

T.C
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
KARDİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KORONER ARTER BYPASS GREFTLİ HASTALARDA GREFT
AÇIKLIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ
KORONER ANJİYOĞRAFI İLE KONVANSİYONEL İNVAZİF KORONER
ANJİYOĞRAFINİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Mehmet Levent ŞAHİNER

171394

UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI: Prof. Dr. M. Ali OTO

ANKARA
2006

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilebilmesi için gerekli ortamı sağlayan ve desteklerini esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı'ndaki tüm öğretim üyelerine, araştırma görevlisi arkadaşlarıma, teknik ve idari personele; ayrıca çalışmanın tüm aşamalarındaki değerli katkıları nedeniyle Radyoloji ABD'nden Uzm. Dr. Tuncay Hazırolan, Doç. Dr. Muşturay Karçaaltıncaba ve Prof. Dr. Deniz Akata'ya içtenlikle teşekkür ederim.



ÖZET

Şahiner M. L., Koroner arter bypass greftli hastalarda greft açıklığının değerlendirilmesinde bilgisayarlı tomografi koroner anjiyografi ile konvansiyonel invazif koroner anjiyografinin karşılaştırılması.

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Uzmanlık Tezi, Ankara, 2006

Koroner arter bypass greftleme (KABG), koroner arter hastalığının tedavisinde sıklıkla kullanılan cerrahi bir yöntemdir. KABG'li hastalarda sağkalımı belirleyen en önemli faktörlerden birinin greft açıklığı olması nedeniyle, bu hastaların izleminde greft açıklığını gösteren incelemeler büyük önem kazanmaktadır. Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi, günümüzde nativ koroner arterlerin ve bypass greftlerin görüntülenmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak invazif bir yöntem olması ve nadir de olsa bazı önemli riskler taşıması nedeniyle koroner anatominin gösterilmesi ve greftli hastaların izleminde invazif olmayan yeni yöntemlerin geliştirilmesine çalışılmaktadır. Bu kapsamda denenen yöntemlerden biri de çok kesitli, çok dedektörlü bilgisayarlı tomografi (MDBT) anjiyografidir. Bu çalışmada koroner arter bypass greftli hastalarda greft açıklığının belirlenmesinde ve greftlerde önemli darlığa (>%50 lüminal çap azalması) neden olan aterosklerotik lezyonların saptanmasında 16-kesitli MDBT anjiyografinin etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya klinik endikasyonlarla MDBT ve invazif anjiyografi yapılan 58 KABG'li hasta alınmıştır. Tüm hastalarda 16-kesitli MDBT anjiyografi ve invazif koroner anjiyografi yapılmıştır. MDBT ve invazif koroner anjiyografi incelemeleri arasında geçen süre ortanca (median) 10 gündür (ortanca: 10 gün, 1-32 gün arası). MDBT ve invazif anjiyografi sonuçları karşılaştırmalı analiz edilerek tıkalı greftlerin belirlenmesinde MDBT anjiyografinin sensitivite ve spesifitesi ile pozitif (PPD) ve negatif (NPD) prediktif değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca MDBT anjiyografinin açık greftlerdeki önemli lezyonları saptama ve anastomoz bölgelerini değerlendirme başarısı da incelenmiştir. Çalışmaya alınan 153 greftten yalnızca 3'ünde (%2) tanısal görüntü elde edilememiştir. Değerlendirilebilen

150 greftin sonuçları analiz edildiğinde MDBT anjiyografinin bypass greft tıkanıklığını belirlemede sensitivitesi %87.04, spesifitesi %96.88, pozitif prediktif değeri %94, negatif prediktif değeri %93 ve genel tanısal doğruluğu da %91.5 olarak bulunmuştur. Proksimal anastomozların tamamı optimal olarak görüntülenebilmiş, buna karşın açık olan 4 (%8) arteriyel greftin distal anastomoz bölgeleri artefaktlar nedeniyle değerlendirilememiştir. MDBT anjiyografinin açık greftlerdeki önemli lezyonları belirleme başarısı (sensitivite, spesifite ve NPD: %50; PPD: %98) göreceli olarak düşük bulunmuştur. Ancak lezyon sayısının yetersiz olması, net ve güvenilir bir değerlendirme yapılmasına olanak vermemiştir. Bu bulgular MDBT anjiyografinin koroner arter bypass greftli hastalarda greftlerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bugün için bazı teknik kısıtlılıkları olmakla birlikte, yakın gelecekte MDBT anjiyografinin KABG'li hastaların izleminde rutin olarak kullanılan invazif olmayan yöntemler arasında yerini alacağı düşünülmelidir.

Anahtar Kelimeler: Koroner arter bypass greftleme, çok-kesitli bilgisayarlı tomografi anjiyografi, greft açıklığı

ABSTRACT

Sahiner M. L., Comparison of computerized tomography angiography and invasive coronary angiography in the evaluation of coronary artery bypass grafts.

Hacettepe University Faculty of Medicine, Thesis in Cardiology, Ankara 2006

Coronary artery bypass grafting (CABG), is a surgical procedure commonly used for the treatment of coronary artery disease. Since the graft patency is one of the most important factors influencing the survival of the patients with a history of CABG, imaging techniques that demonstrate the graft patency are of great importance in follow-up of these patients. Conventional invasive coronary angiography is the current gold standard technique for the imaging of native coronary arteries and the bypass grafts. However; because of the invasive nature and rare but significant risks of conventional coronary angiography, new non-invasive imaging modalities to reliably visualise the coronary anatomy are under investigation. Multislice, multidedector computerized tomography angiography (MDCT) is one of the non-invasive imaging modalities which is being investigated for coronary imaging. The aim of this study was to evaluate the diagnostic accuracy of 16-slice MDCT angiography to demonstrate the graft patency and to detect significant (>50% luminal stenosis) stenotic graft lesions in patients with CABG. Fifty-eight consecutive patients with a history of CABG were included. MDCT and conventional invasive coronary angiography were performed with clinical indications in each patient. Median time interval between the two investigations was 10 days (median:10 days, range:1-32 days). The sensitivity, specificity, positive predictive (PPV) and negative predictive values (NPV) of MDCT for the detection of occluded grafts were calculated by the analysis of the CT angiographic results in comparison with invasive angiography. The accuracy of MDCT angiography to detect significant stenoses in patent grafts and the evaluability of proximal and distal anastomoses were also investigated. Optimal diagnostic images could not be obtained in only 3 of 153 grafts (%2) that were evaluated. Overall diagnostic

accuracy of MDBT angiography for the detection of occluded grafts was 91.5%. Analysing the results of 150 grafts that could be evaluated, the sensitivity, specificity, PPV, and NPV of the MDCT angiography for the diagnosis of the occluded grafts were 87.04%, 96.88%, 94%, and 93% respectively. All of the proximal anastomoses were optimally visualised, however in 4 of 50 (8%) patent arterial grafts distal anastomotic region could not be evaluated because of the motion and surgical clip artefacts. The accuracy of MDCT angiography for detecting significant stenotic lesions was relatively low (sensitivity, specificity, and NPV were 50%; PPV was 98%). However the number of significant lesions was insufficient to make a reliable evaluation. Our study showed that MDCT angiography is a safe and reliable imaging modality which can be used for the evaluation of grafts in patients with a history of CABG. Regarding its improved image quality and high diagnostic accuracy; MDCT angiography would be one of the non-invasive clinical routines in the follow-up of patients with CABG.

Keywords: Coronary artery bypass grafting, multislice computerized tomography angiography, graft patency

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER	3
Safen ven greft hastalığının patogenezi	5
Arteria mammaria interna (IMA) greftleri	6
Alternatif arteriyel greftlerin kullanımı	8
Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi	9
<i>Anjiyografi tekniği</i>	10
Safen ven greft anjiyografisi	10
Arteria mammaria interna anjiyografisi	11
<i>Koroner anjiyografi ve kalp kateterizasyonunun</i> <i>komplikasyonları</i>	11
<i>Koroner anjiyografinin kontrendikasyonları</i>	12
Koroner arterlerin invazif olmayan yöntemlerle görüntülenmesi.....	13
<i>Elektron-beam bilgisayarlı tomografi</i>	14
<i>Manyetik rezonans anjiyografi</i>	16
<i>Çok kesitli (multislice) bilgisayarlı tomografi anjiyografi</i> <i>(MDBT)</i>	18
Radyasyonla karşı karşıya kalma	24
HASTALAR ve YÖNTEM	26
Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (MDBT) anjiyografi	26
Görüntülerin değerlendirilmesi	27
Verilerin analizi	28

Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi	28
İstatistiki Analiz	29
BULGULAR	30
Invazif koroner anjiyografi sonuçları	31
MDBT koroner anjiyografi sonuçları	33
MDBT ve invazif koroner anjiyografi sonuçlarının karşılaştırmalı analizi	34
<i>Safen ven greftlerinin MDBT anjiyografi sonuçları</i>	36
<i>Arteriyel greftlerin MDBT anjiyografi sonuçları</i>	38
MDBT anjiyografi ile greft anastomozlarının değerlendirilmesi	41
MDBT anjiyografi ile önemli lezyonların belirlenmesi	41
TARTIŞMA	45
ÇALIŞMANIN SINIRLILIKLARI	52
SONUÇLAR	53
KAYNAKLAR	54
EK-1	65

SİMGELER ve KISALTMALAR

ACC	: <i>American College of Cardiology</i>
ACCF	: <i>American College of Cardiology Foundation</i>
AHA	: <i>American Heart Association</i>
Ao	: aorta
BARI	: <i>Bypass Surgery Angioplasty Revascularization Investigation</i>
BT	: Bilgisayarlı tomografi
CASS	: <i>Coronary Artery Surgery Study</i>
cm	: santimetre
ÇKBT	: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi
EBBT	: Elektron beam bilgisayarlı tomografi
ECSS	: <i>European Coronary Surgery Study</i>
EKG	: Elektrokardiyografi
F	: <i>French</i>
HU	: Hounsfield ünitesi
IMA	: Arteria mammaria interna
KABG	: Koroner arter bypass greftleme
KAH	: Koroner arter hastalığı
LAD	: Sol ön inen koroner arter
LİMA	: Sol arteria mammaria interna
MDBT	: Çok-kesitli çok dedektörlü bilgisayarlı tomografi
MIP	: <i>maximum intensity projection</i>
ml	: mililitre
mm	: milimetre
MPR	: <i>multiplanar reformat</i>
MRA	: Manyetik rezonans anjiyografi
msn	: milisaniye
mSv	: miliSievert
NPD	: Negatif prediktif değer
OM	: Sol sirkumfleks koroner arterin obtuse marjinalis dalı
PPD	: Pozitif prediktif değer
RCA	: sağ koroner arter

RIMA : Sağ arteria mammaria interna
ROI : *'region of interest'*
sn : saniye
VA : *Veterans Affairs*



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
4.1 Aorta-LAD safen ven grefti	37
4.2 Aorta-RCA safen ven greftinin 'volume rendering' tekniki ile elde edilen MDBT anjiyografik görüntüsü	42
4.3 MDBT anjiyografik görüntüsü şekil 4.2'de verilen Ao-RCA safen ven greftinin invazif anjiyografideki görüntüsü ...	43



TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa No
2.1 Kardiyak kateterizasyon ve koroner anjiyografinin riskleri.....	12
2.2 Koroner darlıkların belirlenmesinde 4-kesitli MDBT ve invazif koroner anjiyografiyi karşılaştıran bazı çalışmaların sonuçları.....	22
2.3 Koroner darlıkların belirlenmesinde 16-kesitli MDBT ve invazif koroner anjiyografiyi karşılaştıran bazı çalışmaların sonuçları.....	22
4.1 Değerlendirilen safen ven greftlerinin bağlandıkları koroner arterlere göre dağılımı	30
4.2 Değerlendirilen arteriyel greftlerin tipleri ve bağlandıkları koroner arterlere göre dağılımı	31
4.3 İnvazif anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin tiplerine ve bağlandığı koroner arterlere göre dağılımı	32
4.4 MDBT koroner anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin tiplerine ve bağlandığı koroner arterlere göre dağılımı (Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçları).....	34
4.5 MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması	35
4.6 MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması (Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçları)	35
4.7 Safen ven greftlerinde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması	36
4.8 Safen ven greftlerinde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması.....	38
4.9 Arteriyel greftlerde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması	39
4.10 Arteriyel greftlerde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması (Değerlendirilebilen 53 greftin sonuçları).....	40

GİRİŞ

Son yıllarda geliştirilen yeni tedavi yöntemlerine karşın koroner arter hastalığı (KAH) gelişmiş ülkelerde bir numaralı ölüm nedeni olma özelliğini korumaktadır. Ülkemizde 2004 yılı rakamlarına göre 2.8 milyon koroner kalp hastası bulunmakta, yılda 310 bin yeni koroner olay ve 170 bin civarında koroner ölüm meydana gelmektedir(1). KAH tedavisinde; ilaç tedavisi, perkütan koroner girişim ve koroner arter bypass cerrahisi seçeneklerinden biri veya birkaçının kombinasyonu ile yeterli miyokardiyal kan akımının sağlanması amaçlanmaktadır. İlk kez 1960'lı yıllarda uygulanmaya başlanan koroner arter bypass cerrahisi ilerleyen yıllarda giderek daha sık kullanılmaya başlanmış; özellikle yaygın ve çok damar koroner arter hastalarında tercih edilen tedavi yöntemi olarak yerini almıştır. Koroner arter bypass greftleme (KABG) cerrahisinin bazı hasta gruplarında uzun dönem sağkalımı önemli ölçüde artırdığı ve göğüs ağrısını geçirmede etkili olduğu gösterilmiştir(2). Buna karşın özellikle safen ven greftlerinin hızlanmış aterosklerozun hedefi haline gelmesi ile koroner bypass greftlerinin açıklığı zamanla azalmaktadır. Cerrahiden sonraki onuncu yılda venöz greftlerin sadece %60'ı açıklığını korumaktadır ve açık greftlerin yaklaşık olarak yarısında önemli darlıklar meydana gelmektedir (3-5) . Arteriyel greftlerde ise başarı daha yüksektir; on yıllık açıklık oranları %90'a ulaşmaktadır. KABG cerrahisi geçiren hastalarda sağkalımı belirleyen en önemli faktörlerden birinin greft açıklığı olması nedeniyle bu hastaların izleminde greft açıklığını gösteren incelemeler büyük önem kazanmaktadır.

Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi günümüzde aterosklerotik koroner arter hastalığının tanısında ve bypass greftli hastaların izleminde altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak invazif bir işlem olması, hastanın yatışını gerektirebilmesi, kontrast madde ve iyonize radyasyon kullanılması , nadir de olsa önemli bazı riskler taşıması ve nispeten yüksek maliyeti nedeniyle son yıllarda koroner anatomisinin gösterilmesi ve greftli hastaların izleminde yeni ve daha az invazif yöntemlerin arayışı söz konusu olmuştur. Bu kapsamda denenen yöntemler arasında elektron-beam bilgisayarlı

tomografi (EBBT), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografi sayılabilir.

Yakın dönemde kullanıma giren yeni kuşak çok-kesitli (multislice) çok-dedektörlü (multidetector) spiral bilgisayarlı tomografi (ÇKBT veya MDBT) cihazları , daha çok sayıda ve daha ince kesitleri daha kısa sürede alma kapasiteleri ile kardiyak görüntülemeye önemli gelişmelere neden olmuşlardır. Bu cihazların da belirli sınırlılıkları olmasına karşın, yapılan çalışmalarda koroner arter hastalığı tanısında başarılı ve güvenilir oldukları gösterilmiştir.

Bu çalışmada koroner arter bypass greftleme operasyonu geçirmiş hastalarda, greft açıklığının ve açık greftlerdeki önemli lezyonların saptanmasında 16-dedektörlü bilgisayarlı tomografinin tanısal etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Referans altın standart olarak konvansiyonel invazif koroner anjiyografi kullanılmıştır.



GENEL BİLGİLER

Koroner arter bypass greftleme (KABG) operasyonu insanda ilk kez 1967 yılında Garret , Dennis ve DeBakey tarafından safen ven grefti kullanılarak gerçekleştirilmiştir(6). İzleyen yıllarda özellikle Favoloro ve arkadaşlarının öncü çalışmaları ile iskemik kalp hastalığında cerrahi revaskülarizasyon dönemi başlamıştır (7). Cerrahi teknik yıllar içerisinde gelişmiş, başta arteria mammaria interna (İMA) olmak üzere çeşitli arteriyel greftler de kullanılmaya başlanmıştır. Yakın dönemde geliştirilen pompasız ve daha az invazif cerrahi tekniklerle başarılı sonuçların elde edildiği bildirilmiştir (8-11). Günümüzde KABG özellikle önemli sol ana koroner arter veya proksimal sol ön inen arter (LAD) lezyonu ya da çok-damar koroner arter hastalığı olan, yüksek riskli, orta-ciddi derecede iskemisi, sol ventrikül fonksiyon bozukluğu veya diyabeti olan hastalarda tercih edilen revaskülarizasyon metodudur.

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki istatistiklere bakıldığında 1970'li yıllardan 1997'ye kadar olan dönemde yıllık KABG operasyonu sayısında sürekli bir artış olduğu görülmektedir (12). Son dönemde yıllık KABG sayısında görülen düşüş kısmen perkütan koroner girişimlerdeki gelişmeye bağlanabilir. Buna karşın KABG halen en sık yapılan cerrahi operasyonlardan birisidir ve ABD'de 2001 yılında 305.000 hastanın koroner bypass olduğu bildirilmiştir. KABG Türkiye'de de sıklıkla uygulanan cerrahi girişimler arasındadır. Yayımlanmış kesin veriler olmamakla birlikte ülkemizde yılda 50.000 civarında kalp ameliyatı yapıldığı tahmin edilmektedir (13). Bu ameliyatların büyük bir kısmını KABG ameliyatları oluşturmaktadır.

Çok sayıda hasta içeren büyük ölçekli çalışmalarda ve meta-analizlerde KABG'nin bazı hasta gruplarında sağkalımı tıbbi tedaviye göre önemli ölçüde artırdığı ve anjinal semptomların geçirilmesinde etkili olduğu gösterilmiştir (2). KABG'nin sağkalım üzerine etkilerinin incelendiği en büyük üç randomize çalışma VA (Veterans Affairs) (14), ECSS (European Coronary Surgery Study) (15) ve CASS (Coronary Artery Surgery Study) (16) çalışmalarıdır. Bu üç büyük çalışmanın ve diğer bazı küçük çalışmaların

sonuçları birlikte değerlendirildiğinde 10 yıllık izlemde KABG'nin tıbbi tedaviye göre mortalitede % 4.1'lik anlamlı bir azalma sağladığı görülmektedir (17). KABG ve tıbbi tedaviyi karşılaştıran çalışmaların biri (ECSS) dışında tümünde, KABG'nin orta vadede (2-6 yıl) tıbbi tedaviye göre sağkalım avantajı sağladığı, ancak bu avantajın ilerleyen yıllarda giderek azalmaya başladığı görülmektedir. Yalnızca ECSS'de KABG'nin sağladığı yarar 10-12 yıllık uzun dönem izlemde aynen korunmuştur. CASS kayıtlarındaki hastaların uzun dönem sağkalımının incelendiği bir çalışmada hastalar yaş, sol ventrikül fonksiyonu ve tutulan damar sayısına göre altgruplara ayrılmış, 8 yıllık izlemde hemen hemen tüm gruplarda başlangıçta cerrahi olarak revaskülarize edilen hastaların mortalitesinin tıbbi tedavi ile izlenen hastalara göre anlamlı olarak daha düşük olduğu gösterilmiştir (18). Aynı hastaların 15 yıllık izlem sonuçlarına bakıldığında tıbbi tedavi ve cerrahi gruplarında sağkalımın benzer olduğu, sadece yüksek riskli hasta altgruplarında cerrahinin yarar sağladığı görülmektedir. KABG cerrahisi uygulanan hastaların mortalitesi operasyon sonrası sekizinci yıldan itibaren artmaktadır. Bu bulgunun safen ven greftlerinin zamanla tıkanmasına bağlı olabileceği vurgulanmaktadır.

KABG cerrahisinin tıbbi tedaviye kıyasla orta-uzun dönem sağkalımda önemli ölçüde artış sağladığını gösteren bu çalışmalar aynı zamanda operasyonun doğasından kaynaklanan palyatif olma özelliğini de ortaya koymaktadır. Cerrahi revaskülarizasyonun yararı greftler açıklığını koruduğu sürece devam etmektedir. Bine yakın hastanın 1 yıllık izlem sonucunda koroner anjiyografi ile değerlendirildiği bir çalışmada greft açıklığının klinik gidişi bağımsız olarak belirleyen önemli bir parametre olduğu gösterilmiştir (19).

KABG cerrahisi geçiren hastalarda anjiyografik olarak greft açıklığının değerlendirildiği çalışmalarda safen ven greftlerinde açıklık oranının zaman içinde hızla azaldığı gösterilmiştir. CASS verilerine göre safen ven greftlerinin altmışıncı gün, onsekizinci ay ve beşinci yıldaki kümülatif açıklık oranları sırasıyla %90, %82 ve %82 'dir (20). Aynı çalışmada beşinci yıl sonunda sadece %67 hastada bütün greftler açıklığını koruyabilmiştir. Venöz greftlerin cerrahi sonrası birinci yıldaki tıkanma oranı yaklaşık olarak %15'tir(19).

Safen ven kullanılarak aorta-koroner bypass greftleme yapılan 82 hastanın ikinci hafta, birinci yıl, beş-yedinci yıl ve on-onikinci yılda anjiyografik olarak incelendiği bir diğer çalışmada, henüz birinci yıldan itibaren venöz greftlerde ateroskleroza bağlı olduğu düşünülen duvar düzensizlikleri ve obstrüktif lezyonların geliştiği gösterilmiştir (21). Bu değişikliklerin görülme sıklığı birinci yılla beş-yedinci yıllar arasında %16 iken yedi-onikinci yıllar arasında %36.4'e çıkmaktadır. Yine bu iki dönem arasında greft tıkanma oranının yaklaşık 2.5 kat arttığı (%10.2'den %26.1'e) gösterilmiştir. Aynı çalışmada safen ven greftlerinin on-onikinci yıldaki açıklık oranı %63.3 olarak bulunmuştur. Venöz greftlerin tıkanma oranı beş-yedinci yıldan itibaren önemli bir artış göstermektedir (yıllık %2'den %5.3'e). Bu bulgular koroner bypass cerrahisi yapılan hastalarda sekizinci yıldan sonra mortalitede görülen artışı kısmen açıklamaktadır.

Safen Ven Greft Hastalığının Patogenezi

Greftlerin zamanla tıkanmasına yol açan 'safen ven greft hastalığı' birbirinden zamanlama olarak farklı, fakat patofizyolojik olarak ilişkili üç ayrı süreçten oluşmaktadır; tromboz, intimal hiperplazi ve ateroskleroz (22).

Cerrahiden sonraki ilk bir aylık erken dönemde greft trombozu ön plandadır. En iyi koşullarda yapılsa bile venöz konduitletlerin çıkarılması fokal endotel hasarına neden olmaktadır (23). Greft olarak kullanılmasından önce safen venin çıkarılması ve hazırlanması esnasındaki cerrahi manipulasyonlar nedeniyle oluşan endotel hasarı, trombosit ve fibrin birikimini tetikleyerek tromboz sürecini başlatmaktadır. Ayrıca uzunluğunun gereğinden fazla veya eksik olması nedeniyle greftin bükülmesi ya da gerilmesi, greft akımının veya greftin distalindeki akımın yetersiz olması gibi bazı teknik sorunlar da greft trombozuna yatkınlığı artırmaktadır.

Damar duvarının intimal tabakasında düz kas hücreleri ve hücre-dışı matriksin birikmesiyle oluşan intimal hiperplazi, venöz greftlerde cerrahi sonrası birinci ay ile birinci yıl arasında görülen temel bozukluktur. Arteriyel dolaşıma bağlanan venlerde 4-6 hafta arasında gelişen intimal kalınlaşma damar lümenini %25 kadar daraltabilir. İntimal kalınlaşma genellikle kendi

başına önemli darlığa neden olmaz ancak yeterince ciddi ve lokalize olursa ilk 1 yılda greftte tam tıkanmaya yol açabilir. Ayrıca bu hızlı intimal kalınlaşma ve hiperplazi ateroskleroz gelişimi için gerekli zemini hazırlamaktadır ve aterosklerozun erken bir evresi olarak kabul edilebilir.

Operasyon sonrası birinci yıldan itibaren venöz greftlerdeki dejenerasyonun altında yatan temel olay aterosklerozdur. Venöz greft aterosklerozuna zemin hazırlayan faktörler (hipertansiyon, hiperlipidemi, diyabet, sigara alışkanlığı, damar çapı vs.) ve aterosklerotik süreç nativ koroner damarlardaki aterosklerozla benzerlikler gösterse de iki olay arasında bazı histolojik, topografik ve zamansal farklılıklar vardır. Kronik endotel hücre hasarı ve fonksiyon bozukluğu nedeniyle safen ven greftleri hızlı gelişen aterosklerozun hedefi haline gelmektedir (24,25). Ven greft ateromunda nativ koroner arter ateromuna göre daha fazla sayıda köpük hücresi ve multinükleer dev hücreler gibi inflamatuvar hücreler bulunur. Ven greft aterosklerozu daha yaygın, çevresel, konsantrik ve kırılımandır; fibröz başlığı az gelişmiş veya hiç gelişmemiştir, ayrıca çok az kalsifikasyon gösterir. Buna karşın nativ damar ateromu daha çok proksimal yerleşimli ve eksantriktir; iyi gelişmiş fibröz başlığıyla daha az kırılma gösterir ve sıklıkla kalsifiyedir (26-28). Geç dönemde görülen greft aterosklerozu önemli ölçüde trombüs yüküyle karakterizedir. Özellikle beşinci yıldan sonra görülen greft tıkanmaları genellikle aterosklerozun üzerine binen tromboza bağlıdır.

Arteria Mammaria Interna (İMA) Greftleri

Koroner bypass cerrahisi geçiren hastaların uzun dönem izlendiği çalışmalarda safen ven greftlerinin hızlanmış aterosklerozun hedefi olduğu ve özellikle beş-yedinci yıldan sonra tıkanma olasılığının giderek arttığı gösterilmiştir. Buna karşın arteria mammaia interna ateroskleroza karşı neredeyse 'bağışık' veya 'dirençli' gibi görünmektedir. Özellikle 65 yaşın altındaki bireylerde İMA'da aterom plağı görülme olasılığı oldukça düşüktür (29). İMA'nın safen vene karşı üstünlüğünü ve aterosklerozdan büyük ölçüde korunmasını açıklamak için çeşitli potansiyel mekanizmalar öne sürülebilir. İMA'nın internal elastik laminasının uniform ve iyi gelişmiş olması, cerrahi

hazırlık sırasındaki travmalara safen vene göre nispeten daha dirençli olması, arter boyunca kapakçık bulunmaması, damar duvarının beslenme açısından vaza vazorumlara bağımlı olmaması ve lümeninden de beslenebilmesi, nativ damarlarla boyut açısından daha uyumlu olması gibi bazı anatomik özellikler yanında nitrik oksit ve prostasiklin üretiminin daha fazla olması, vazodilatörlere daha yüksek duyarlılık göstermesi ve yüksek akım rezervi gibi fizyolojik mekanizmaların İMA'nın ateroskleroz gelişimine karşı dirençli olmasına neden olduğu düşünülmektedir (22).

Arteria mammaria internanın sayılan üstün özellikleri anjiyografik ve klinik çalışmalara kısa ve uzun vadede daha yüksek açıklık ve daha iyi sağkalım oranları şeklinde yansımaktadır. CASS kayıtlarındaki hastaların 15 yıllık izlemi sonucunda İMA grefti kullanılan hastaların mortalitelerinin yalnızca safen ven kullanılan hastalara göre daha düşük olduğu ve İMA greft varlığının daha iyi sağkalımın bağımsız bir belirleyicisi olduğu gösterilmiştir(30). İMA greftlerinin birinci yılda tıkanma oranı yaklaşık %4.5 civarındadır ve bu oran safen venlerde aynı dönemde görülen %15'lik tıkanma oranına göre oldukça iyidir (19). Bypass Surgery Angioplasty Revascularization Investigation (BARI) çalışmasında birinci yılda İMA greftlerinde açıklık oranı %98 iken safen venlerde %87 olarak bulunmuştur (31). Bir diğer seride İMA greftlerinin birinci, beşinci ve onuncu yıldaki açıklık oranlarının sırasıyla %95, %88 ve %83 olduğu bildirilmiştir (12). Anjiyografik olarak gösterilen yüksek açıklık oranlarıyla uyumlu olarak İMA grefti kullanılan hastalarda kısa ve uzun vadede ölüm, miyokard infarktüsü ve reoperasyon gibi majör kardiyak olaylara daha az rastlanmaktadır ve bu yarar cerrahi sonrası yirminci yıla kadar devam etmektedir (2, 32).

Bütün bu verilerin ışığında günümüz kılavuzlarında rutin uygulamada sol ön inen arter (LAD) grefti olarak sol arteria mammaria interna (LİMA) , diğer koroner damarlara tamamlayıcı olarak de safen ven greftlerinin kullanılması önerilmektedir (2).

Alternatif Arteriyel Greftlerin Kullanımı

Sol arteria mammaia internanın greft olarak kullanımının uzun dönem sonuçlarının yüz güldürücü olması nedeniyle kalp-damar cerrahları tarafından greft olarak kullanılabilir uygun alternatif arterlerin arayışı başlamış ve total arteriyel revaskülarizasyon kavramı ortaya atılmıştır.

Bu amaçla kullanılan arterler arasında sağ arteria mammaia interna, radyal arter, sağ gastroepiploik arter ve inferiyor epigastrik arter sayılabilir. Daha seyrek olarak subskapular, interkostal, splenik, sol gastrik ve gastroduodenal arterler de kullanılmıştır.

Öncelikle her iki İMA'nın bilateral greft olarak kullanımı savunulmuş, ancak kanama, yara enfeksiyonu ve uzamış mekanik ventilasyon ihtiyacı gibi komplikasyonların daha sık görülmesi ve operasyon süresinin uzaması nedeniyle bu çabalar gölgelenmiştir. Buna karşın daha sonra yayımlanan randomize olmayan küçük bazı serilerde bilateral İMA kullanımının tek İMA greftine göre daha iyi sağkalıma ve daha az oranda miyokard infarktüsü, reoperasyon ve tekrarlayan göğüs ağrısına neden olduğu bildirilmiştir (33).

Koroner arter bypass cerrahisinde greft olarak radyal arter ilk kez 1972 yılında Carpentier tarafından kullanılmıştır (34). Radyal arter kalın mediyal tabakası olan musküler bir arterdir ve yüksek vazoreaktivite gösterir. Önceleri yapılan çalışmalarda radyal arter greftlerinin tıkanma oranının yüksek olduğu bildirilse de, daha sonraları bu tıkanmaların arterdeki vazospazma bağlı olduğu anlaşılmış, arterin hazırlanması sırasında daha büyük özen gösterilmesi ve vazospazma yönelik vazodilatör ilaçların kullanılması ile daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Anjiyografik değerlendirmenin yapıldığı bir çalışmada radyal arter greftlerinin onikinci haftada %95.7 ve onbirinci ayda %88.9 oranında açık olduğu gösterilmiştir (35).

Sağ gastroepiploik arter genellikle sağ koroner artere in situ greft olarak kullanılır. Erken dönem sonuçları iyi olsa da, henüz uzun dönem başarısı hakkında yeterli veri yoktur. Benzer şekilde inferiyor epigastrik arter de koroner revaskülarizasyon için serbest greft olarak kullanılmıştır, ancak uzun dönem sonuçları henüz belirsizdir.

Koroner arter bypass greftleme cerrahisi geçiren hastaların uzun dönem olaysız sağkalımını belirleyen en önemli parametrelerden birisinin greft açıklığı olması nedeniyle greft anatomisini ve varsa stenotik lezyonları gösteren görüntüleme teknikleri bu hasta grubunun izleminde büyük önem taşımaktadır. Günümüzde konvansiyonel invazif koroner anjiyografi greft açıklığının gösterilmesinde en sık kullanılan ve altın standart olarak kabul edilen tekniktir.

Konvansiyonel İnvazif Koroner Anjiyografi

Koroner anjiyografi, aterosklerotik koroner arter hastalığına (KAH) bağlı arteriyel darlıkları ve koroner anatomiye göstermede en doğru ve güvenilir sonuçları veren yöntemdir. İlk kez 1959 yılında Sones tarafından gerçekleştirilen koroner anjiyografi günümüzde kardiyovasküler alanda en sık uygulanan invazif işlemdir. 1959 yılındaki ilk uygulamadan bugüne kateterlerdeki gelişmeler, daha ince arteriyel kılıfların kullanılması ve tecrübenin artması ile hem komplikasyonlar azalmış hem de hastaların aynı gün içerisinde mobilize edilmesi mümkün hale gelmiştir.

ACC/AHA koroner anjiyografi kılavuzunda bilinen koroner arter hastalığı olan veya KAH olduğu düşünülen hastalarda koroner anjiyografi endikasyonları belirtilmiştir (36). Buna göre koroner arter bypass cerrahisi geçirmiş hastalarda koroner anjiyografi endikasyonları aşağıdaki gibidir:

Sınıf IIa endikasyonlar

1. KABG sonrası ilk 12 ayda tekrarlayan semptomatik iskemisi olanlar
2. KABG sonrası herhangi bir dönemde invazif olmayan testlerin sonucunda yüksek risk kriterlerinin varlığı
3. İlaçlarla yeterince kontrol altına alınamayan tekrarlayan anjina

Sınıf IIb endikasyonlar

1. Asemptomatik KABG hastasında herhangi bir invazif olmayan test sonucunda kötüleşme
2. Cerrahiden en az 1 yıl geçtikten sonra invazif olmayan testlerde yüksek risk kriterleri olmaksızın tekrarlayan anjina

Aynı kılavuzda KABG sonrası rutin koroner anjiyografi veya damar yapısı revaskülarizasyona uygun olmayan KABG'li hastalarda diyagnostik amaçlı koroner anjiyografi yapılması sınıf III endikasyon olarak belirtilmiştir.

Anjiyografi Tekniği

Koroner anjiyografide vasküler giriş yeri hekimin ve hastanın tercihi, antikoagülasyon durumu ve periferik arter hastalığı varlığı gibi çeşitli faktörlere göre seçilir. Sıklıkla sağ veya daha seyrek olarak sol femoral arter seçilir. Ayrıca radyal veya brakial arterler de kullanılabilir. Ancak sağ koldan girildiğinde sol İMA greftinin gösterilmesinin teknik olarak çok zor olduğu unutulmamalıdır.

Selektif koroner anjiyografi için 4-8 French (F) çaplarında çeşitli kateterler kullanılabilir. En çok kullanılan kateterler 5 veya 6 F çapında Judkins kateterlerdir. Ayrıca gerekli durumlarda Amplatz, İMA, Bypass greft ve çok amaçlı (multipurpose) kateterler de kullanılabilir.

Ostiumlarının değişik yerlerde lokalize olması nedeniyle bypass greftlerin selektif kanülasyonu nativ damarlara göre teknik olarak daha zorlayıcı olabilir. Operatörün deneyimi ve becerisine göre değişmekle birlikte koroner bypass greftlerinin konvansiyonel invazif anjiyografi ile görüntülenmesi, nativ koroner arterlerin görüntülenmesine göre daha uzun sürmekte, işlem sırasında daha çok miktarda kontrast madde kullanılmakta ve daha yüksek dozda iyonize radyasyonla karşı karşıya kalınmaktadır. İşlem öncesinde hastanın ameliyat raporunun incelenerek greftlerin sayısı, tipi ve yerleşimi hakkında bilgi edinilmesi operatörün işini kolaylaştırması açısından değerlidir.

Safen Ven Greft Anjiyografisi

Birçok hastada tüm safen ven greftleri tek bir kateterle gösterilebilir. Bu amaçla sıklıkla sağ Judkins veya sağ ve sol Amplatz kateterler kullanılır. Ayrıca sağ ve sol bypass greft kateterlerinden veya çok amaçlı kateterlerden de yararlanılabilir. Tıkanmış safen greftlerin genellikle belirgin, iyi sınırlanmış bir güdüğü vardır ve koroner anjiyografide selektif olarak gösterilebilir. Eğer

tüm çabalara karşın bir safen greftin kendisi veya güdüğü gösterilemiyorsa tercihen çift-plan asendan aortografi yapılarak tüm greftlerin çıkış yeri ve gidişi görüntülenebilir.

Yeterli bir safen ven greft anjiyografisinde greftin ostiumu, tüm uzunluğu boyunca gövdesi ve nativ damarla birleştiği distal anastomoz bölgesi eksiksiz ve net olarak görülmelidir. Özellikle distal anastomoz bölgesinin üzerine nativ damar veya greft görüntülerinin süperpoze olmasından kaçınılmalı ve bu bölge lezyon varlığı açısından dikkatle değerlendirilmelidir.

Arteria Mammaria Interna Anjiyografisi

Sol arteria mammaria interna (LİMA), sol subklaviyan arterin alt kenarında, aortadan çıktığı yerin yaklaşık 10 cm distalinden köken alır. Sol İMA'nın kateterizasyonu özel olarak tasarlanmış J-uçlu İMA kateteri veya standard sağ Judkins kateter ile yapılabilir. Sağ İMA da aynı kateterler kullanılarak selektif olarak kanüle edilebilir. İMA'nın kendisi aterosklerozdan nadiren etkilenir. İMA anjiyografisinde greftin açıklığı yanında distal anastomoz bölgesi ve bu bölgedeki olası lezyonlar dikkatle incelenmelidir. Özellikle sol lateral ve ön-arka kraniyel projeksiyonlarda LAD-LİMA anastomoz bölgesi iyi değerlendirilebilir. İMA ostiumuna selektif olarak oturulamadığı durumlarda aynı kola bağlanan tansiyon aleti manşonunun sistolik kan basıncı üzerinde değerlere şişirilmesi ile selektif boya vermeden de İMA görüntülenebilir. Alternatif olarak aynı koldan radyal veya brakial yolla girilerek İMA'nın selektif kanülasyonu da denenebilir.

Koroner Anjiyografi ve Kalp Kateterizasyonunun Komplikasyonları

İlk yapıldığı tarihten bugüne gerçekleşen teknik gelişmelere karşın koroner anjiyografi az da olsa bazı önemli riskler taşımaktadır. Koroner anjiyografiye bağlı olarak gelişen major komplikasyonlar arasında ölüm (% 0.11), miyokard infarktüsü (% 0.05), serebrovasküler olaylar (% 0.07), kontrast madde reaksiyonları (% 0.37), ve vasküler komplikasyonlar (%0.43) sayılabilir (Bkz. Tablo 1.1) (36). Görüldüğü gibi bu önemli komplikasyonlar

toplamda koroner anjiyografi yapılan hastaların yaklaşık %1'inde meydana gelmektedir. Koroner anjiyografi sonrası inme görülme olasılığı düşüktür (%0.07-0.14) (37); ancak özellikle KABG cerrahisi geçirmiş ve asendan aortasında aterom plakları bulunan hastalarda aterosklerotik plak içeriğinin kateter manipülasyonu ile serebral dolaşıma embolizasyonu sonucu görülebilir. Aterotrombotik embolizasyona bağlı embolik serebrovasküler olaylar genellikle geri dönüşlüdür.

Tablo 2.1: Kardiyak kateterizasyon ve koroner anjiyografinin riskleri (ACC/AHA Koroner Anjiyografi Kılavuzu'ndan alınmıştır) (36) 59792 hastanın verileridir.

Komplikasyon	Görülme Sıklığı (%)
Ölüm	0,11
Miyokard infarktüsü	0,05
Serebrovasküler olay	0,07
Aritmiler	0,38
Vasküler komplikasyonlar	0,43
Kontrast madde reaksiyonu	0,37
Hemodinamik komplikasyonlar	0,26
Kardiyak perforasyon	0,03
Diğer	0,28
Toplam	1,7

Koroner Anjiyografinin Kontrendikasyonları

Koroner anjiyografinin mutlak bir kontrendikasyonu yoktur ancak bazı durumlar relatif kontrendikasyon oluşturur. Bu durumlar arasında nedeni açıklanamayan ateş, tedavi edilmemiş enfeksiyon, ciddi anemi, önemli elektrolit düzensizliği, önemli aktif kanama, ciddi koagülopati veya trombositopeni, kontrolsüz sistemik hipertansiyon, aktif infektif endokardit, süregelen inme, akut böbrek yetmezliği, ciddi dekompanze konjestif kalp yetmezliği sayılabilir (36).

Koroner Arterlerin İnvazif Olmayan Yöntemlerle Görüntülenmesi

Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi günümüzde koroner anatomiye en doğru ve güvenilir gösteren görüntüleme yöntemidir. Buna karşın invazif bir işlem olması, hastane yatışını gerektirebilmesi, yukarıda sayılan nadir fakat önemli bazı riskleri taşıması, işlem sırasında radyasyonla karşı karşıya kalınması ve yüksek maliyeti nedeniyle son yıllarda gelişen teknolojiyle birlikte koroner anatomiye güvenilir ve doğru bir biçimde gösteren ancak invazif olmayan alternatif bir görüntüleme yönteminin geliştirilmesine yönelik çabalar yoğunlaşmıştır.

Koroner anatominin gösterilmesinde konvansiyonel koroner anjiyografiye referans altın standart yapan üstün özellikler arasında sağladığı yüksek temporal (yaklaşık 5 ms) ve uzaysal (<0.2 mm) çözünürlük, hareket artefaktı görülmemesi, radyopak madde ile koroner lümenin selektif olarak doldurulabilmesi ve gerekirse aynı seansta perkütan koroner girişim yapılabilmesi sayılabilir. Ancak istatistiklere göre koroner anjiyografilerin sadece %45'inin ardından koroner girişim yapıldığı göz önüne alınırsa koroner arterleri yüksek doğrulukla gösterecek invazif olmayan bir görüntüleme yönteminin bir çok hastayı invazif işlem yapılmasından koruyacağı ve ekonomik açıdan da yarar sağlayacağı aşikardır (38).

Koroner arterlerin doğru ve net olarak görüntülenmesi birçok teknik güçlüğü beraberinde getiren ulaşılmaması zor bir hedefdir. Kalbin etrafında farklı yönlerde ve doğrusal olmayan yollar izleyen epikardiyal koroner arterler, küçük çaplı ve kıvrımlı olmalarının yanı sıra sürekli olarak hareket halindedirler. Koroner damarlar kalp kasılması ve solunumun etkisiyle periyodik olarak yer değiştirirler. Yanıltıcı görüntülerin ortaya çıkmasını önlemek için koroner damarlar aynı lokalizasyondaiken alınan kesitsel imajlar rekonstrükte edilmelidir. Koroner arterler gibi 2 mm kadar incelikte olabilen damarlardaki darlıkların değerlendirilebilmesi için görüntüleme tekniğinin her üç düzlemde 0.2 mm civarında uzaysal çözünürlüğe sahip olması gereklidir (39). Net görüntüler elde edilebilmesi, ancak imajların kardiyak siklus ve solunumla senkronize bir biçimde alınması ve rekonstrükte edilmesi ile

mümkündür. Koroner arterler hiçbir zaman tam olarak hareketsiz olmasa da diyastol sonu hareketin en az olduğu dönemdir ve koroner görüntüleme için imajların bu kısa dönemde alınması uygundur. Hareket artefaktlarının en aza indirilmesi için görüntülerin EKG eşliğinde elde edilmesi ve tarama veya rekonstrüksiyon aralığının mümkün olduğunca kısa tutulması gereklidir. Bilgisayarlı tomografik yöntemlerde tüm kalbin tek bir nefes tutulması esnasında görüntülenmesi birden fazla kontrast enjeksiyonunu önler. İdeal bir görüntüleme yöntemi hastaya zararsız olmalı ve tüm hastalara uygulanabilmelidir.

Koroner arterlerin görüntülenmesi için üzerinde çalışılan invazif olmayan yöntemler elektron-beam bilgisayarlı tomografi (EBBT), manyetik rezonans anjiyografi (MRA) ve çok-kesitli (multi-slice), çok-dedektörlü (multidetector) bilgisayarlı tomografi (MDBT) anjiyografidir.

Elektron-Beam Bilgisayarlı Tomografi (EBBT)

İlk kez 1983 yılında kullanıma giren elektron-beam bilgisayarlı tomografi, sağladığı yüksek temporal çözünürlük ve prospektif EKG-tetikleme yöntemi sayesinde kardiyak görüntülemeye devrim yaratan tomografik bir görüntüleme yöntemidir. EBBT cihazında diğer spiral BT cihazlarında olduğu gibi mekanik olarak dönen bir X-ışını tüpü bulunmaz. Bunun yerine cihazdaki sabit bir elektron tabancası tarafından oluşturulan elektron demeti, gantri içerisinde 210°lik alana yayılmış olan 4 tungsten hedef halkasından birine odaklanır. Elektronların hedef halkaya çarpması ile ortaya çıkan X-ışınları, hastanın içinden geçerek gantrinin ters tarafında 216°lik bölgede sabit olarak konumlandırılmış iki dedektör halkadan birisine ulaşır. Koroner arter görüntülenmesi için tipik olarak EKG eşliğinde 'tek kesit modu' (single slice mode) denen veri toplama protokolü kullanılır. Bu teknikte, prospektif EKG-tetikleme yöntemi ile görüntüler kardiyak siklusun önceden tayin edilen belirli bir evresinde (sistol sonunda veya geç diyastolde) elde edilir. Elektron tabancasının her tetiklenmesinden sonra hasta masasının bir ileri kesit pozisyonuna doğru yer değiştirmesi ile tarama süreci devam eder. Bir tomogram için gereken verinin 50-100 msn gibi kısa bir sürede

toplanabilmesi nedeniyle EBBT öncesinde hastalara kalp hızının düşürülmesi amacıyla ilaç verilmesi gerekmez. Solunumdan kaynaklanan hareket artefaktlarının önlenmesi için hastadan nefesini tutması istenir. Standard bir EBBT incelemesinde koroner arterlerin görüntülenmesi için 180 ml kadar intravenöz kontrast madde kullanılması gerekebilir. Günümüzde kullanılan modern EBBT cihazlarında 100 msn temporal çözünürlük, 3 mm kolimasyon ve prospektif EKG-tetikleme metodu ile koroner arter görüntülemesi yapılmaktadır.

EBBT koroner kalsiyum skorlamasında referans altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir. Kontrastlı EBBT anjiyografi ise proksimal koroner arterlerdeki darlıkları ve tıkanıklıkları göstermede oldukça etkili bir yöntemdir. Konvansiyonel koroner anjiyografi ile karşılaştırmalı olarak yürütülen çalışmalarda EBBT koroner anjiyografinin sırasıyla %74-92 ve %66-94 arasında değişen sensitivite ve spesifiteye sahip olduğu gösterilmiştir (40-50). Bu çalışmaların sonuçlarında vurgulanması gereken önemli bir nokta, yetersiz görüntü kalitesi nedeniyle çok sayıda koroner segmentin değerlendirilememiş olmasıdır. Ancak değerlendirilebilen segmentlere ait sonuçlara bakıldığında tüm çalışmalarda EBBT'nin önemli koroner arter hastalığının dışlanmasında negatif prediktif değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Yüksek temporal çözünürlüğü ile hareket artefaktlarının en aza indirilmesinin sağladığı avantajlara karşın, EBBT koroner anjiyografinin bazı zayıf yönleri de vardır(51):

1. Düşük uzaysal çözünürlüğü ve yüksek sinyal-gürültü oranı nedeniyle özellikle ince damarların değerlendirilmesindeki güçlükler
2. Aritmisi olan hastalarda yanlış prospektif EKG tetiklemesi ile hatalı görüntülerin elde edilebilmesi
3. Her kardiyak siklusta tek bir tarama yapılması nedeniyle z-ekseninde yetersiz kapsama alanı
4. Hastanın inceleme sırasında uzun süre nefesini tutması gerektiği için özellikle kooperasyonu düşük hastalarda görülen solunum artefaktları
5. Fazla miktarda kontrast madde kullanımının getirdiği yüksek maliyet ve böbrek fonksiyon bozukluğu riski

6. Kullanılan prospektif EKG-tetikleme yönteminin optimal koroner görüntülemeye imkan vermemesi (Görüntülerin elde edilmesi gereken, koroner arterlerin hareketinin en az olduğu zaman aralığı, yani 'optimal tetikleme zamanı' önceden tahmin edilemez ve her koroner arter için farklıdır. Bu nedenle prospektif EKG-tetikleme metodu ile her koroner arter için en uygun görüntünün alınması mümkün olmayabilir. MDBT koroner anjiyografide kullanılan görüntülerin retrospektif EKG eşliğinde rekonstrükte edilmesi metodu daha net ve artefaksız görüntülerin oluşturulmasına imkan sağlar.)

Karşılaştırmalı çalışmalarda prospektif EKG tetiklemeli EBBT kullanılarak bypass greft açıklığının %90'ın üzerinde sensitivite ve spesifisite ile gösterilebildiği bildirilmiştir (52-54).

Manyetik Rezonans Anjiyografi

Koroner anatominin invazif bir girişim yapılmaksızın görüntülenmesine olanak veren bir diğer yöntem manyetik rezonans anjiyografidir (MRA). Kendine has teknik özelliklerinden kaynaklanan bazı önemli avantajlara sahip olan MRA, özellikle son 10-15 yıl içerisinde büyük bir gelişim göstermiştir.

MRA'nin önemli bazı üstünlükleri arasında invazif olmayan bir yöntem olması, hastanın ve tıbbi personelin radyasyonla karşı karşıya kalmasına neden olmaması ve kontrast madde kullanılmadan görüntü elde edilebilmesi sayılabilir. MRA'nin uzaysal çözünürlüğü oldukça yüksektir. Ayrıca herhangi bir kısıtlama olmaksızın her düzlemde görüntü alınabilmesi ve plak özelliklerinin gösterilmesine de olanak sağlar. Ancak MRA'nin bütün bu üstün özelliklerine karşın; koroner arterlerin ince ve kıvrımlı (tortüöz) yapıda olmaları, solunuma ve kardiyak kasılmaya bağlı olarak sürekli yer değiştirmeleri ve bazı hastalarda ileri derecede kalsifiye olabilmeleri diğer invazif olmayan tekniklerde olduğu gibi manyetik rezonans koroner anjiyografide de teknik güçlüklerle ve görüntü kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir. Ayrıca koroner arterlerin çevresindeki epikardiyal yağ tabakası da MR'da artefaktlara yol açabilir. Modern koroner MRA uygulamalarında değişik bazı görüntüleme sekansları ve gerekirse kontrast madde kullanılarak koroner arterlerin daha net görüntülenmesi hedeflenmektedir.

Farklı yaklaşımlar ve görüntüleme sekansları kullanılarak yapılan çalışmalarda koroner MRA ile özellikle koroner arterlerin proksimal ve mid kesimlerinin etkin bir biçimde görüntülenebildiği gösterilmiştir (55,56) . Literatürde koroner darlıkların gösterilmesinde MRA'nin etkinliğini inceleyen çok sayıda çalışma vardır, ancak bu tek merkezli çalışmaların az sayıda hasta içermesi ve farklı tekniklerin kullanılması nedeniyle kuvvetli ve kıyaslanabilir veriler elde etmek güçtür. Yüzden fazla hastanın incelendiği çok-merkezli bir çalışmada koroner MRA'nin özellikle önemli sol ana koroner ve üç-damar koroner arter hastalığını yüksek sensitivite (>%90) ile gösterebildiği bildirilmiştir (57). Bu bulgular koroner MRA'nin önemli koroner arter hastalığının dışlanmasında etkili olduğunu göstermektedir. Yüksek sensitivitesi ile MRA'nin, KAH kuşkusuyla invazif anjiyografi yapılması düşünülen bazı hastalarda işlem öncesi bir 'filtre' rolü oynayarak gereksiz invazif işlemlerin sayısında azalma sağlayabileceği öne sürülmektedir. Koroner MRA'nin rutin klinik kullanıma girmesi için henüz yeterli veri yoktur ve büyük ölçekli çalışmaların yapılması gereklidir. Ancak özellikle proksimal koroner arterlerde aterosklerotik hastalığın dışlanması amacıyla koroner MRA kullanımı bazı merkezlerde yaygınlaşmaya başlamıştır (58).

Koroner bypass greftler MRA ile nativ damarlara göre daha kolay görüntülenebilir. Greftlerin nativ damarlara göre daha büyük çapta olmaları, daha az kıvrımlı olmaları ve kardiyak ve solunumsal hareketlerden daha az etkilenmeleri MRA ile görüntülenmelerini teknik olarak kolaylaştırır. Buna karşın sternum telleri ve greftlerdeki cerrahi metalik klipler görüntü artefaktlarına yol açabilmektedir.

Yeni görüntüleme sekanslarının kullanıldığı çalışmaların yanında, yavaş konvansiyonel koroner MRA tekniklerinin kullanıldığı yıllar öncesinde yapılmış çalışmalarda dahi bypass greft açıklığının değerlendirilmesinde MRA'nin etkin ve güvenilir olduğu gösterilmiştir (59-62).

Çok-Kesitli (Multislice) Bilgisayarlı Tomografi Anjiyografi (MDBT)

Geçtiğimiz 10 yılda kardiyak görüntüleme önemli gelişmeler yaşanmıştır. MDBT'nin kullanıma girmesiyle, kardiyak anatominin yüksek çözünürlükle görüntülenmesi için kullanılabilecek yeni bir invazif olmayan yöntem ortaya çıkmıştır. Klinik kullanıma girdikleri günden bu yana teknolojiye paralel olarak sürekli yenilenen MDBT cihazları, bugün 1 milimetrenin altında çözünürlüğe, eş zamanlı olarak 128 kesit alabilme kapasitesine ve 50-250 ms arası temporal çözünürlüğe ulaşmıştır.

EBBT gibi spiral olmayan BT cihazları yüksek temporal çözünürlüğe sahip oldukları için, bu cihazlarla EKG-tetikleme metodu kullanılarak yüksek kalp hızlarında bile hareket artefaktlarına yol açmadan kardiyak görüntüleme yapılabilmektedir. Ancak tüm kalbin tek bir nefes tutulması sırasında görüntülenmesi gerektiği için bu teknikle en az 3 mm kalınlığında kesitler alınması gerekmektedir. Sonuçta elde edilen uzaysal çözünürlük kısıtlı olmakta ve ince ve kıvrımlı koroner arterlerin yeterli 3-boyutlu görüntülenmesine imkan vermemektedir.

Gantri dönüş hızının 1 saniyenin altına çekilmesi ve retrospektif EKG-eşliğinde görüntü yapılandırma (rekonstrüksiyon) tekniklerinin geliştirilmesiyle birlikte, görüntü kalitesi daha yüksek olan tek-kesitli spiral BT cihazları kardiyak görüntüleme kullanılmaya başlanmıştır (63). Tek-kesitli BT'de konvansiyonel parsiyel tarama ve rekonstrüksiyon tekniklerinin kullanılması, 0.75 sn'lik gantri dönüş hızının sağladığı 500 msn'lik temporal çözünürlük ve tek kesit elde edilmesinin getirdiği kısıtlılıklar tüm kalbin tek bir nefes tutulması sırasında yüksek uzaysal çözünürlük ile görüntülenmesine engel olmaktadır. Bütün bu zayıf noktalar tek-kesitli spiral BT'nin kardiyak görüntüleme etkin bir şekilde kullanılmasını kısıtlamaktadır.

MDBT cihazları dönen bir X-ışını tüpü tarafından aynı anda çok sayıda dedektör halkasının hedeflenmesi prensibi ile çalışmaktadır. Çok sayıda kesidi eş zamanlı olarak alabilmesi nedeniyle MDBT'nin uzaysal çözünürlüğü yüksektir. Ayrıca bu gelişmiş cihazlarla net görüntü elde edilmesinin bir diğer nedeni de kullanılan ileri görüntü yapılandırma teknikleridir. Günümüzde modern çok kesitli spiral MDBT cihazları ile koroner BT anjiyografide

retrospektif EKG eşliğinde görüntü yapılandırma (rekonstrüksiyon) yöntemi kullanılmaktadır. Retrospektif olarak EKG eşliğinde görüntü yapılandırılabilmesi için, hastada EKG monitorizasyonu ile eş zamanlı olarak üstüste binen sürekli ardışık spiral tomografik görüntülerin alınması gereklidir. Bu yöntemde spiral BT ile elde edilen sürekli görüntüler sistemin gelişmiş görüntü yapılandırma bilgisayarında hastanın EKG'siyle birlikte retrospektif olarak analiz edilir ve her kalp vurusunda RR aralığının önceden tayin edilen belirli bir döneminde alınan veriler kullanılarak görüntüler oluşturulur. Görüntülerin yapılandırılması için genellikle kardiyak siklusta en az hareketin olduğu evre olan diyastol seçilir. Ancak üstüste binen sürekli görüntüler alındığı için kardiyak siklusun her evresinde ve kalbin üç düzlemdeki her tür pozisyonunda görüntü oluşturulması mümkündür. Bu yöntemin getirdiği esneklik, her hastada retrospektif analiz yapılarak kardiyak siklusta göreceli olarak en kaliteli görüntülerin elde edilebildiği evrenin belirlenebilmesi ve görüntülerin bu aralıkta yapılandırılmasına olanak sağlar. Her hastanın bireysel kardiyak özellikleri dikkate alınarak oluşturulan görüntülerin kalitesi çok daha yüksek olmaktadır. Retrospektif EKG-eşliğinde yapılandırma ile özellikle kalp hızı değişken olan hastalarda görüntüler kardiyak siklusun hep aynı döneminde alınabilmekte ve böylece daha yüksek kalitede görüntüler elde edilmektedir.

Standart bir MDBT koroner anjiyografide kullanılan intravenöz kontrast madde miktarı masa hızı ve taranan bölgenin büyüklüğüne göre 60- 120 ml arasında değişmektedir. Kontrast madde bolusu genellikle antekübital ven yoluyla 3-5 ml/sn hızında verilir. İşlem öncesinde hastanın transit zamanını belirlemek için genellikle 10 ml civarında test dozu verilmektedir.

Gantri dönüş hızının kısıtlı olması nedeniyle göreceli olarak düşük olan temporal çözünürlük MDBT koroner anjiyografide çözülmesi gereken en önemli sorundur. Yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunda hastanın kalp hızı ile MDBT görüntü kalitesi arasında ters orantı vardır (64-66) . Kalp hızı yüksek olan hastalarda temporal çözünürlük yetersiz kalmakta ve hareket artefaktları oluşmaktadır. Bu nedenle birçok merkezde hastalara MDBT

öncesi beta bloker verilerek kalp hızının işlem esnasında dakikada 65'in altında tutulması önerilmektedir.

Klinik kullanıma giren ilk çok kesitli spiral tomografi cihazı 1998 yılında piyasaya sürülen 4-kesitli MDBT'dir. Dört sıra dedektör ile eş-zamanlı görüntü alabilen ve gantri dönüş hızı 500 msn olan bu gelişmiş cihazların kullanıma girmesiyle invazif olmayan kardiyak görüntüleme yeni bir dönem başlamıştır. Daha önce kullanılan tek veya 2 kesitli (dedektörlü) cihazlarla kıyaslandığında MDBT'nin performansı ve elde edilen görüntünün kalitesi çok daha yüksektir. Yüksek tarama hızı ve eş-zamanlı olarak dört kesit alabilme kapasitesi sayesinde, 4-kesitli MDBT cihazı ile tüm kardiyak hacim tek bir nefes tutulması sırasında ince kesitler halinde (4x1mm'ye varan) görüntülenebilmektedir. Ayrıca 0.5 sn'lik gantri dönüş hızı ve kullanılan ileri görüntü yapılandırma teknikleri sayesinde elde edilen 250msn'nin üzerindeki temporal çözünürlük, düşük-orta kalp hızlarında hareket artefaktları olmaksızın yeterli kardiyak görüntüleme yapılabilmesine olanak sağlamaktadır (67).

Dört-dedektörlü MDBT, sayılan üstün özellikleri ve yüksek görüntü kalitesi ile invazif olmayan koroner anjiyografide önemli gelişmelere neden olmuştur. Ancak umut vadeden bu yeni teknolojinin de önemli bazı kısıtlılıkları söz konusudur. Dört-kesitli MDBT'nin uzaysal çözünürlüğü nispeten yüksek de olsa, ileri derecede kalsifiye koroner arterler ve stentlerin görüntülenmesi için tam olarak yeterli değildir ve oluşan artefaktlar net değerlendirme yapılmasına engel olmaktadır. Kalp hızı yüksek olan hastalarda ise cihazın temporal çözünürlüğü yetersiz kalmakta ve uygulanan ileri rekonstrüksiyon tekniklerine rağmen bazı hastalarda tanısal görüntü elde edilmesi mümkün olmamaktadır. Tüm kalbin tek seferde taraması için hastanın yaklaşık 40 saniye boyunca nefesini tutmasının gerekmesi özellikle uyumu düşük olan yaşlı hastalarda solunum artefaktlarına ve görüntü kalitesinin bozulmasına neden olabilmektedir.

Dört kesitli MDBT'nin zayıf yönlerini geliştirme ve kardiyak görüntüleme MDBT'nin başarısını artırmaya yönelik çabalar, gantri dönüş süresini kısaltmak ve eş zamanlı olarak alınan kesit sayısını artırmak üzerine

yoğunlaşmıştır. Bu çabalar sonucunda 8, 16, 32, 40 ve son olarak da 64 ve 128 kesitli MDBT cihazları piyasaya sürülmüştür.

2001 yılında kullanıma giren 16-kesitli MDBT cihazları 0.5 saniyenin altındaki gantri dönüş zamanı ve aynı anda 16 kesit alma kapasitesi ile invazif olmayan koroner anjiyografi yöntemleri arasında önemli bir yere sahiptir. 16-kesitli sistemlerin 4-kesitli sistemlere kıyasla daha ince kesit alabilmeleri nedeniyle uzaysal çözünürlükleri yüksektir. Ayrıca yüksek gantri dönüş hızı sayesinde temporal çözünürlükleri daha yüksek ve işlem süresi de daha kısadır. Bu nedenle kullanılan kontrast madde miktarı daha düşüktür ve hastanın nefesini tutması gereken süre daha kısadır. Tüm bu gelişmiş özellikler 16- kesitli MDBT ile elde edilen görüntülerin kalitesinin yüksek olmasına neden olmaktadır.

İlk kez kullanıma girdiği günden beri birçok araştırmacı tarafından MDBT koroner anjiyografinin nativ koroner arterleri görüntülemeindeki başarısını inceleyen çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda 4, 8,16 ve son olarak da 64 kesitli MDBT cihazları kullanılmıştır. Farklı çalışmalarda farklı hasta grupları ve görüntüleme algoritmalarının kullanılması nedeniyle veriler bütünüyle birbiriyle kıyaslanabilir olmasa da sonuç olarak MDBT anjiyografinin nativ koroner arterleri görüntülemede oldukça başarılı olduğu söylenebilir. Dört ve 16-kesitli MDBT ile yapılan çalışmaların geneline bakıldığında önemli darlıkları belirlemede MDBT'nin spesifisite ve sensitivitesinin %71-100 ve %37-98 arasında değiştiği görülmektedir (68-85) (Bkz. Tablo 2.2 ve 2.3) .

Tablo 2.2: Koroner darlıkların belirlenmesinde 4-kesitli MDBT ve invazif koroner anjiyografiyi karşılaştıran bazı çalışmaların sonuçları

Çalışma	Hasta sayısı	Sensitivite* (%)	Spesifisite* (%)	Değerlendirme Dışı (%)
Nieman (68)	31	81	97	27
Achenbach (69)	64	91	84	32
Knez (70)	42	78	98	6
Herzog (71)	42	72	92	-
Kopp (72)	102	86	96	18
Becker (73)	28	78	71	11
Nieman (74)	53	82	93	30
Gerber (75)	135	82	96	-
Herzog (76)	38	72,2	100	-
Kuettner (77)	66	37	99	43

* Değerlendirilebilen segmentlerde

Tablo 2.3: Koroner darlıkların belirlenmesinde 16-kesitli MDBT ve invazif koroner anjiyografiyi karşılaştıran bazı çalışmaların sonuçları

Çalışma	Hasta sayısı	Sensitivite* (%)	Spesifisite* (%)	Değerlendirme Dışı (%)
Nieman (78)	59	95	86	0
Ropers(79)	77	92	93	12
Martuscelli (80)	64	89	98	16
Kuettner (81)	60	98	98	20,7
Mollet (82)	128	92	95	7
Mollet (83)	51	95	87	-
Kuettner (84)	72	82	98	6,6
Kuettner (85)	62	-	-	8

* Değerlendirilebilen segmentlerde

Yakın dönemde yayımlanan 64-kesitli MDBT'nin kullanıldığı 70 hastalık bir çalışmada, BT anjiyografinin önemli koroner darlıkları %86 spesifisite ve %95 sensitivite ile gösterdiği bildirilmektedir (86). Aynı çalışmada koroner arter segmentlerinin %12'si artefaktlar nedeniyle değerlendirilememiştir. Araştırmacılar çok sayıda koroner segmentin düşük görüntü kalitesi nedeniyle değerlendirme dışı bırakılmasını hastaların %50'sindeki obezite ve önemli kısmındaki kalp hızı ve koroner kalsifikasyon skoru yüksekliği ile açıklamaktadır.

Çalışmalardan elde edilen veriler ışığında çok-kesitli bilgisayarlı tomografi ile yapılan invazif olmayan koroner anjiyografinin önemli koroner darlıkları göstermede başarılı olduğu söylenebilir. Ancak ileri teknoloji ürünü olan bu gelişmiş cihazların tanınabilirliği henüz istenilen düzeye ulaşabilmiş değildir. Görüntü kalitesini artırmak için kesit sayısını artırma stratejisinin nereye kadar sürdürülebileceği tartışma konusudur. Halen en gelişmiş modeller olan 16 ve 64 kesitli MDBT cihazlarının da bazı zayıf yönleri vardır. Hareket ve kalsifikasyon artefaktları nedeniyle değerlendirme dışı bırakılan koroner segment oranının bazı serilerde %30-40'lara ulaşması dikkat edilmesi gereken önemli bir kısıtlılıktır. Özellikle teknolojisi eski olan 4-kesitli cihazlarda değerlendirilemeyen koroner segment oranı daha yüksektir. Ancak 64-kesitli cihazlar kullanılsa bile tüm koroner segmentlerin başarıyla gösterilmesi mümkün olmamaktadır(86). Ayrıca işlem esnasında hastanın kalp hızının belirli değerlerin altında olması koşuluyla istenen kalitede görüntü elde edilebileceği unutulmamalıdır. MDBT koroner anjiyografi ile ilgili yayınlarda yeterli görüntü kalitesine ulaşabilmek için kalp hızının 60-65/dakikanın altında olması gerektiği konusunda görüş birliği vardır. Bu amaçla işlem öncesi oral beta bloker kullanılması önerilmektedir. Ancak eşlik eden hastalıklar nedeniyle beta bloker verilemeyen, ilaca cevabı düşük, taşikardik veya önemli aritmisi olan hastalarda elde edilen düşük görüntü kalitesi, üstesinden gelinmesi zor ve MDBT anjiyografinin etkinliğini azaltan ciddi bir sorundur. Koroner arterlerin inceliği yanında MDBT'de görüntü kalitesini etkileyen bir diğer önemli faktör de koroner kalsifikasyonlardır. 'Parlama' ('blooming') artefaktları nedeniyle ileri derecede kalsifik damarlar MDBT anjiyografi ile net

olarak görüntülenememektedir. Bu nedenle koroner kalsiyum skoru (Agatston skoru) 800'ün üzerinde olan hastalarda MDBT anjiyografinin tanısai değeri oldukça düşüktür. (87). Aynı şekilde, koroner stenti olan hastalarda da parlama artefaktları görüntü kalitesini bozmakta ve MDBT koroner anjiyografinin etkinliğini azaltmaktadır (88,89).

Radyasyonla Karşı Karşıya Kalma

Farklı görüntüleme yöntemleri kıyaslanırken göz önüne alınması gereken önemli bir nokta da hasta ve tıbbi personelin işlem sırasında karşı karşıya kaldığı radyasyon miktarıdır. Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi ve bilgisayarlı tomografi anjiyografi iyonize radyasyon kullanılan görüntüleme teknikleridir. Manyetik rezonans anjiyografi, hasta ve hekimi radyasyonla karşı karşıya bırakmaması ile diğer iki görüntüleme yöntemi arasında bu açıdan öne çıkmaktadır.

Prospektif EKG tetikleme tekniğinin kullanıldığı EBBT'de hasta kardiyak siklusun sadece önceden tayin edilen belirli bir döneminde X-ışınlarına maruz kalır ve görüntü oluşturulması için gereken minimum veri toplanır. MDBT'de ise retrospektif EKG eşliğinde görüntü yapılandırma tekniği kullanıldığı için hasta işlem boyunca sürekli radyasyon alır ve üstüste binen ardışık tomografik görüntüler elde edilir. Retrospektif yapılandırma için yalnız belirli aralıktaki görüntüler kullanıldığı için gereksiz birçok kesit alınmış olur ve hasta yüksek dozda radyasyonla karşı karşıya kalır. Sonuçta teknik nedenlerle MDBT ile alınan radyasyon dozu EBBT'ye göre daha yüksektir.

ACCF/AHA Kardiyak BT ve MR Klinik Yeterlilik Raporunda değişik kardiyak görüntüleme teknikleri ile alınan efektif radyasyon dozları belirtilmiştir (90). EBBT ile kalsiyum taramasında genellikle 0.5-0.7 milliSievert (mSv) arasında doz alınır. EBBT koroner anjiyografide alınan efektif doz ise 1.5-2.0 mSv civarındadır. 16-kesitli MDBT koroner anjiyografi ile alınan radyasyon dozu erkeklerde 10.9, kadınlarda ise 13.0 mSv'a kadar çıkabilmektedir. Rutin konvansiyonel koroner anjiyografide alınan doz operatörün becerisine ve hastanın özelliklerine göre değişmekle birlikte erkek ve kadın hastalarda sırasıyla 2.1 ve 2.5 mSv arasındadır. Görüldüğü gibi MDBT anjiyografi ile

alınan radyasyon dozu diğer yöntemlere göre oldukça yüksektir. Bu nedenle MDBT'de kullanılan radyasyon dozunu azaltmaya yönelik çeşitli görüntü yapılandırma teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerle MDBT koroner anjiyografide radyasyon dozunun %30-50 oranında azaltılması mümkündür (84).



HASTALAR VE YÖNTEM

Çalışmaya klinik endikasyonlarla çok-kesitli bilgisayarlı tomografi anjiyografi ve konvansiyonel invazif koroner anjiyografi yapılan koroner arter bypass greftli 58 hasta (52 erkek, 6 kadın; ortalama yaş: 61 ± 9.1) alınmıştır. Hastalarda tipik veya atipik göğüs ağrısı gibi semptomlar ve EKG değişikliği, egzersiz treadmill testi ya da miyokard perfüzyon sintigrafisi sonuçları gibi klinik parametreler değerlendirilerek MDBT anjiyografi ve invazif koroner anjiyografi yapılması gerekli görülmüştür. MDBT ve invazif koroner anjiyografi tetkikleri arasında geçen süre ortanca (median) 10 gündür (ortanca:10 gün, 1-32 gün arası). İki işlem arasındaki dönemde hiçbir hastada yeni iskemik semptom gelişmemiş ve hastaneye yatış, kalp yetmezliğinde kötüleşme, miyokard infarktüsü, kararsız anjina pectoris gibi ters bir olay meydana gelmemiştir. Çalışmaya sadece sinüs ritmindeki ve klinik durumu stabil olan hastalar dahil edilmiştir. Sık ekstrasistoller veya atriyal fibrilasyonu, böbrek fonksiyon bozukluğu (kreatinin düzeyi >2.0 mg/dl), iyotlu kontrast maddelere karşı allerjik reaksiyon öyküsü, ciddi kalp yetmezliği (New York Heart Association Klas III-IV) ve kararsız anjina pectorisi olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. Araştırma protokolü H.Ü. Tıp Fakültesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu tarafından HEK 05/37-32 no'lu karar ile onaylanmıştır.

Çok-Kesitli Bilgisayarlı Tomografi (MDBT) Anjiyografi

MDBT anjiyografi incelemeleri 16-kesitli MDBT cihazı (Sensation 16, Siemens Inc, Erlangen, Germany) kullanılarak yapılmıştır. Hastalardan ilk olarak görüntülenecek bölgenin belirlenmesi amacıyla sırtüstü pozisyonda üst mediyastenden kalbin inferiyor sınırına kadar olan bölgeyi içeren anteroposteriyor kontrastsız planlama görüntüsü (120 kV, 50 mAs) alınmıştır. Daha sonra bu görüntüler kullanılarak her hasta için midklaviküler bölgeden kardiyak apekse kadar uzanan tarama aralığı planlanmıştır (ortalama 18.3 cm, 15.8-21 cm arası). Asendan aorta düzeyinden kontrastsız aksiyel düzlemde alınan tek görüntü üzerinde asendan aortanın lokalizasyonu belirlenmiş ve asendan aorta içerisinde olacak şekilde ROI (region of interest)

kontrast geliş zamanının ve işleme başlama zamanının belirlenmesi amacıyla yerleştirilmiştir. Hastaların tümünde antekübital vene yerleştirilen 20-gauge kateter yoluyla 120 ml non-iyonik, düşük osmolariteli iyotlu kontrast madde (Iopamiro 300 mg/ml, Bracco, Milano, Italy) tek seferde, otomatik bir enjektör (Medrad Envision CT, Pittsburg, PA) kullanılarak 4ml/sn hızında enjekte edilmiştir. Kontrastın IV yolla verilmeye başlanmasından 10 sn sonra asendan aortanın daha önce belirlenen ve ROI yerleştirilen düzeyinden 1/sn hızında görüntüler alınmış ve asendan aorta içerisindeki dansite 100 HU'ya ulaştığında masa hareketi ve hastanın nefes tutabilmesi için 4 sn zaman bırakılıp tetkik otomatik olarak başlatılmıştır. Görüntüler "retrospektif EKG" ve "half scan" teknikleri ile elde olunmuştur. Parametreler kolimasyon 12x0.75mm, gantri dönüş zamanı 420 msn, efektif mAs 500, 120kV, feed/rotation 3,4mm olarak kullanılmıştır. Görüntüler tek seferde hastanın inspirasyonda nefesini tutması sırasında elde edilmiştir.

Görüntülerin Değerlendirilmesi

Hastaların tümü için EKG'nin %40, %50, %60 ve %70 fazlarında alınan görüntüleri içeren rekonstrüksiyon aksiyel seriler hazırlanmıştır. Her nativ arter ve greft için en az hareket artefaktı içeren reformat fazı değerlendirmede kullanılmıştır. Görüntüler Leonardo® çalışma istasyonu (Siemens Inc, Erlangen, Germany) kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen görüntüler koroner anjiyografi sonuçlarından habersiz, koroner BT anjiyografide deneyimli iki radyolog tarafından aynı anda değerlendirilmiş ve ortak sonuca varılamayan hastalar üçüncü radyologa danışılmıştır. Değerlendirmede aksiyel görüntüler ve aksiyel görüntülerden çalışma istasyonunda değerlendiren radyologlar tarafından hazırlanan maximum-intensity projection (MIP), multiplanar reformat (MPR), curved MPR ve volume rendering reformat görüntüleri kullanılmıştır.

Verilerin Analizi

MDBT anjiyografi görüntüleri öncelikle arteriyel veya venöz greftlerin görsel olarak değerlendirilebilirliği açısından incelenmiştir. Buna göre greftler değerlendirilebilen veya değerlendirilemeyen greftler şeklinde ikiye ayrılmıştır. Değerlendirilebilen greftler ise açıklık bakımından incelenmiş ve tıkalı veya açık olarak sınıflandırılmıştır. Açık greftler %50'den fazla çap azalmasına neden olan önemli darlık varlığı açısından daha ileri değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Sonuç olarak değerlendirilebilen greftlerden tıkalı ve açık olanlar ve açık greftlerdeki önemli darlıklar belirlenmiştir.

Ayrıca BT anjiyografi görüntülerinde açık olan arteriyel ve venöz greftlerde proksimal ve distal anastomoz bölgelerinin değerlendirilebilirliği ve bu bölgelerdeki olası önemli darlıklar da incelenmiş ve değerlendirilebilen anastomozların oranı yüzde olarak verilmiştir.

Konvansiyonel İnvazif Koroner Anjiyografi

Konvansiyonel koroner anjiyografi Siemens Coroscop ve Bior cihazları (Siemens Medical Systems, Muenchen, Germany) kullanılarak yapılmıştır. Klasik seldinger yöntemi ile sağ femoral arter yoluyla girilerek Judkins sol ve sağ kateterler ile nativ damarların ve bypass greftlerin selektif anjiyografisi gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalarda sol arteria mammaria interna (LIMA) greftleri selektif olarak gösterilmiştir. Operasyon notundan elde edilen bilgiye göre kullanıldığı bilinen bir ya da daha fazla safen ven grefti selektif olarak gösterilemeyen hastalarda sol oblik pozisyonda asendan aortografi yapılarak greftlerin non-selektif olarak gösterilmesine çalışılmıştır. Aortografide görülmeyen greftler tıkalı kabul edilmiştir. Anjiyogramlar iki kardiyolog tarafından aynı anda değerlendirilmiş, kararlar görüş birliği ile verilmiştir. Anjiyogramlarda %50'nin üzerinde luminal çap azalmasına yol açan darlıklar önemli kabul edilmiştir.

İstatistiki Analiz

İstatistiki analiz, konvansiyonel invazif koroner anjiyografi sonuçları referans alınarak yapılmıştır. MDBT'nin tanısal etkinliğini belirlemek amacıyla sensitivite, spesifisite, pozitif prediktif değer, negatif prediktif değer ve tanısal doğruluk (accuracy) değerleri aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır:

Gerçek Pozitif: MDBT'de tıkalı bulunan greftin invazif anjiyografide de tıkalı olduğunun görülmesi

Yanlış Pozitif: MDBT'de tıkalı olarak değerlendirilen greftin invazif anjiyografide açık bulunması

Gerçek Negatif: MDBT'de açık olan greftin invazif anjiyografide de açık bulunması

Yanlış Negatif: MDBT'de açık olduğu görülen greftin invazif anjiyografide tıkalı bulunması

Sensitivite= gerçek pozitif/(gerçek pozitif + yanlış negatif)

Spesifisite= gerçek negatif/(gerçek negatif + yanlış pozitif)

Pozitif prediktif değer (PPD)= gerçek pozitif/(gerçek pozitif + yanlış pozitif)

Negatif prediktif değer (NPD)= gerçek negatif/(gerçek negatif + yanlış negatif)

Tanısal Doğruluk= (gerçek pozitif +gerçek negatif)/toplam greft sayısı

BULGULAR

Çalışmaya alınan hastaların dosya kayıtları ve ameliyat raporları incelendiğinde 58 hastada (52 erkek, 6 kadın; ortalama yaş: 61 ± 9.1) operasyon sırasında toplam 153 greft kullanıldığı öğrenilmiştir. KABG operasyonu ile MDBT anjiyografi arasındaki süre ortanca (median) 6 yıldır (ortanca: 6 yıl, 1-17 yıl arası). Çalışmamızda MDBT anjiyografi ve konvansiyonel invazif anjiyografi ile değerlendirilen toplam 153 greftin 97'si venöz, 56'sı ise arteriyel grefttir. Venöz greftler distal anastomozların yapıldığı koroner arterlere göre sınıflandırıldığında; distal uçlarında 9 greftin sol ön inen arter (LAD), 40 greftin sol sirkumfleks arter veya obtuse marjinal (OM) arter, 18 greftin diagonal arter (Dia) ve 30 greftin sağ koroner artere (RCA) bağlandığı görülmektedir. Çalışmamızda değerlendirilen 56 arteriyel greftin 49 tanesi sol arteria mammaria interna (LIMA), 6 tanesi radyal arter ve 1 tanesi de sağ arteria mammaria interna (RIMA) greftidir. Kırkdokuz LIMA greftinin 47'si sol ön inen artere, 1'i diagonal artere ve 1'i de obtuse marjinal artere anastomoz edilmiştir. Tüm radyal arter greftlerinin obtuse marjinal artere, RIMA greftinin ise sağ koroner artere bağlandığı görülmektedir. Çalışmada değerlendirilen greftlerin tipleri ve bağlandıkları koroner damarlara göre dağılımı Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Değerlendirilen safen ven greftlerinin bağlandıkları koroner arterlere göre dağılımı

Greft tipleri	Greft Sayısı
Aorta-LAD	9
Aorta-OM	40
Aorta-Dia	18
Aorta-RCA	30
Toplam	97

Tablo 4.2: Değerlendirilen arteriyel greftlerin tipleri ve bağlandıkları koroner arterlere göre dağılımı

Greft Tipleri	Greft Sayısı
LİMA-LAD	47
LİMA-Dia	1
LİMA-OM	1
Radiyal-OM	6
RİMA-RCA	1
Toplam LİMA	49
Toplam Arteriyel	56

İnvazif Koroner Anjiyografi Sonuçları

Konvansiyonel invazif koroner anjiyografi sonuçlarına bakıldığında değerlendirilen toplam 153 venöz ve arteriyel greftten 57'sinin (%37.25) tıkalı olduğu görülmektedir. Venöz greftlerdeki tıkanıklık oranı daha yüksek bulunmuştur. Değerlendirilen 97 venöz greftin 50 tanesi (%52.5) tıkalıdır. Arteriyel greftlerdeki açıklık oranı venöz greftlere kıyasla daha iyidir; değerlendirilen 56 arteriyel greftten yalnızca 7 tanesi (%12.5) tıkalı bulunmuştur. Safen ven greftleri bağlandıkları koroner arterlere göre sınıflandırıldığında tıkanıklık oranlarının benzer olduğu görülmektedir. İnvazif anjiyografi sonucunda, 5 aorta-LAD (5/9, %55), 21 aorta-OM (21/40, %52.5), 7 aorta-Dia (7/18, %38.8) ve 17 aorta-RCA (17/30, %56.6) safen ven greftinin tıkalı olduğu gösterilmiştir. Değerlendirilen 49 LİMA greftinden 4'ü (4/49, %8.16) tıkalı bulunmuştur. Tıkalı LİMA greftlerinin tümü sol ön inen artere bağlanan greftlerdir. Diagonal arter ve obtuse marjinal artere bağlanan 2 LİMA greftinin açık olduğu görülmüştür. Tamamı obtuse marjinal artere bağlanmış olan 6 radiyal arter greftinden 3'ü (3/6, %50) invazif anjiyografide tıkalı çıkmıştır. Değerlendirilen greftler içindeki tek RİMA grefti olan ve sağ koroner artere bağlanan RİMA-RCA grefti açık bulunmuştur.

Açık bulunan greftler önemli darlık açısından incelendiğinde, açık olan 3 safen greftinde (3/47, %6.4) ve 1 (1/45, %2.2) LİMA greftinde önemli darlık saptanmıştır. Üç safen ven greft lezyonundan ikisi greftin kendisinde , diğeri ise distal anastomoz bölgesindedir. Bir LİMA greftinde görülen önemli lezyon ise greftin sol ön inen artere bağlandığı distal anastomoz bölgesinde lokalizedir. Diğer açık greftlerde önemli lezyon (>%50 çap azalmasına yol açan) izlenmemiştir. Ancak aterosklerotik plaklar ve kritik olmayan darlıklar görülmektedir. İnvazif koroner anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin greft tiplerine göre dağılımı Tablo 4.3 'de verilmiştir.

Tablo 4.3: İnvazif anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin tiplerine ve bağlandığı koroner arterlere göre dağılımı

Bypass greft tipi	Tıkalı Greft Oranı (%)
Aorta-LAD safen	5/9 (%55)
Aorta-OM safen	21/40 (%52.5)
Aorta-Dia safen	7/18 (%38.8)
Aorta-RCA safen	17/30 (%56.6)
LİMA-LAD	4/47 (%8.51)
LİMA-Dia	0/1(%0.00)
LİMA-OM	0/1(%0.00)
Toplam LİMA	4/49 (%8.16)
Radiyal-OM	3/6(%50)
RİMA-RCA	0/1(%0.00)
Toplam Venöz Greft	50/97 (%52.5)
Toplam Arteriyel Greft	7/56 (%12.5)
Tüm greftler	57/153 (%37.25)

MDBT Koroner Anjiyografi Sonuçları

Çalışmaya alınan 58 hastanın tamamında MDBT anjiyografi komplikasyonsuz bir şekilde başarıyla tamamlanmıştır. Hastaların MDBT incelemesine başlandığı andaki kalp hızı dakikada ortalama 63.4 ± 6.2 olarak kaydedilmiştir. Çalışmaya alınan 58 hastanın 32'si (%55.17) önceden beta bloker tedavisi altında olan hastalardır. Başlangıç kalp hızı 70/dakikanın üzerinde olan 36 hastaya (%62.06) işlem öncesi 20 mg propranolol P.O verilmiştir.

MDBT koroner anjiyografide incelenen 153 greftten 3'ünde (3/153, %2) optimal değerlendirme yapılamamıştır. Geri kalan 150 greftte (%98) görüntü kalitesi yeterli bulunmuş ve optimal değerlendirme yapılabilmektedir. Optimal değerlendirme yapılamayan üç greftten ikisi LİMA-LAD, diğeri ise radyal-OM arteriyel greftlerdir. Bu üç greftte yeterli değerlendirme yapılamamasının nedeni görüntü kalitesini bozan yoğun cerrahi klip ve hareket artefaktlarıdır. Safen ven greftlerinin tamamı değerlendirilebilmiştir. Buna göre değerlendirilebilme oranı safen greftlerde %100 (97/97), arteriyel greftlerde %94.6 (53/56) olarak bulunmuştur. Arteriyel greft alt gruplarına bakıldığında; LİMA greftlerinden %95.9'u (47/49) ve radyal arter greftlerinden %83.3'ünde (5/6) yeterli görüntü kalitesi elde edilebildiği görülmektedir.

MDBT koroner anjiyografi ile değerlendirilebilen toplam 150 venöz ve arteriyel greftin 50 tanesi (%33.3) tıkalı bulunmuştur. Görüntülenen safen ven greftlerinde tıkanıklık oranı %48.45 (47/97)'dir. MDBT anjiyografide optimal değerlendirme yapılabilen 53 arteriyel greftten 3'ü (3/53, %5.66) tıkalıdır. Safen ven greft altgruplarına bakıldığında; MDBT anjiyografide aorta-LAD, aorta-OM, aorta-diagonal ve aorta-RCA greftlerin tıkalı olma oranları sırasıyla 3/9 (%33.3), 20/40 (%50), 7/18 (%38.88) ve 17/30 (%56.66) olarak rapor edilmiştir. BT anjiyografi ile değerlendirilebilen 47 LİMA greftinden sadece 1 tanesi (1/47, %2.12) tıkalı bulunmuştur. Görüntülenebilen 5 radyal arter greftinden 2 tanesi (2/5, %40) BT anjiyografide tıkalıdır. Çalışmadaki tek RİMA grefti MDBT anjiyografide açık bulunmuştur. MDBT koroner anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin tiplerine ve bağlandıkları koroner arterlere göre dağılımı Tablo 4.4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4: MDBT koroner anjiyografi sonucunda tıkalı bulunan greftlerin tiplerine ve bağlandığı koroner arterlere göre dağılımı (Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçları)

Bypass greft tipi	Tıkalı Greft Oranı (%)
Aorta-LAD safen	3/9 (%33.3)
Aorta-OM safen	20/40 (%50.)
Aorta-Dia safen	7/18 (%38.8)
Aorta-RCA safen	17/30 (%56.6)
LİMA-LAD	1/45 (%2.22)
LİMA-Dia	0/1(%0.00)
LİMA-OM	0/1(%0.00)
Toplam LİMA	1/47 (%2.12)
Radiyal-OM	2/5(%40)
RİMA-RCA	0/1(%0.00)
Toplam Venöz Greft	47/97 (%48.45)
Toplam Arteriyel Greft	3/53 (%5.66)
Tüm greftler	50/150 (%33.33)

MDBT ve İnvazif Koroner Anjiyografi Sonuçlarının Karşılaştırmalı Analizi

İnvazif koroner anjiyografi referans alınarak yapılan analizde toplamda MDBT anjiyografi ile 140 greftin açıklık veya tıkanıklığının doğru olarak saptandığı görülmektedir. Buna göre MDBT anjiyografinin tanısal doğruluğu %91.5'tir (140/153). Arteriyel ve venöz greftler ayrı ayrı incelendiğinde, MDBT anjiyografinin tanısal doğruluğu sırasıyla %92.8 (52/56) ve %90.72 (88/97) olarak bulunmuştur. Çalışmaya alınan toplam 153 venöz ve arteriyel greftin MDBT ve invazif koroner anjiyografi sonuçlarının karşılaştırmalı analiziyle elde edilen veriler Tablo 4.5'de özetlenmiştir.

Tablo 4.5: MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması

Greft tipleri	Greft sayısı	Gerçek (+)	Gerçek (-)	Yanlış (+)	Yanlış (-)	Değer. dışı	Tanısal Doğruluk (%)
Safen Ven Greft	97	44	44	3	6		88/97 (%90.72)
Arteriyel Greft	56	3	49	-	1	3	52/56 (%92.85)
Toplam	153	47	93	3	7	3	140/153 (%91.5)

Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçları analiz edildiğinde MDBT koroner anjiyografinin greft tıkanıklığını göstermede sensitivitesi %87.04 (47/54), spesifisitesi %96.88 (93/96), pozitif prediktif değeri %94 (47/50) ve negatif prediktif değeri %93 (93/100) olarak bulunmuştur (Bkz tablo 4.6).

Tablo 4.6: MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması (Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçları)

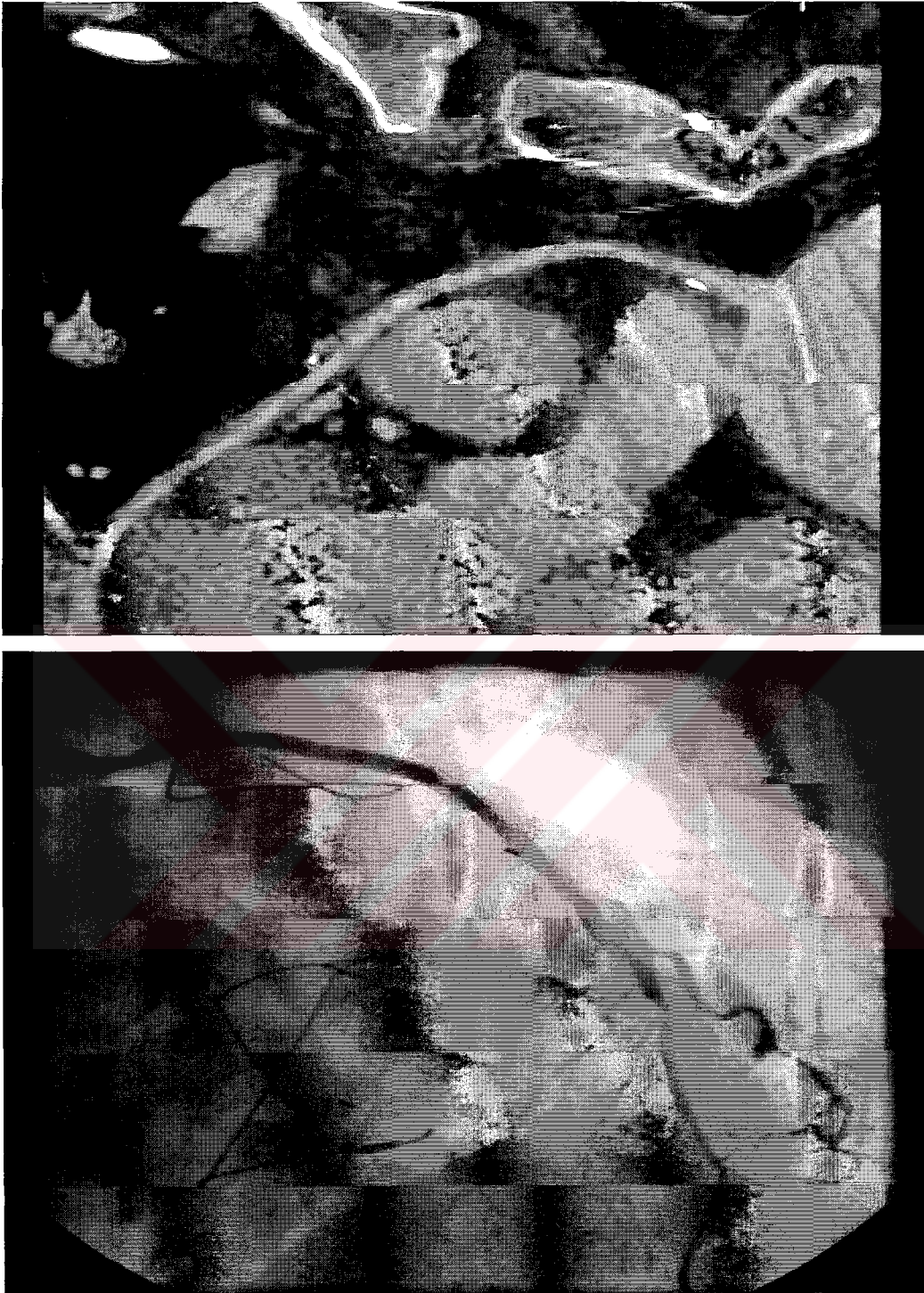
Greft tipleri	Greft sayısı	Sensitivite	Spesifisite	PPD	NPD
Safen Ven Greftleri	97	%88 (44/50)	%93.61 (44/47)	%93.61 (44/47)	%88 (44/50)
Arteriyel Greftler	53	%75 (3/4)	%100 (49/49)	%100 (3/3)	%98 (49/50)
Toplam	150	%87.04 (47/54)	%96.88 (93/96)	%94 (47/50)	%93 (93/100)

Safen Ven Greftlerinin MDBT Anjiyografi Sonuçları

Venöz greftlerin tümüne bakıldığında, MDBT anjiyografide tıkalı olduğu görülen 50 greftten 44 tanesinin tıkanıklığı invazif koroner anjiyografide doğrulanmıştır . MDBT anjiyografide tıkalı olarak değerlendirilen 3 greftin invazif anjiyografide açık olduğu ve MDBT'de açık görülen 6 greftin ise invazif anjiyografide tıkalı olduğu görülmüştür. Venöz greftler bağlandıkları koroner arterlere göre sınıflandırılarak MDBT anjiyografinin başarısı ayrı ayrı analiz edilmiştir. Safen ven greft tiplerine göre MDBT ile elde edilen gerçek pozitif, gerçek negatif, yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar ile tanısal doğruluk değerleri tablo 4.7'de gösterilmiştir. Şekil 4.1'de MDBT anjiyografide açık olarak değerlendirilen ve açıklığı invazif anjiyografi ile doğrulanan bir aorta-LAD safen ven greftinin multiplanar MDBT anjiyografik ve invazif anjiyografik görüntüleri izlenmektedir.

Tablo 4.7: Safen ven greftlerinde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması

Greft tipleri	Greft sayısı	Gerçek (+)	Gerçek (-)	Yanlış (+)	Yanlış (-)	Tanısal Doğruluk (%)
Ao-LAD	9	3	4	-	2	7/9 (%77.77)
Ao-OM	40	19	18	1	2	37/40 (%92.50)
Ao-Dia	18	6	10	1	1	16/18(%88.88)
Ao-RCA	30	16	12	1	1	28/30(%93.33)
Toplam Venöz Greft	97	44	44	3	6	88/97 (%90.72)



Şekil 4.1. Aorta-LAD Safen ven grefti. Üstte: Açık Ao-LAD safen ven greftinin multiplanar reformat MBDT anjiyografik görüntüsü. Altta: Aynı greftin invazif anjiyografide sağ anterior oblik projeksiyonda görüntüsü.

Elde edilen verilerin analizi sonucunda venöz greftlerde tıkanıklığın belirlenmesinde MDBT koroner anjiyografinin sensitivitesi %88 (44/50), spesifisitesi %93.6 (44/47), pozitif prediktif değeri (PPD) %93.6 (44/47) ve negatif prediktif değeri (NPD) %88 (44/50) olarak bulunmuştur. Venöz greftlerin altgruplarına göre sensitivite, spesifisite, PPD, NPD ve genel tanısal doğruluk değerleri tablo 4.8'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 4.8: Safen ven greftlerinde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması

Greft tipleri	Greft sayısı	Sensitivite	Spesifisite	PPD	NPD	Tanısal Doğruluk
Ao-LAD	9	%60 (3/5)	%100 (4/4)	%100 (3/3)	%66.66 (4/6)	%77.77 (7/9)
Ao-OM	40	%90.47 (19/21)	%94.73 (18/19)	%95 (19/20)	%90 (18/20)	%92.50 (37/40)
Ao-Dia	18	%85.71 (6/7)	%90.90 (10/11)	%85.71 (6/7)	%90.90 (10/11)	%88.88 (16/18)
Ao-RCA	30	%94.11 (16/17)	%92.30 (12/13)	%94.11 (16/17)	%92.30 (12/13)	%93.33 (28/30)
Toplam	97	%88 (44/50)	%93.61 (44/47)	%93.61 (44/47)	%88 (44/50)	%90.72 (88/97)

Arteriyel Greftlerin MDBT Anjiyografi Sonuçları

MDBT anjiyografi ile değerlendirilebilen 53 arteriyel greftin sonuçlarına bakıldığında; MDBT anjiyografide açık olarak izlenen 45 LİMA greftinin tamamının invazif koroner anjiyografide de açık olduğu görülmektedir. LİMA greftleri arasında tıkanıklık açısından yanlış pozitif değerlendirilen damar yoktur. Buna karşın MDBT anjiyografide açık olduğu görülen LİMA greftlerinden biri invazif anjiyografide tıkalı çıkmıştır. İnvazif anjiyografide tıkalı görülen bir LİMA greftinde MDBT anjiyografi ile doğru tanı konulabilmiştir.

MDBT anjiyografide değerlendirilebilen 5 radyal arter greftinden ikisi tıkalı bulunmuş ve bu sonuçlar invazif anjiyografide doğrulanmıştır. MDBT anjiyografi ile radyal arterlerin değerlendirilmesinde yanlış pozitif veya yanlış negatif sonuç alınmamıştır. Çalışma kapsamında değerlendirilen tek RİMA grefti MDBT anjiyografide açık bulunmuştur, bu da invazif anjiyografi sonucu ile uyumludur. Arteriyel greftlerin değerlendirilmesinde MDBT anjiyografinin sonuçları Tablo 4.9'da gösterilmiştir

Tablo 4.9: Arteriyel greftlerde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması

Greft tipleri	Greft sayısı	Gerçek (+)	Gerçek (-)	Yanlış (+)	Yanlış (-)	Değer. dışı	Tanısal Doğruluk
LİMA-LAD	47	1	43	-	1	2	44/47 (%93.61)
LİMA-Dia	1	-	1	-	-	-	1/1 (%100)
LİMA-OM	1	-	1	-	-	-	1/1 (%100)
Radyal-OM	6	2	3	-	-	1	5/6 (%83.33)
RİMA-RCA	1	-	1	-	-	-	1/1 (%100)
Toplam LİMA	49	1	45	-	1	2	46/49 (%93.87)
Toplam Arteriyel	56	3	49	-	1	3	52/56 (%92.85)

MDBT anjiyografi sonucunda elde edilen veriler invazif koroner anjiyografi ile karşılaştırmalı olarak analiz edildiğinde, arteriyel greftlerde tıkanıklığın belirlenmesinde MDBT anjiyografinin sensitivitesinin %75 (3/4), spesifitesinin %100 (49/49), pozitif prediktif değerinin %100 (3/3) ve negatif prediktif değerinin %98 (49/50) olduğu görülmektedir (Değerlendirilebilen greftlerin sonuçları, bkz Tablo 4.10).

Toplamda 3 arteriyel greftin (2 LİMA-LAD, 1 Radyal-OM) MDBT anjiyografik incelemesinde hareket ve özellikle yoğun cerrahi klip artefaktları nedeniyle optimal görüntü elde edilememiş ve bu greftler değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu üç greftin BT anjiyografik değerlendirilmesinde her üç greftte de belirli bir seviyeden sonra kontrast doluşu izlenmemiş ve bu bulgu

greftlerin tıkalı olabileceği şeklinde yorumlanmış, ancak görüntü kalitesinin yetersiz olması nedeniyle kesin sonuç verilememiştir. MDBT anjiyografide optimal değerlendirilemeyen, ancak muhtemelen tıkalı olduğu düşünülen bu üç arteriyel greftin gerçekte tıkalı olduğu invazif anjiyografide gösterilmiştir. Değerlendirme dışı bırakılan greftlerde MDBT anjiyografi ile doğru tanı konulduğu (tıkalı) kabul edilirse; MDBT anjiyografinin arteriyel greftlerdeki tıkanıklığı belirleme sensitivitesi %75'ten (3/4) %85.71'e (6/7) çıkmaktadır. Aynı şekilde genel toplama bakıldığında 153 greftin sonuçlarında tıkanıklığı belirlemede MDBT anjiyografinin sensitivite, pozitif prediktif değer ve tanısal doğruluğunun sırasıyla %87.72 (50/57), %93.34 (50/53) ve %93.46 (143/153) olduğu görülmektedir.

Tablo 4.10: Arteriyel greftlerde MDBT koroner anjiyografi sonuçlarının invazif anjiyografi ile karşılaştırılması (Değerlendirilebilen 53 greftin sonuçları)

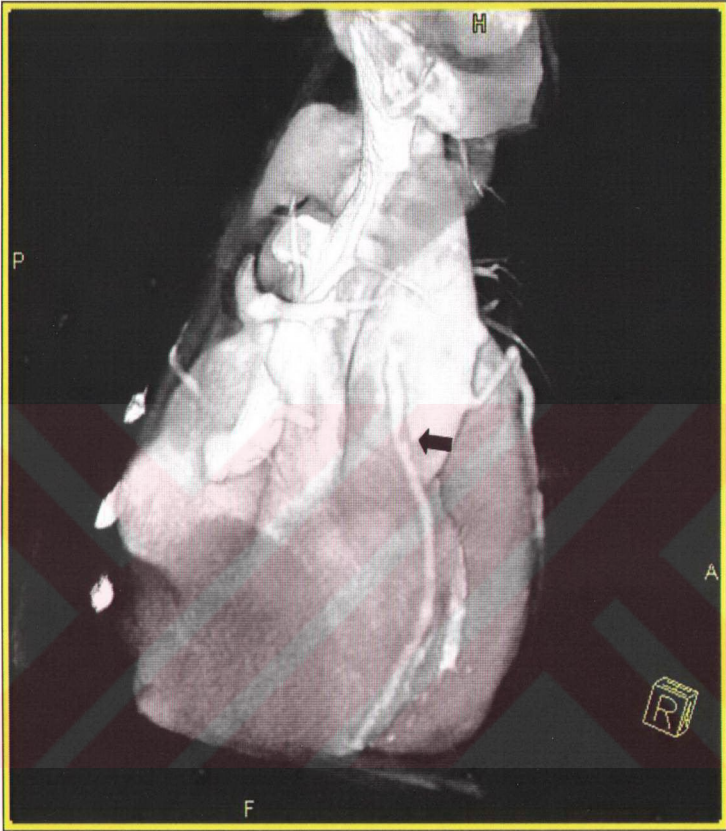
Greft tipleri	Greft sayısı	Sensitivite	Spesifisite	PPD	NPD
LİMA-LAD	45	%50 (1/2)	%100 (43/43)	%100 (1/1)	%97.73 (43/44)
LİMA-Dia	1	-	%100 (1/1)	-	%100 (1/1)
LİMA-OM	1	-	%100 (1/1)	-	%100 (1/1)
Radiyal-OM	5	%100 (2/2)	%100 (3/3)	%100 (2/2)	%100 (3/3)
RİMA-RCA	1	-	%100 (1/1)	-	%100 (1/1)
Toplam LİMA	47	%50 (1/2)	%100 (45/45)	%100 (1/1)	%97.82 (45/46)
Toplam Arteriyel	53	%75 (3/4)	%100 (49/49)	%100 (3/3)	%98 (49/50)

MDBT Anjiyografi ile Greft Anastomozlarının Değerlendirilmesi

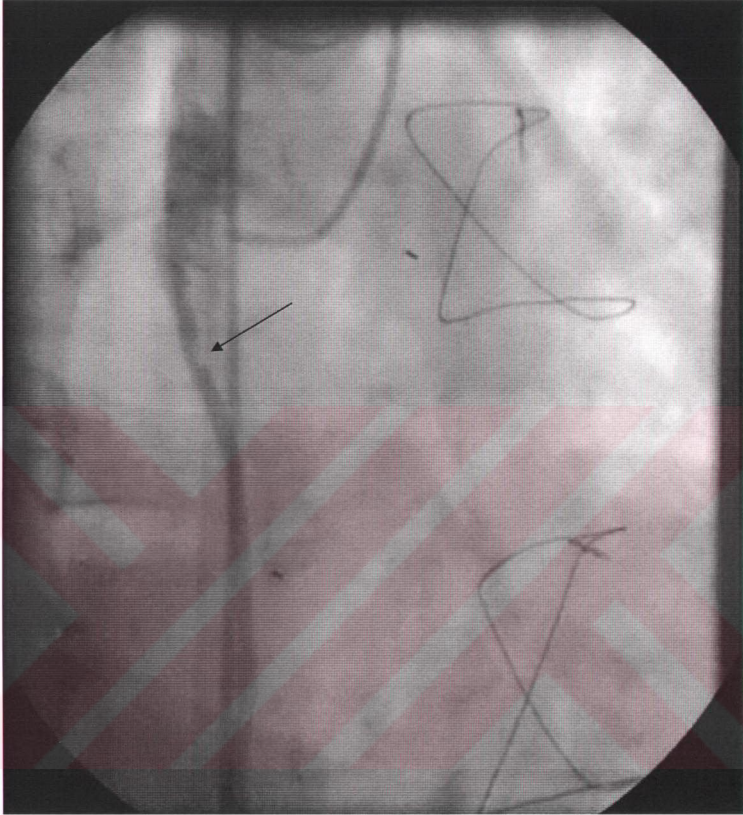
Çalışmaya alınan 58 hastada toplamda 153 greftin MDBT anjiyografi ile incelenmesi sonucunda 50 greftin tıkalı, 100 greftin ise açık olduğu gösterilmiş, 3 greft görüntü kalitesinin yetersiz olması nedeniyle optimal olarak değerlendirilememiştir. MDBT anjiyografide açık olduğu belirlenen 100 greftin tamamında proksimal anastomozlar önemli lezyon varlığı açısından değerlendirilebilmiştir. Çalışmaya alınan 97 venöz greftten MDBT anjiyografide açık olduğu belirlenen 50'sinin tamamında hem proksimal hem de distal anastomozlarda elde edilen görüntü kalitesi değerlendirme yapılabilmesi için yeterli bulunmuştur. MDBT ile değerlendirilebilen 53 arteriyel greftin tamamında proksimal anastomozlarda yeterli görüntü kalitesi elde edilmiştir. Buna karşın MDBT anjiyografide açık olduğu görülen 50 arteriyel greftin 4'ünde (4/50, %8) distal anastomoz bölgesinde önemli lezyon varlığı açısından değerlendirme yapılamamıştır. Değerlendirilemeyen distal anastomozların hepsinde cerrahi işlem sırasında kullanılan metalik kliplerin neden olduğu artefaktlar görüntü kalitesini bozmuş ve bu bölgelerin stenotik lezyon varlığı açısından optimal değerlendirilmesini olanaksız hale getirmiştir.

MDBT Anjiyografi ile Önemli Lezyonların Belirlenmesi

MDBT anjiyografide toplam 4 safen ven greftinde >%50 lüminal çap azalmasına yol açan önemli lezyon olduğu gösterilmiştir. Bu 4 önemli lezyondan ikisi konvansiyonel invazif koroner anjiyografi sonucunda doğrulanmıştır (Bkz. Şekil 4.2 ve 4.3). MDBT anjiyografide lümeninde %90 oranında darlığa yol açan önemli bir lezyon görülen, fakat açık olduğu belirtilen bir safen ven greftinin gerçekte tıkalı olduğu invazif anjiyografi ile gösterilmiştir. MDBT anjiyografide önemli olduğu kabul edilen bir safen greft lezyonu ise invazif anjiyografide önemsiz bulunmuştur. MDBT anjiyografi ile önemsiz görülen safen ven greft distal anastomoz bölgesindeki bir lezyonun gerçekte önemli (>%50 lüminal çap azalması) olduğu invazif anjiyografiyle gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Ao-RCA safen ven greftinin 'volume rendering' reformat tekniği ile elde edilen MDBT anjiyografik görüntüsü. Greft lümeninde önemli darlığa neden olan lezyon okla gösterilmiştir.



Şekil 4.3. MDBG anjiyografik görüntüsü Şekil 4.2'de verilen Ao-RCA safen ven greftinin invazif anjiyografideki görüntüsü. Greft lümeninde önemli darlığa neden olan lezyon okla işaretlenmiştir. MDBG anjiyografide saptanan önemli lezyonun varlığı invazif anjiyografide doğrulanmıştır.

MDBT anjiyografi ile değerlendirilebilen ve açık olan arteriyel greftlerde önemli lezyona rastlanmamıştır. Invazif anjiyografide saptanan, LİMA-LAD distal anastomoz bölgesinde %50-60 lüminal çap azalmasına yol açan bir lezyon MDBT anjiyografide önemsiz kabul edilmiştir.

Bu sonuçlara göre MDBT anjiyografinin önemli darlığa neden olan lezyonları belirlemede sensitivite, spesifisite ve pozitif prediktif değeri %50; negatif prediktif değeri ise %98 bulunmuştur.



TARTIŞMA

Bu çalışmada, koroner arter bypass greftleme operasyonu geçirmiş hastalarda greft açıklığının belirlenmesinde 16-kesitli MDBT koroner anjiyografinin etkinliği incelenmiştir. MDBT anjiyografi ile açık bulunan greftler, önemli darlığa neden olan (>%50 luminal çap azalması) aterosklerotik lezyon varlığı açısından değerlendirilmiştir. Ayrıca MDBT anjiyografinin greftlerin proksimal ve distal anastomoz bölgelerini gösterme başarısı da analiz edilmiştir. MDBT anjiyografi sonuçlarının doğruluğuna konvansiyonel invazif koroner anjiyografi referans alınarak karar verilmiştir.

Çalışmaya alınan 58 hastada KABG operasyonu ile MDBT anjiyografik inceleme arasında geçen süre ortanca (median) 6 yıldır (ortanca: 6 yıl, 1-17 yıl arası). Geçen süreyle uyumlu olarak tıkalı bulunan bypass greft oranı da oldukça yüksektir. İnvazif koroner anjiyografi sonuçlarına göre incelenen 153 greftten 57 tanesi (%37.25) tıkalıdır. Venöz greftlerde tıkanıklık oranı %50'ye ulaşmaktadır. Arteriyel greftlerde ise açıklık oranı göreceli olarak oldukça yüksek (%87.5) bulunmuştur. Bu bulgular KABG hastalarının uzun dönem greft açıklığını inceleyen büyük ölçekli çalışmalarla uyum göstermektedir (2). KABG hastalarında MDBT anjiyografi ile greft açıklığının değerlendirildiği diğer bazı çalışmalarda, daha yakın tarihlerde ameliyat olmuş hastaların incelenmesi nedeniyle greft açıklığı daha yüksek bulunmuştur(91,92).

Çalışmaya alınan 58 hastanın tamamında MDBT anjiyografi herhangi bir komplikasyona neden olmadan başarıyla tamamlanmıştır. Genel olarak elde edilen verilere bakıldığında 16-kesitli MDBT anjiyografinin güvenli bir tetkik olduğu sonucuna varılmaktadır.

KABG operasyonu öyküsü olan 58 hastada toplam 153 arteriyel ve venöz greft MDBT anjiyografi ile incelenmiş ve sadece 3 arteriyel greft görüntü kalitesinin yetersiz olması nedeniyle değerlendirilme dışı bırakılmıştır. Safen ven greftlerinin tamamında değerlendirme yapılabilmektedir. Sonuç olarak incelenen greftlerin %98'inde (150/153) MDBT anjiyografi ile yeterli tanısal görüntü kalitesi elde edilebilmiştir ki bu da oldukça yüksek bir başarıyı temsil etmektedir.

Çalışmamızda elde edilen veriler MDBT anjiyografinin bypass greft görüntülenmesinde ve greft açıklığının belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceğini göstermektedir. Değerlendirilebilen 150 greftin sonuçlarına bakıldığında; MDBT anjiyografi ile açıklık veya tıkanık açısından 140 greftte doğru tanı konulduğu görülmektedir. Buna göre MDBT anjiyografinin değerlendirilebilen greftler için tanısal doğruluğu %94'e (140/150) ulaşmaktadır. Genel toplamda ise MDBT anjiyografi ile doğru sonuç elde edilme oranı %91.5 (140/153) olarak bulunmuştur.

MDBT anjiyografi sonuçları invazif koroner anjiyografi sonuçları ile karşılaştırmalı olarak analiz edildiğinde, MDBT anjiyografinin greft tıkanıklığını göstermede oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Çalışmamızda MDBT anjiyografinin greft tıkanıklığını %87 sensitivite ve %97 spesifisite ile gösterdiği sonucuna varılmıştır. Çalışmaya alınan tüm greftler dikkate alındığında MDBT anjiyografinin sensitivitesinin göreceli olarak düşük olduğu, ancak spesifisitesi ve pozitif prediktif (%94) ve negatif prediktif (%93) değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. MDBT anjiyografi ile elde edilen yanlış negatif sonuçların, yanlış pozitif sonuçlara oranla daha fazla sayıda olması sensitivitede bir miktar azalmaya neden olsa da sonuçta elde edilen %87'lik sensitivite değeri kabul edilebilir düzeydedir.

Çalışmamızda MDBT anjiyografinin değerlendirilebilen arteriyel greftlerde açıklığı göstermedeki başarısı mükemmel yakındır. Her ne kadar tıkalı 4 arteriyel greftten birinde yanlış negatif sonuç elde edilmesi MDBT anjiyografinin sensitivitesinin %75'te kalmasına neden olsa da; hiç yanlış pozitif sonuç alınmaması %100'lük spesifisite değerine ulaşılmasını sağlamıştır. Arteriyel greftlerde tıkanıklığı göstermede MDBT anjiyografinin pozitif prediktif değeri %100 ve negatif prediktif değeri de %98 gibi mükemmel denilebilecek düzeydedir. MDBT anjiyografi ile optimal olarak değerlendirilemeyen, ancak muhtemelen tıkalı olduğu düşünülen 3 arteriyel greftte doğru sonuç elde edildiği kabul edilirse arteriyel greftlerdeki sensitivite % 86'ya çıkmaktadır.

Koroner arter bypass greftleme operasyonu geçirmiş hastalarda yapılan uzun dönem çalışmalarda mortaliteyi etkileyen en önemli faktörlerden birinin greft açıklığı olduğu gösterilmiştir (19). Günümüzde konvansiyonel invazif koroner anjiyografi, koroner anatomi ve bypass greftleri görüntülemeye referans altın standard olarak kabul edilmektedir. Buna karşın invazif anjiyografinin az da olsa taşıdığı bazı riskler ve yüksek maliyeti nedeniyle son yıllarda koroner anatomi ve bypass greftleri başarıyla gösteren yeni ve invazif olmayan görüntüleme yöntemleri üzerinde çalışılmaya başlanmıştır.

Bugüne kadar bypass greft açıklığının belirlenmesinde konvansiyonel bilgisayarlı tomografi, elektron-beam bilgisayarlı tomografi ve manyetik rezonans anjiyografi gibi invazif olmayan görüntüleme yöntemleri kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır.

Bypass greftlerin konvansiyonel BT ile değerlendirildiği ilk çalışma 1980 yılında Brundage ve arkadaşları (93) tarafından yapılmıştır. Ancak konvansiyonel BT'nin teknik kısıtlılıkları ile birlikte özellikle kardiyak hareket ve solunum artefaktları görüntü kalitesinin bozulmasına neden olmuş ve sonuçta konvansiyonel BT'nin bypass greftlerin değerlendirilmesindeki etkinliği düşük kalmıştır.

Elektron-beam bilgisayarlı tomografi (EBBT), yüksek temporal çözünürlüğü (100 ms) ve prospektif EKG-tetikleme yöntemi ile kardiyak görüntülemeye sıkça kullanılan bir tekniktir. Yirmi beş hastada 56 koroner bypass greftinin değerlendirildiği bir çalışmada, EBBT ile greft açıklığının %100'e varan yüksek sensitivite ve spesifisite ile gösterildiği bildirilmiştir (54). Ancak 43 açık greftten yalnız 36 tanesinde (%84) önemli darlık varlığı açısından değerlendirme yapılabilmektedir. Bu çalışmada değerlendirilen 56 bypass greftinin biri hariç hepsinin venöz greftler olduğu dikkati çekmektedir. Yüksek temporal çözünürlük sağlanmasına karşın, EBBT anjiyografide alınabilen kesit sayısı 40 ile sınırlıdır. Bu nedenle yaklaşık olarak 12 cm'ye ulaşan kardiyak volüm ancak 3 mm kalınlığında kesitlerle taranabilmekte ($40 \times 3 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$) ve bu da uzaysal çözünürlüğün düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca bypass greftli hastalarda tarama hacmi içerisinde greftlerin

tüm uzunluğunun kapsanamaması da söz konusu olabilir. Anılan çalışmada hareket artefaktları, düşük uzaysal çözünürlük ve bazı greftlerin tarama alanı dışında kalması nedeniyle greftlerin ancak %84'ü lezyon varlığı açısından değerlendirilebilmiştir. Ha ve arkadaşları (52) tarafından 25 bypass greftli hastada EBBT kullanılarak yapılan çalışmada LİMA greftlerinde %80, venöz greftlerde ise %91 civarında sensitivite ve spesifisite değerleri rapor edilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları da, EBBT'nin teknik kısıtlılıklarının görüntü kalitesini etkileyen önemli bir faktör olduğunu göstermektedir.

Manyetik rezonans anjiyografinin (MRA) diğer görüntüleme tekniklerine göre önemli bir üstünlüğü iyonize radyasyon ve iyotlu kontrast maddelerin kullanılmamasıdır. Koroner bypass greftler daha büyük çapta ve az kıvrımlı olmaları, genellikle tahmin edilebilen bir yol izlemeleri ve kardiyak ve solunumsal hareketlerden daha az etkilenmeleri nedeniyle MRA'de kolaylıkla gösterilebilmektedirler. Ancak KABG operasyonu geçiren hastalarda kullanılan sternal tellerin ve cerrahi metalik kliplerin neden olduğu artefaktlar MRA'de görüntü kalitesini bozmaktadır. Ayrıca uzun tetkik süresi, düşük uzaysal çözünürlük ve bazı hastalarda MR görüntülemenin kontrendike olması da MRA'nin kısıtlılıkları arasında sayılabilir. Yapılan çalışmalarda MRA'nin bypass greft açıklığını %84-98 arası sensitivite ve %72-100 arası spesifisite ile gösterdiği bildirilmiştir (59-62,94-96). Yakın dönemde yayımlanan bir çalışmada MRA ile değerlendirilmek üzere taranan 173 KABG'li hastadan 30'u metalik cihaz varlığı, klostrofobi, lojistik nedenler gibi cihaza bağlı teknik engellerle çalışma dışı bırakılmıştır (96). Çalışmaya alınabilen 71 hastadan 2 tanesinde de sternal tel artefaktları nedeniyle görüntü alınamamıştır. Değerlendirilebilen 177 greftten 11 tanesinde (%6.2) hareket artefaktları ve zaman kısıtlılığı nedeniyle akım analizi yapılamamıştır. Sonuçta optimal olarak görüntü alınabilen 166 greftte (%80) MRA'nin >50 darlığa neden olan lezyonları %94 sensitivite ve %63 spesifisite ile gösterdiği rapor edilmiştir. MRA ile bypass greftlerin yüksek sensitivite ve spesifisite ile değerlendirilebildiği bildirilse de çeşitli sorunlar nedeniyle görüntüleme yapılamayan hastaların oranının yüksek olması dikkat edilmesi gereken önemli bir kısıtlılıktır. Bizim çalışmamızda MBBT anjiyografi tüm

hastalarda başarıyla tamamlanmış ve çalışmaya dahil edilen greftlerin sadece %2'sinde diyagnostik kalitede görüntü elde edilememiştir.

Çok-kesitli bilgisayarlı tomografiyi diğer invazif olmayan görüntüleme yöntemlerine göre üstün kılan en önemli özellikleri arasında aynı anda çok kesit alınabilmesi, yüksek uzaysal çözünürlüğü, göreceli olarak kısa tarama zamanı ve hastanın daha kısa bir süre için nefesini tutmasınının gerekmesi sayılabilir. Rutin klinik kullanıma girmesiyle birlikte; MDBT anjiyografinin nativ koroner arterlerdeki önemli lezyon ve tıkanıkları belirlemedeki başarısı, invazif anjiyografinin referans alındığı çok sayıda karşılaştırmalı çalışma ile incelenmiş ve bu konuda oldukça geniş bilgi birikimine ulaşılmıştır. Buna karşın MDBT anjiyografinin greft açıklığını ve greftlerde önemli lezyon varlığını belirleme başarısını değerlendiren çalışma sayısı azdır. Bu nedenle, bizim çalışmamızda MDBT anjiyografinin bypass greft görüntülemesindeki başarısının incelenmesi amaçlanmıştır.

4-kesitli MDBT anjiyografi ile koroner bypass greftlerin değerlendirildiği 65 hastalık bir çalışmada, MDBT anjiyografinin greft tıkanıklığını %97 sensitivite ve %98 spesifisite ile gösterdiği bildirilmiştir (97) . Ancak aynı çalışmada hareket ve metalik klip artefaktları nedeniyle bypass greftlerin sadece %62'sinde stenotik lezyon açısından değerlendirme yapılabilmektedir. 16-kesitli cihazlar daha ince kesit alabilmeleri, yüksek gantri dönüş hızları ve kısa nefes tutma süresinin getirdiği yüksek görüntü kalitesi sayesinde 4-kesitli cihazlara göre bypass greftlerin değerlendirilmesinde daha başarılı olmaktadır. 16 kesitli MDBT kullanılarak yapılan çalışmalarda MDBT anjiyografinin greft tıkanıklığını ve önemli stenotik lezyonları belirlemedeki sensitivitesi %96-97 , spesifisitesi %95-100 arasında değişmekte ve önemli darlık açısından değerlendirilebilen greft oranı %100'e yaklaşmaktadır (92,98,99). Bizim çalışmamızda 16 kesitli MDBT anjiyografi ile elde edilen başarı biraz daha düşük olmakla birlikte bu çalışmalarla kıyaslanabilir düzeydedir.

Bypass greft açıklığının belirlenmesinde yüksek başarı göstermesine karşın MDBT anjiyografi ile özellikle distal anastomoz bölgelerinde yerleşen lezyonların görüntülenmesi hala önemli bir sorun oluşturmaktadır. Özellikle

IMA greftlerinde yoğun olarak kullanılan metalik cerrahi klipler görüntü kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Çalışmamızda açık olan 50 arteriyel greftten 4'ünde (%8) distal anastomoz bölgeleri metalik klip artefaktları nedeniyle değerlendirilememiştir.

Gelişmiş teknik özellikleri sayesinde uzaysal çözünürlüğünün yüksek olmasına karşın, MDBT anjiyografinin önemli bir zayıf noktası nispeten düşük kalan temporal çözünürlüğüdür. Özellikle kalp hızı yüksek hastalarda bu zayıf nokta öne çıkmakta ve hareket artefaktları ile görüntü kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır. Genellikle yapılan çalışmalarda optimal görüntü kalitesinin elde edilebilmesi için kalp hızının dakikada 70'in altında olması istenmekte ve bu amaçla uygun hastalar beta bloker ilaçlarla premedike edilmektedir. Beta bloker kontrendikasyonu veya aritmisi olan hastalarda hareket artefaktları daha da büyük sorun oluşturmaktadır. Her ne kadar bypass greftler kardiyak hareketten daha az etkilense de, hareket artefaktları greftlerin görüntülenmesinde de önemli kısıtlılıklara neden olabilmektedir. Özellikle sirkumfleks arter ve sağ koroner artere yapılan bypass greftler hareket artefaktlarından daha çok etkilenmektedir. Bizim çalışmamızda kalp hızı 70/dak'nın üzerinde olan hastalarda (36 hasta, %62) hareket artefaktlarını azaltmak amacıyla MDBT öncesi 20 mg propranolol oral yolla verilerek premedikasyon yapılmıştır. Ancak birçok diğer çalışmanın aksine çalışmadan dışlanma kriteri olarak herhangi bir kalp hızı üst sınırı belirlenmemiştir. Çalışmamızda hastaların işlem başlangıcındaki ortalama kalp hızı 63.4 ± 6.2 olarak kaydedilmiştir. Yeni kullanıma giren 64-kesitli cihazlar, yüksek gantri dönüş hızları ve çok kesit alma kapasiteleri (yüksek temporal çözünürlük) sayesinde kalp hızı yüksek hastalarda da göreceli olarak daha net görüntüler elde edilebilmesine olanak sağlamaktadır.

Bypass greftlerde önemli darlığa neden olan aterosklerotik plakların belirlenmesinde MDBT anjiyografi ile genellikle başarılı sonuçlar elde edilmektedir (92). Bizim çalışmamızda MDBT anjiyografinin önemli lezyonları belirleme konusunda sensitivite, spesifisite ve pozitif prediktif değeri (%50) literatürdeki diğer çalışmalara göre oldukça düşüktür, negatif prediktif değeri ise mükemmel yakındır (%98). Ancak çalışmaya alınan 58

hastada toplam 153 greftte saptanan önemli lezyon sayısı sadece 4'tür. MDBT anjiyografinin önemli lezyonları tespit etmedeki başarısı hakkında doğru ve güvenilir bir sonuca varmak için yalnızca 4 lezyon üzerinden yapılan değerlendirme elbette ki yeterli olmayacaktır. Bu nedenle değerlendirilen hastalarda az sayıda önemli lezyon görülmesi çalışmanın zayıf noktalarından birisidir.

Çalışmamıza klinik endikasyonlarla MDBT anjiyografi ve konvansiyonel invazif koroner anjiyografi yapılan hastalar alınmıştır. Çalışma; randomize, prospektif bir dizaynla klinik endikasyonlara bakılmaksızın her hastada mutlaka her iki incelemenin de yapılması şeklinde planlanmamıştır. MDBT ve invazif anjiyografinin klinik endikasyonlarla yapılmış olması sonuçların olası yanlılığı açısından çalışmanın bir diğer zayıf noktası olarak kabul edilebilir.

Gelişmiş çok-kesitli ve çok-dedektörlü teknolojisi, yüksek uzaysal çözünürlüğü, kısa tetkik süresi ve yüksek görüntü kalitesi ile koroner arterler ve bypass greftlerin değerlendirilmesinde sahip olduğu yüksek tanısal etkinliğe karşın MDBT anjiyografinin bazı önemli zayıf noktaları da vardır. Kalp hızı yüksek olan hastalarda hareket artefaktları nedeniyle görüntü kalitesinin düşük olması, cerrahi klip artefaktları ve düşük temporal çözünürlük gibi teknik kısıtlılıkların yanında, MDBT uygulamasında bazı tıbbi sorunlarla karşılaşılması da söz konusudur. Bu sorunlar arasında iyotlu kontrast madde kullanımına bağlı komplikasyonlar, çok sayıda hastada beta bloker ile premedikasyona ihtiyaç duyulması ve kullanılan yüksek radyasyon dozu sayılabilir. MDBT anjiyografide kullanılan kontrast madde miktarı 120-160 ml arasında değişmektedir ki bu doz invazif anjiyografiye kıyasla oldukça yüksektir. Ancak KABG'li hastaların değerlendirilmesinde invazif anjiyografide de operatörün becerisine ve hastanın özelliklerine göre değişmekle birlikte yüksek miktarda kontrast madde kullanılabilmesi unutulmamalıdır. Özellikle bazalde böbrek fonksiyon bozukluğu olan hastalarda, MDBT anjiyografide bolus halinde verilen çok miktardaki kontrast madde, akut böbrek yetmezliği gelişmesine neden olabilir. MDBT cihazının teknik özellikleri nedeniyle tarama sırasında kullanılan iyonize radyasyon dozu konvansiyonel invazif koroner

anjyografide alınan dozun 4-5 katına kadar çıkabilmektedir (90). Bu nedenle MDBT anjiyografinin koroner bypass greftli hastaların uzun dönem klinik izleminde doğru ve kesin endikasyonlar ile kullanılması, rutin bir tarama testi olarak kullanılmasından daha uygun olacaktır.

Sonuç olarak elde edilen veriler ışığında 16-kesitli MDBT anjiyografinin koroner arter bypass greftlerinde açıklığın belirlenmesinde başarıyla kullanılabileceği ve yüksek tanısal doğruluğa sahip olduğu söylenebilir. Ayrıca MDBT anjiyografinin proksimal ve distal greft anastomozlarının değerlendirilmesinde de oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Çalışmamızda incelenen bypass greftlerinde saptanan önemli aterosklerotik lezyon sayısının düşük olması nedeniyle MDBT anjiyografinin stenotik lezyonları tespit etmedeki başarısı hakkında net ve güvenilir bir sonuca varmak mümkün değildir. Bu konuda genellenebilir bir yorum yapabilmek için daha fazla sayıda lezyonun incelendiği geniş kapsamlı bir çalışma yapılması gereklidir.

Özellikle arteriyel greftlerdeki mükemmel yakın negatif ve pozitif prediktif değeri ile MDBT anjiyografi yakın gelecekte greft disfonksiyonundan şüphelenilen KABG'li hastaların klinik değerlendirmesinde rutin olarak kullanılan invazif olmayan yöntemler arasında yerini alacaktır.

Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın sonuçları değerlendirilirken gözardı edilmemesi gereken bir nokta, çalışmaya klinik endikasyonlarla MDBT anjiyografi ve invazif anjiyografi yapılan hastaların alınmış olmasıdır. Çalışma, klinik endikasyonlara bakılmaksızın bütün hastalarda hem MDBT, hem de invazif anjiyografinin yapılması şeklinde tasarlanmamıştır. Değerlendirilen greftlerde oldukça az sayıda lezyon saptanması nedeniyle MDBT anjiyografinin greft lezyonlarını saptama başarısı hakkında net ve güvenilir bir yorum yapılamamıştır.

SONUÇLAR

Koroner arter bypass greftli hastalarda greft açıklığının ve açık greftlerde önemli lezyon varlığının belirlenmesinde çok kesitli, çok dedektörlü bilgisayarlı tomografi (MDBT) anjiyografinin başarısının incelendiği bu çalışmadan elde edilen sonuçlar şunlardır:

- MDBT anjiyografi koroner bypass greftli hastalarda kullanılabilir bir görüntüleme yöntemidir. Çalışmaya alınan hastaların hepsinde MDBT anjiyografi herhangi bir komplikasyona yol açmadan başarıyla tamamlanmıştır.
- 16-kesitli MDBT anjiyografi ile koroner bypass greftlerin değerlendirilmesi için yeterli görüntü kalitesi elde edilmektedir. Çalışmaya alınan 153 greftin 150'si (%98) MDBT anjiyografi ile değerlendirilebilmiştir.
- Genel olarak bakıldığında MDBT anjiyografinin greft açıklığını belirleme başarısı yüksektir.
- MDBT anjiyografi özellikle arteriyel greftlerde tıkanıklığın belirlenmesinde mükemmel denilebilecek pozitif ve negatif prediktif değerlere sahiptir.
- Kalp hızı yüksek hastalarda oluşan hareket artefaktları ve cerrahi metalik klip artefaktları görüntü kalitesini bozarak MDBT anjiyografinin bypass greftleri görüntüleme başarısını azaltmakta ve özellikle distal anastomoz bölgelerinin değerlendirilmesini zorlaştırmaktadır.
- MDBT anjiyografinin açık greftlerdeki önemli lezyonları gösterme başarısı göreceli olarak düşüktür. Ancak çalışmaya alınan greftlerde saptanan az sayıdaki önemli lezyon bu konuda güvenilir bir sonuca varılması için yetersizdir.

Sonuç olarak MDBT anjiyografi KABG'li hastalarda greft açıklığının belirlenmesinde başarıyla kullanılabilir invazif olmayan bir yöntemdir. Üstün özellikleri ile MDBT anjiyografi yakın gelecekte KABG'li hastaların izleminde rutin olarak kullanılan yöntemler arasında yerini alacaktır.

KAYNAKLAR

1. Onat A. Erişkinlerimizde kalp hastalıkları prevalansı,yeni koroner olaylar ve kalpten ölüm sıklığı. "Türk Erişkinlerinde Kalp Sağlığı-Halkımıza İlişkin Temel Veri Üretiminden Evrensel Tıbbı Katkıya" (Ed A. Onat)'ta, Yelken Basım, İstanbul , s. 20-27, 2005.
2. Eagle K.A., Guyton R.A., Davidoff R., ve ark. ACC/AHA 2004 Guideline Update for Coronary Artery Bypass Graft Surgery: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1999 Guidelines for Coronary Artery Bypass Graft Surgery). American College of Cardiology Web Site. Available at: <http://www.acc.org/clinical/guidelines/cabg/cabg.pdf>.
3. Campeau L., Enjalbert M., Lesperance J. ve ark. The relation of risk factors to the development of atherosclerosis in saphenous vein bypass grafts and the progression of disease in the native circulation: a study 10 years after aortocoronary bypass surgery. N Eng J Med., 311,1329-1332,1984.
4. Bourassa M.G. Fate of venous grafts: the past, the present and the future. J Am Coll Cardiol., 5, 1081-1083, 1991.
5. Fitzgibbon G.M., Kafka H.P., Leach A.J., ve ark. Coronary bypass graft fate and patient outcome: angiographic follow-up of 5065 grafts related to survival and reoperation in 1388 patients during 25 years. J Am Coll Cardiol., 28, 616-626, 1996.
6. Garret H.E., Dennis E.W., DeBakey M.E. Aortocoronary bypass with saphenous vein graft: seven year follow-up. JAMA., 223, 792-794, 1973.
7. Favaloro R.G. Saphenous vein graft in the surgical treatment of coronary artery disease: operative technique. J Thorac Cardiovasc Surg., 58,178-185,1969.
8. Diegeler A., Thiele H., Falk V., ve ark. Comparison of stenting with minimally invasive bypass surgery for stenosis of the left anterior descending coronary artery. N Eng J Med., 347, 561-566, 2002.

9. Mehran R., Dangas G., Stamau S.C., ve ark. One-year clinical outcome after minimally invasive direct coronary artery bypass. *Circulation*, 102, 2799-2802, 2000.
10. Al-Ruzzeh S., Ambler G., Asimakapoulos G., ve ark. Off-pump coronary artery bypass (OPCAB) surgery reduces risk-stratified morbidity and mortality: A United Kingdom multicenter comparative analysis of early clinical outcome. *Circulation* 108, II1-II8, 2003.
11. Parolari A., Alamanni F., Cannata A., ve ark. Off-pump versus on-pump coronary artery bypass: Meta-analysis of currently available randomized trials. *Ann Thorac Surg.*, 76, 37-40, 2003.
12. Morrow D.A., Gersh B.J., Braunwald E. Chronic coronary artery disease "Heart Disease:a textbook of cardiovascular medicine"(Ed. E. Braunwald)'da, VII. Baskı, Philadelphia, Elsevier Saunders, s. 1281-1354, 2005.
13. Türk Kardiyoloji Derneği Ulusal Kalp Sağlığı Politikası Ana İlkeleri, Türk Kardiyoloji Derneği, <http://www.tkd.org.tr>, 2006.
14. The Veterans Administration Coronary Artery Bypass Surgery Cooperative Study Group. Eleven-year survival in the Veterans Administration randomized trial of coronary bypass surgery for stable angina. *N Engl J Med.*, 311,1333-1339, 1984.
15. Coronary Artery Surgery Study (CASS): a randomized trial of coronary artery bypass surgery. Quality of life in patients randomly assigned to treatment groups. *Circulation*, 68, 951-960, 1983.
16. Varnauskas E. Twelve-year follow-up of survival in the randomized European Coronary Surgery Study. *N Engl J Med.*, 319, 332-337, 1988.
17. Yusuf S., Zucker D., Peduzzi P., ve ark. Effect of coronary artery bypass graft surgery on survival: Overview of 10-year results from randomized trials by the Coronary Artery Bypass Graft Surgery Trialists Collaboration. *Lancet*, 344, 563-570, 1994.
18. Davis K.B., Chaitman B., Ryan T., ve ark. Comparison of 15-year survival for men and women after initial medical or surgical treatment for coronary artery disease: a CASS registry study. *J Am Coll Cardiol.*, 25, 1000-1009, 1995.

19. Tan E.S., Meer J., Kam P.J., ve ark. Worse clinical outcome but similar graft patency in women versus men one year after coronary artery bypass graft surgery owing to an excess of exposed risk factors in women. *J Am Coll Cardiol.*, 34, 1760-1768, 1999.
20. Bourassa M.G., Fisher L.D., Campeau L., ve ark. Long term fate of bypass grafts: the Coronary Artery Surgery Study (CASS) and Montreal Heart Institute experiences. *Circulation*, 72 (6 Pt 2), V71-78, 1985.
21. Campeau L., Enjalbert M., Lesperance J., ve ark. Atherosclerosis and late closure of aortocoronary saphenous vein grafts: sequential angiographic studies at 2 weeks, 1 year, 5 to 7 years, and 10 to 12 years after surgery. *Circulation*, 68(3 Pt 2), II1-II7, 1983.
22. Motwani J.G., Topol J. Aortocoronary saphenous vein graft disease, pathogenesis, predisposition and prevention. *Circulation*, 97, 916-931, 1998.
23. Roubos N., Rosenfeldt F.L., Richards S.M., ve ark. Improved preservation of saphenous vein grafts by the use of glyceryl trinitrate-verapamil solution during harvesting. *Circulation*, 92(suppl II), II31-II36, 1995.
24. Verrier E.D., Boyle E.M. Jr. Endothelial cell injury in cardiovascular surgery. *Ann Thorac Surg.*, 62, 915-922, 1996.
25. Boyle E.M. Jr, Lille S.T., Allaire E., ve ark. Endothelial cell injury in cardiovascular surgery: atherosclerosis. *Ann Thorac Surg.*, 63, 885-894, 1997.
26. Lie J.T., Lawrie G.M., Morris G.C. Aortocoronary bypass saphenous vein graft atherosclerosis: anatomic study 99 vein grafts from normal and hyperlipoproteinemic patients up to 75 months postoperatively. *Am J Cardiol.*, 40, 906-914, 1977.
27. Kalan J.M., Roberts W.C. Morphologic findings in saphenous veins used as coronary artery bypass conduits for longer than 1 year: necropsy analysis of 53 patients, 123 saphenous veins and 1865 five-millimeter segments of veins. *Am Heart J.*, 119, 1164-1184, 1990.
28. Nietzel G.F., Barboriak J.J., Pintar K., ve ark. Atherosclerosis in aortocoronary bypass grefts: morphologic study and risk factor analysis 6 to 12 years after surgery. *Arteriosclerosis*, 6, 594-600, 1986.

29. Kay H.R., Kornis M.E., Glemma R.J., ve ark. Atherosclerosis of the internal mammary artery. *Ann Thorac Surg.*, 21, 504-507, 1976.
30. Cameron A., Davis KB, Green G., ve ark. Coronary bypass surgery with internal thoracic artery grafts- effects on survival over a 15-year survival. *N Eng J Med.*, 334, 216-219, 1996.
31. Whitlow P.L., Dimas A., P., Bashore T.M., ve ark. Relationship of extent of revascularization with angina at one year in the Bypass Angioplasty Revascularization Investigation (BARI). *J Am Coll Cardiol.*, 34, 1750-1759, 1999.
32. Dabal R.J., Goss J.R., Maynard J., ve ark. The effect of left internal mammary artery utilization on short term outcomes after coronary revascularization. *Ann Thorac Surg.*, 76, 464-470, 2003.
33. Taggart D.P., D'Amico R., Altman D.G., ve ark. Effect of arterial revascularization on survival: A systematic review of studies comparing bilateral and single internal mammary arteries. *Lancet*, 358, 870-875, 2001.
34. Carpentier A., Guermontprez J.L., Deloche A., ve ark. The aorta-to-coronary radial artery bypass graft: a technique avoiding pathological changes in grafts. *Ann Thorac Surg.*, 16, 111-121, 1973.
35. Manasse E., Sperti G., Suma H., ve ark. Use of the radial artery for myocardial revascularization. *Ann Thorac Surg.*, 62, 1076-1083, 1996.
36. Scanlon P., Faxon D., Audet A., ve ark. ACC/AHA guidelines for coronary angiography. *J Am Coll Cardiol.*, 33, 1756-1824, 1999.
37. Segal A., Abernethy W., Palacios I., ve ark. Stroke as a complication of cardiac catheterization: Risk factors and clinical features. *Neurology*, 56, 975-977, 2001.
38. American Heart association. Heart and stroke statistics-2004 update. American Heart Association, Dallas , Texas, 2004.
39. Nieman K., van Geuns R.J., Wielopolski P., ve ark. Noninvasive coronary imaging in the new millenium: A comparison of computed tomography and magnetic resonance techniques. *Rev Cardiovasc Med.*, 3(2), 77-84, 2002.

40. Moshage W., Achenbach S., Seese B., ve ark. Coronary artery stenoses: Three-dimensional imaging with electrocardiographically triggered, contrast agent enhanced, electron beam CT. *Radiology*, 196, 707-714, 1995.
41. Nakinishi T., Ito K., Imazu M., ve ark. Evaluation of coronary artery stenoses using electron-beam CT and multiplanar reformation. *J Comp Assist Tomogr*, 21, 121-127, 1997.
42. Schmermund A., Rensing B.J., Sheedy P.F., ve ark. Intravenous electron-beam computed tomographic coronary angiography for segmental analysis of coronary artery stenoses. *J Am Coll Cardiol*, 31,1547-1554,1998.
43. Reddy G., Chernoff D.M., Adams J.R., ve ark. Coronary artery stenoses: Assessment with contrast-enhanced electron-beam CT and axial reconstructions. *Radiology*, 208,167-172, 1998.
44. Rensing B.J., Bongaerts A., van Geuns R.J., ve ark. Intravenous coronary angiography by electron beam computed tomography. A clinical evaluation. *Circulation*, 98, 2509-2512, 1998.
45. Achenbach S., Moshage W., Ropers D., ve ark. Value of electron-beam computed tomography for the detection of high-grade coronary artery stenoses and occlusions. *N Engl J Med*, 339,1964-1971, 1998.
46. Budoff M.J., Oudiz R.J., Zalace C.P., ve ark. Intravenous three-dimensional coronary angiography using contrast-enhanced electron beam computed tomography. *Am J Cardiol*, 83, 840-845, 1999.
47. Achenbach S., Ropers D., Regenfus M., ve ark. Contrast enhanced electron-beam CT to analyze the coronary arteries in patients after acute myocardial infarction. *Heart*, 84, 489-493, 2000.
48. Leber A., Knez A., Kukherjee R., ve ark. Usefulness of calcium scoring using electron beam computed tomography and noninvasive coronary angiography in patients with suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 88, 219-223, 2001.
49. Ropers D., Regenfus M., Stilianakis N., ve ark. A direct comparison of noninvasive coronary angiography by electron beam tomography and navigator-echobased magnetic resonance imaging for the detection of restenosis following coronary angioplasty. *Invest Radiol*, 37, 386-392, 2002.

50. Nikolaou K., Huber A., Knez A., ve ark. Intraindividual comparison of contrast-enhanced electron-beam computed tomography and navigator-echo-based magnetic resonance imaging for noninvasive coronary artery angiography. *Eur Radiol*, 12,1663-1671, 2002.
51. Lembcke A., Hein P.A., Dohmena P.M., ve ark. Pictorial review: Electron beam computed tomography and multislice spiral computed tomography for cardiac imaging. *Eur J Radiol.*, 57, 356-367, 2006.
52. Ha J., Cho S., Shim W., ve ark. Noninvasive evaluation of coronary artery bypass graft patency using three-dimensional angiography obtained with contrast-enhanced electron beam CT. *Am J Roentgenol.*, 172, 1055–1059, 1999.
53. Lu B., Dai R.P., Jing B.L., ve ark. Evaluation of coronary artery bypass graft patency using three-dimensional reconstruction and flow study on electron beam tomography. *J Comput Assist Tomogr.*, 24, 663–670, 2000.
54. Achenbach S., Moshage W., Ropers D., ve ark. Noninvasive, three-dimensional visualization of coronary artery bypass grafts by electron beam tomography. *Am J Cardiol.*, 79, 856–861, 1997.
55. Stuber M., Botnar R.M., Danias P.G., ve ark. Double-oblique free-breathing high resolution three-dimensional coronary magnetic resonance angiography. *J Am Coll Cardiol.*, 34, 524–531, 1999.
56. Hu B.S., Meyer C.H., Macovski A., ve ark. Multi-spiral magnetic resonance coronary angiography. *Proc Int Soc Magn Reson Med.*, 1, 176, 1996, abstrakt.
57. Kim W.Y., Danias P.G., Stuber M., ve ark. Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenoses. *N Engl J Med* 345,1863–1869, 2001
58. Danias P.G., Hauser T.M., Katsimaglis G.,ve ark. Coronary Magnetic Resonance Angiography. *Herz*, 28, 90–98, 2003.
59. Langerak S.E., Vliegen H.W., de Roos A., ve ark. Detection of vein graft disease using high-resolution magnetic resonance angiography. *Circulation*, 105,328–333, 2002.

60. Wintersperger B.J., Engelmann M.G., Smekal A. von, ve ark. Patency of coronary bypass grafts: assessment with breath-hold contrast-enhanced MR angiography – value of a non-electrocardiographically triggered technique. *Radiology*, 208, 345–351, 1998.
61. Aurigemma G.P., Reichek N., Axel L., ve ark. Noninvasive determination of coronary artery bypass graft patency by cine magnetic resonance imaging. *Circulation*, 80,1595–1602, 1989.
62. Galjee M.A., van Rossum A.C., Doesburg T., ve ark. Value of magnetic resonance imaging in assessing patency and function of coronary artery bypass grafts. An angiographically controlled study. *Circulation*, 93, 660–666, 1996.
63. Bahner M., Boese J., Lutz A., ve ark. Retrospectively ECG-gated spiral CT of the heart and lung. *Eur Radiol.*, 9, 106-109, 1999.
64. Nieman K., Rensing B., van Geuns. R, ve ark. Non-invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography: impact of heart rate. *Heart*, 88, 470–474, 2002.
65. Giesler T., Baum U., Ropers D., ve ark. Noninvasive visualization of coronary arteries using contrast-enhanced multidetector CT: influence of heart rate on image quality and stenosis detection. *Am J Roentgenol.*, 179, 911–916, 2002.
66. Hong C., Becker C.R., Huber A., ve ark. ECG-gated reconstructed multi-detector row CT coronary angiography: effect of varying trigger delay on image quality. *Radiology*, 220, 712–717, 2001.
67. Flohr T.G., Schoepf J., Kuettner A., ve ark. Advances in cardiac imaging with 16-section CT systems. *Acad Radiol*, 10, 386-401, 2003.
68. Nieman K., Oudkerk M., Rensing B.J., ve ark. Coronary angiography with multi-slice computed tomography. *Lancet*, 357, 599-603, 2001.
69. Achenbach S., Giesler T., Ropers D., ve ark. Detection of coronary artery stenoses by contrast-enhanced, retrospectively ECG-gated, multi-slice spiral CT. *Circulation*, 103, 2535-2538, 2001.

70. Knez A., Becker C.R., Leber A., ve ark. Usefulness of multislice spiral computed tomography angiography for determination of coronary artery stenoses. *Am J Cardiol.*, 88,1191-1194, 2001.
71. Herzog C., Abolmaali N., Balzer J.O., ve ark. Heart-rate adapted image reconstruction in multidetector-row cardiac CT: Influence of physiological and technical prerequisite on image quality. *Eur Radiol.*, 12, 1670-2678, 2002.
72. Kopp A.F., Schroeder S., Kuettner A., ve ark. Non-invasive coronary angiography with high resolution multidetector-row computed tomography. Results in 102 patients. *Eur Heart J.*, 23, 1714-1725, 2002.
73. Becker C., Knez A., Leber A., ve ark. Detection of coronary artery stenoses with multislice helical CT angiography. *J Comp Assist., Tomogr* 26, 250-755, 2002.
74. Nieman K., Rensing B.J., van Geuns R.J.M., ve ark. Usefulness of multislice computed tomography for detecting obstructive coronary artery disease. *Am J Cardiol.*, 89, 913-918, 2002.
75. Gerber T.C., Kuzo R.S., Lane G.E., ve ark. Image quality in a standardized algorithm for minimally invasive coronary angiography with multislice spiral computed tomography. *J Comput Assist Tomogr.*, 27,62–69, 2003.
76. Herzog C., Britten M., Balzer J.O., ve ark. Multidetector-row cardiac CT: Diagnostic value of calcium scoring and CT coronary angiography in patients with symptomatic, but atypical, chest pain. *Eur Radiol* 14, 169–177, 2004.
77. Kuettner A., Kopp A.F., Schroeder S., et al. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with angiographically proven coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol.*, 43, 831–839, 2004.
78. Nieman K., Cademartiri F., Lemos P.A., ve ark. Reliable noninvasive coronary angiography with fast submillimeter multislice spiral computed tomography. *Circulation*, 106, 2051–2054, 2002.
79. Ropers D., Baum U., Pohle K., ve ark. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation*, 107, 664–666, 2003.

80. Martuscelli E., Romagnoli A., D'Eliseo A., ve ark. Accuracy of thin-slice computed tomography in the detection of coronary stenoses. *Eur Heart J.*, 25, 1043–1048, 2004.
81. Kuettner A., Trabold T., Schroeder S., ve ark. Noninvasive detection of coronary lesions using 16-detector multislice spiral computed tomography technology: Initial clinical results. *J Am Coll Cardiol* 44,1230–1237, 2004.
82. Mollet N.R., Cademartiri F., Nieman K., ve ark. Multislice spiral computed tomography coronary angiography in patients with stable angina pectoris. *J Am Coll Cardiol.*, 43, 2265–2270, 2004.
83. Mollet N.R., Cademartiri F., Krestin G.P., ve ark. Improved diagnostic accuracy with 16-row multi-slice computed tomography coronary angiography. *J Am Coll Cardiol.*, 45, 128-132, 2005.
84. Kuettner A., Beck T., Drosch T., ve ark. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary imaging using 16-dedector slice spiral computed tomography with 188 ms temporal resolution. *J Am Coll Cardiol.*, 45, 123-127, 2005.
85. Kuettner A., Burgstahler C., Beck T., ve ark. Coronary vessel visualization using 16-row multi-slice computed tomographic technology. *Int J Cardiovasc Imag.*, 21, 331-337, 2005.
86. Raff G.L., Gallagher M.J., O'Neill W.W., ve ark. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. *J Am Coll Cardiol.*, 46, 552-557, 2005.
87. Mahnken A.H., Wildberger J.E., Koos R., ve ark. Multislice spiral computed tomography of the heart: Technique, current applications, and perspective. *Cardiovasc Intervent Radiol.*, 28, 388-399, 2005.
88. Kitagawa T., Fujii T., Tomohiro Y., ve ark. Noninvasive assessment of coronary stents in patients by 16-slice computed tomography. *Int J Cardiol.*, 2005 article in press.
89. Schujf J.D., Bax J.J., Jukema W., ve ark. Feasibility of assessment of coronary stent patency using 16-slice computed tomography. *Am J Cardiol.*, 94, 427-430, 2004.

90. Budoff M.J., Cohen M.C., Garcia M.J., ve ark. ACC/AHA clinical competence statement on cardiac imaging with computed tomography and magnetic resonance: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association/American College of Physicians Task Force on Clinical Competence (ACC/AHA Committee on CV Tomography). *J Am Coll Cardiol.*, 46, 383-402, 2005.
91. Ko G.Y., Choi D., Jang Y., ve ark. Assessment of coronary artery bypass graft patency by multislice computed tomography. *Yonsei Med J.*, 44, 438-444, 2003.
92. Schlosser T., Konorza T., Hunold P., ve ark. Noninvasive visualization of coronary artery bypass grafts using 16-detector row computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 44, 1224-1229, 2004.
93. Brundage B.H., Lipton M.J., Herkens R.J., ve ark. Detection of patent coronary bypass grafts by computed tomography. A preliminary report. *Circulation*, 61, 826-831, 1980.
94. White R.D., Pflugfelder P.W., Lipton M.J., ve ark. Coronary artery bypass grafts: evaluation of patency with cine MR imaging. *Am J Roentgenol.*, 150, 1271-1274, 1988.
95. Pattynama P.M., De Ross A., Van der Wall E.E., ve ark. Evaluation of cardiac function with magnetic resonance imaging. *Am Heart J.*, 128, 595-607, 1994.
96. Langerak S.E., Vliegen H.W., Jukema J.W., ve ark., Value of magnetic resonance imaging for the noninvasive detection of stenosis in coronary artery bypass grafts and recipient coronary arteries. *Circulation*, 107, 1502-1508, 2003.
97. Ropers D., Ulzheimer S., Wenkel E., ve ark., investigation of aortocoronary artery bypass grafts by multislice spiral computed tomography with electrocardiographic-gated image reconstruction. *Am J Cardiol.*, 88, 792-795, 2001.
98. Chiurlia E., Menozzi M., Ratti C., ve ark. Follow-up coronary artery bypass graft patency by multislice computed tomography. *Am J Cardiol.*, 95, 1094-1097, 2005.

99. Martuscelli E., Ramognoli A., D'Eliseo A., ve ark. Evaluation of venous and arterial conduit patency by 16-slice spiral computed tomography. *Circulation*. 110, 3234-3238, 2004.



EK 1

ÇALIŞMAYA ALINAN HASTALARIN LİSTESİ

	Adı-Soyadı	Dosya No
1	A. S.	2909121
2	Ş. P.	553693
3	M. K.	473664
4	S. Ö.	1985556
5	H. E.	563723
6	G. C.	1591182
7	A. A.	2791965
8	A. M.	326935
9	Ş. G.	604326
10	G. Ş.	730860
11	A. M.	1380782
12	Y. S. A.	2928930
13	A. V. M.	1506415
14	H. K.	1539282
15	M. A.	2160652
16	N. B.	3119156
17	Z. A.	2702663
18	M. Z. A.	2391504
19	M.G.	2988927
20	İ. A.	2181673
21	N. İ.	2921854
22	H. T.	903281
23	T. Ş.	2701069
24	S. Ö	2146479
25	A. F. Y.	3115654
26	A. T. İ.	1711605
27	A. N. A.	1942729
28	M. T.	556928
29	N. E.	2190042
30	S. N.	2781561
31	M. T.	2779521
32	İ. Y.	728467
33	H.Y.	253926
34	M.A. A.	1523812
35	M. Ş.	2120213
36	M.N. K.	2507601
37	N. M.	2995829
38	K. Y.	49847
39	B. U.	295332
40	M. A.	788952

41	A. T.	2944601
42	H. E.	953207
43	H. G.	600574
44	R. T. T.	574628
45	H. K.	773069
46	Z. O.	2960103
47	Y. T.	627322
48	N. S.	2993139
49	K. İ.	2527242
50	A. İ.	770861
51	Ş. K.	512445
52	R. S	2127083
53	B. B.	3170734
54	C. Ö.	505712
55	H. B.	2916438
56	S. Ş.	2784376
57	Y. D.	2716046
58	S. K.	2570086

