Pichard AD, Kovach JA et al. Impact of preintervention intravascular ultrasound imaging on transcatheter treatment strategies in coronary artery disease. Am J Cardiol. 1994 ;73:423-30.

127. Lee DY, Eigler N, Luo H, Nishioka T, Tabak SW, Forrester JS, Siegel RJ. Effect of intracoronary ultrasound imaging on clinical decision making. Am Heart J. 1995 ;129:1084-93.

128. Stone GW, Hodgson JM, St Goar FG, et al. Improved procedural results of coronary angioplasty with intravascular ultrasound-guided balloon sizing: the CLOUT Pilot Trial. Clinical Outcomes With Ultrasound Trial (CLOUT) Investigators. Circulation. 1997 ;95:2044-52.

129. Schiele F, Meneveau N, Vuilleminot A, et al. Impact of intravascular ultrasound guidance in stent deployment on 6-month restenosis rate: a multicenter, randomized study comparing two strategies--with and without intravascular ultrasound guidance. RESIST Study Group. REStenosis after Ivus guided STenting. J Am Coll Cardiol. 1998 ;32:320-8.

130. Mudra H, di Mario C, de Jaegere P. et al. Randomized comparison of coronary stent implantation under ultrasound or angiographic guidance to reduce stent restenosis (OPTICUS Study). Circulation. 2001 ;104:1343-9.

131. Erol Ç, Özkan M, Ata N, Aytekin S, Başaran Y, Küçükoğlu Y.İntravasküler Ultrason. Erol Ç, Özkan M editörler.Klinik Ekokardiyografi ve Diğer Görüntüleme Yöntemleri.1. Baskı. Ankara:MN medikal,Nobel Tıp Kitapevi;2007.s.559-66.

132. Gerber TC, Kuzo RS, Karstaedt N et al. Current results and new developments of coronary angiography with use of contrast-enhanced computed tomography of the heart. *Mayo Clin Proc.* 2002 ;77:55-71.

133. Escolar E, Weigold G, Fuisz A, Weissman NJ. New imaging techniques for diagnosing coronary artery disease. *CMAJ.* 2006 ;174:487-95.

134. Kim WY, Danias PG, Stuber M et al. Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenoses. *N Engl J Med.* 2001 ;345:1863-9.

135. Higgins CB, De Roos A(2003) *Cardiovascular MRI and MRA.* Baltimore Lippincott Williams and Wilkins.

136. Smith SC Jr, Dove JT, Jacobs AK ve ark. ACC/AHA guidelines for percutaneous coronary intervention: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines *Circulation.* 2001;103:3019-41.

137. Kitagawa T, Yamamoto H, Ohhashi N, Comprehensive evaluation of noncalcified coronary plaque characteristics detected using 64-slice computed tomography in patients with proven or suspected coronary artery disease. *Am Heart J.* 2007 ;154:1191-8.

138. Springer I, Dewey M. Comparison of multislice computed tomography with intravascular ultrasound for detection and characterization of coronary artery plaques: a systematic review. *Eur J Radiol.* 2009 ;71:275-82.

139. Riffenburgh R.H, Falon M.O. *Categorical Data Summary.* Riffenburgh R.H eds. *Statistics in Medicine.* 2nd ed. California: Elseiver;2005: p.255.

140. Castorina S, Privitera G, Luca T, Panebianco M. Detection of coronary artery anomalies and coronary aneurysms by multislice computed tomography coronary angiography. *Ital J Anat Embryol.* 2009;114:77-86.

141. Kawawa Y, Ishikawa Y, Gomi T, et al. Detection of myocardial bridge and evaluation of its anatomical properties by coronary multislice spiral computed tomography. *Eur J Radiol.* 2007 ;61(1):130-8.

142. Gemici G, Guneyisu T, Eroğlu E, Bayrak F, Sevinc D, Aytaclar S, Kaya Z, Mutlu B, Degertekin M. Prevalence of left main coronary artery disease among patients referred to

multislice computed tomography coronary examinations. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2009 ;25:433-8.

143. Pesenti-Rossi D, Chouli M, Gharbi M, et al. Coronary aorto-ostial stenosis analysed by multislice computed tomography: a new tool for percutaneous coronary intervention? *EuroIntervention*. 2011 ;6:717-21.

144. Duran C, Sagbas E, Caynak B, Sanisoglu I, Akpinar B, Gulbaran M. Multislice computed tomography accurately detects stenosis in coronary artery bypass conduits. *Tex Heart Inst J*. 2007 ;34:296-300.

145. Brugaletta S, Garcia-Garcia HM, Shen ZJ, et al. Morphology of coronary artery lesions assessed by virtual histology intravascular ultrasound tissue characterization and fractional flow reserve. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2011; 19.

146. Stefano GT, Bezerra HG, Attizzani G, et al. Utilization of frequency domain optical coherence tomography and fractional flow reserve to assess intermediate coronary artery stenoses: conciliating anatomic and physiologic information. *Int J Cardiovasc Imaging*. 2011; 17.

147. Topol EJ, Nissen SE. Our preoccupation with coronary luminology. The dissociation between clinical and angiographic findings in ischemic heart disease. *Circulation*. 1995 ;92:2333-42.

148. Badak O, Schoenhagen P, Tsunoda T, et al. Characteristics of atherosclerotic plaque distribution in coronary artery bifurcations: an intravascular ultrasound analysis. *Coron Artery Dis*. 2003 ;14:309-16.

149. Green NE, Chen SY, Hansgen AR, Messenger JC, Groves BM, Carroll JD. Angiographic views used for percutaneous coronary interventions: a three-dimensional analysis of physician-determined vs. computer-generated views. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2005 ;64:451-9.

150. Meier B, Gruentzig AR, King SB 3rd, et al. Risk of side branch occlusion during coronary angioplasty. *Am J Cardiol*. 1984 ;53:10-4.

151. Fischman DL, Savage MP, Leon MB et al. Fate of lesion-related side branches after coronary artery stenting. *J Am Coll Cardiol*. 1993 ;22:1641-6.

152. Voros S. What are the potential advantages and disadvantages of volumetric CT scanning? *J Cardiovasc Comput Tomogr.* 2009 ;3:67-70.

153. Sun Z, Ng KH. Multislice CT angiography in cardiac imaging. Part III: radiation risk and dose reduction. *Singapore Med J.* 2010 ;51:374-80.

154. Cademartiri F, La Grutta L, Palumbo AA, Coronary plaque imaging with multislice computed tomography: technique and clinical applications. *Eur Radiol.* 2006 ; 7:44-53.

155. Sun Z. Multislice CT angiography in coronary artery disease: Technical developments, radiation dose and diagnostic value. *World J Cardiol.* 2010 26;2:333-43.

156. Lu M, Jen-Sho Chen J, Awan O, White CS. Evaluation of bypass grafts and stents. *Radiol Clin North Am.* 2010 Jul;48(4):757-70.

157. Parfrey PS, Griffiths SM, Barrett BJ, et al. Contrast material-induced renal failure in patients with diabetes mellitus, renal insufficiency, or both. A prospective controlled study. *N Engl J Med.* 1989 ;320:143-9.

158. Weissberg PL. Atherogenesis: current understanding of the causes of atheroma. *Heart.* 2000 ;83:247-52.

159. Miller SW. Normal angiographic anatomy and measurements. *Cardiac angiography* Boston, Mass: Little, Brown Library of radiology, 1984; 51-71.