

Koroner Arter Multi-dedektör BT Anjiyografi: İnvaziv Koroner Anjiyografi ile Karşılaştırılması

Coronary Angiography with Multidetector Row Computed Tomography: Comparison With Catheter Coronary Angiography

Erdem Çaylı¹, Ebru Düşünceli Atman², Çağlar Uzun², Evren Üstüner², Çetin Atasoy²

¹ Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Bölümü

² Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı

Amaç: Sekiz kanallı multidedektör BT (MDBT) koroner anjiyografi tetkikinin koroner arter hastalığının değerlendirilmesindeki potansiyelinin ve doğruluk oranının tespit edilmesi ve koroner arterlerin kardiyak siklusun fazlarına göre optimal değerlendirildiği persentilleri ve artefaksız görüntülenme oranlarını bulmaktır.

Gereç ve Yöntem: Aralık 2003–Temmuz 2005 tarihleri arasında koroner arter hastalığı şüphesi nedeniyle tetkik edilen, yaşları 39 ile 80 arasında değişen (ortalama 55.6±9.6) 19'u kadın, 32'si erkek toplam 51 olgu çalışmaya dahil edildi. İnceleme 8 dedektörlü MDBT cihazı (Light Speed, General Electric, Wisconsin, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Bir millilitrede 400 mg iyot içeren non-iyonik kontrast madde (Iomeron, Bracco, İtalya) 120-140 cc miktarında, otomatik enjektör sistemi kullanılarak 5 ml/sn hızıyla enjekte edildi. Elde edilen ham görüntülerden, kardiyak siklusun %30-%80'lik diliminde, retrospektif EKG "gating" yöntemi kullanılarak rekonstrükte imajlar oluşturuldu. Ana koroner arterlerin kardiyak siklusun hangi dönemlerinde optimal görüntülenebildiği araştırıldı. Koroner arterlerin görüntülenebilen ve artefaktan bağımsız izlenebilen uzunlukları ölçüldü. Konvansiyonel grafi ile tetkik edilen 14 olguda stenoz ve olgu bazında MDBT'nin spesifisite ve sensitivite değerlerine bakıldı.

Bulgular: Konvansiyonel grafi ile tetkik edilen 14 olgunun 7'sinde MDBT'de değişik düzeylerde %50 ve üstü darlık saptandı. Bu olguların 4'ünde bulgular konvansiyonel grafi ile uyumlu bulunurken MDBT'de anlamlı darlık saptanan 3 olguda ise konvansiyonel anjiyografide anlamlı darlık izlenmedi. Diğer 7 olguda ise hem anjiyografi hem de MDBT'de %50 ve üstü stenoz saptanmadı (hasta bazında spesifisite %70, sensitivite %100). Söz konusu iki yöntem arasında orta derecede uyum saptandı (kappa=0.571).

MDBT'de 13 segmentte %50 ve üstü darlık kaydedildi. Konvansiyonel anjiyografide bunların 7'si uyumlu bulundu. Altı segmentte MDBT'de yanlış pozitif, 4 segmentte yanlış negatif sonuç bulundu (stenoz bazında spesifisite %53, sensitivite %63). Çalışmada sol ana koroner arter tüm rekonstrüksiyon setlerinde artefaksız olarak görüntülenebilmiştir. Sol ön inen arterin kardiyak siklusun %70, sağ koroner arterin %50 ve sol sirkumfleks arterin ise %40'lık diliminde en iyi görüldüğü kaydedilmiştir.

Bu çalışmada ana koroner arterlerin görüntülenebilen ortalama uzunlukları sol ana koroner arter 11.14±2.81 mm, sol ön inen arter 108.5±18.99 mm, sol sirkumfleks arter 68.02±17.26 mm, sağ koroner arter 105.45±25.68 mm bulunmuştur. Sol ana koroner arter dışındaki ana koroner arterlerin artefaksız görüntülenme oranları sol ön inen arter için %84.06±16.74, sağ koroner arter için %75.31±20.48, sol sirkumfleks arter için %68.02±17.26 bulunmuştur.

Sonuç: Sekiz kanallı MDBT sistemleriyle yapılan koroner anjiyografi, koroner arterlerde konvansiyonel koroner anjiyografinin yerini alabilecek potansiyele sahip değildir. Sekiz kanallı BT sistemleri düşük temporal çözünürlüğe bağlı olarak arterlerin tam olarak hareketsiz görüntülenmeleri için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle koroner stenozların saptanması ve dışlanması amacıyla koroner anjiyografinin yerini almaktan uzaktır.

Anahtar Sözcükler: Anjiyografi, ateroskleroz, bilgisayarlı tomografi, koroner arterler, stenoz

Purpose: We aimed to determine the potential and accuracy of multidetector computed tomography (MDCT) coronary angiography with an eight-row scanner in the evaluation of coronary artery disease, and find the best reconstruction percentages for motion free evaluation of each coronary artery according to the phase of the cardiac cycle.

Materials and Methods: Fifty-one patients, 19 females and 32 males, aged between 39 and 80 years (mean, 55.6 ± 9.6 years) with suspected coronary artery disease were included in the study between December 2003 and July 2005. Examinations were performed using an MDCT scanner with eight detector rows (Light Speed, General Electric, Wisconsin, USA) after the intravenous injection of 120-140 cc of 400 mg I/ml non-ionic contrast media (Iomeron, Bracco, Italy) at 5 ml/sec. Reconstructed images were created from the source images using retrospective ECG gating between the 30th and 80th percentiles of the cardiac cycle. The best phases of the cardiac cycle that allowed optimal imaging of the main coronary arteries were investigated. The lengths of the main coronary arteries that could be evaluated free from artifacts were measured. Findings of MDCT examination were compared with catheter angiography in 14 patients.

Results: Stenoses exceeding 50% of the luminal diameter were found with MDCT in seven of 14 patients. In four patients findings of both methods were concordant (true positives). However, catheter angiography was normal in three patients with significant stenosis on MDCT (false positives). Both methods were negative for significant stenosis in the remaining seven cases (true negatives). On a per-patient basis, sensitivity of MDCT was 100%, but the specificity was 70%. There was a medium degree of correlation between both methods (kappa coefficient 0.571). On a per-lesion basis, stenosis of 50% and higher was found on MDCT in 13 segments. Seven of these were confirmed on conventional angiography. There were six false positive and four false negative results. On a per-lesion basis, the sensitivity of MDCT was 63% and the specificity was 53%. It was possible to image the left main artery in all reconstruction sets without artifacts. The left anterior descending artery was best seen in the 70th percentile of the cardiac cycle. The right coronary artery was best seen in the 50th percentile and the left circumflex artery was best seen in the 40th percentile. The average lengths of the main coronary arteries that could be evaluated were found to be 11.14 ± 2.81 mm for the left main artery, 108 ± 18.99 mm for the left anterior descending artery, 68.02 ± 17.26 mm for the left circumflex artery and 105.45 ± 25.68 mm for the right coronary artery. Ratios of the artefact free lengths were 84.06 ± 16.74% for the left anterior descending artery, 75.31 ± 20.48% for the right coronary artery and 68.02 ± 17.26% for the left circumflex artery.

Conclusion: Coronary angiography performed using MDCT systems with eight detector rows do not have the potential of replacing conventional coronary angiography. They are not satisfactory in complete and artefact-free imaging of the coronary arteries because of low temporal resolution. Therefore they cannot reliably detect and exclude significant coronary stenosis.

Key Words: Angiography, atherosclerosis, computed tomography, coronary arteries, stenosis.

Geliş Tarihi: 10.04.2015 • Kabul Tarihi: 27.07.2015

İletişim:

Uz. Dr. Erdem ÇAYLI

Tel: +90 (312) 322 01 84

Faks: +90 (312) 567 47 70

GSM: 0506 509 56 75

E-posta: erdemcayli@yahoo.com

Etlik Zübeyde Hanım Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi Radyoloji Bölümü

Yeni Etlik Cad. No:55, İstasyon, Yenimahalle, Ankara (GATA Karşısı)

Ateroskleroz koroner arter hastalığının en sık nedenidir. Koroner arter hastalığına meyilli olan toplumlarda erken ölümlerin çoğu, öncesinde bir uyarı olmadan gerçekleşir. Gelişmiş batı ülkelerinde bütün ölümlerin

en az yarısı koroner arter hastalıkları nedeniyle olmaktadır (1).

Koroner arterlerin değerlendirilmesinde, konvansiyonel koroner anjiyografi halen tanıda kullanılan diğer me-

totların karşılaştırıldığı bir standarttır. Koroner arteriyografi koroner arterleri ve buradaki darlıkların yerini, ciddiyetini ve şeklini anatomik olarak belirlemenin yanı sıra, distal damarların özelliklerini ve koroner akım indeksini, kollateral damarları ve fonksiyonel önemini gösterir (2).

İlerlemiş koroner arter hastalığı; klinik olarak stabil anjina pectoris, kronik kalp yetmezliği ve akut koroner sendromları içeren geniş bir hastalık grubudur. Bu klinik durumlarda belirgin stenotik aterosklerotik hastalık ihtimaline karşı, tüm epikardial koroner sistemde lüminal stenozun kesin tanımlanması ve doğru kantifikasyonu gereklidir. Konvansiyonel anjiyografi bu bilgiye ulaşılmasını ve aynı seansta terapötik girişimsel işlemlerin yapılmasını (anjiyoplasti, stent yerleştirme) sağlar. Bu nedenle konvansiyonel anjiyografi ciddi stenotik koroner lezyonlarda, girişimsel veya cerrahi tedavilere rehberlik için önemini korumaktadır. Ancak diğer klinik durumlarda obstrüktif-nonobstrüktif koroner arter hastalığının detaylı değerlendirmesi giderek artan oranlarda noninvaziv görüntüleme teknikleri ile yapılmaktadır (3).

İlerleyen X-ışını görüntüleme sistemleri sonucunda koroner arteriyografi çalışmalarının kalitesi artmış olsa da metotta birkaç sınırlandırma mevcuttur. Film yorumlaması subjektiftir. Farklı anjiyografi uzmanları aynı filmi farklı yorumlayabilir veya aynı kişi değişik zamanlarda farklı yorumlayabilir (2).

Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıkları ile birlikte elde edilmesi bilgisayarlı tomografi (BT) anjiyografide çok önemli bir gelişmedir. Willis poligonu damar yapıları değerlendirilebilir hale gelmiş, karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz yapıların preoperatif değerlendirilmesi kolaylaşmış, pulmoner emboliden şüphelenilen hastalarda daha ince segmenter dallardaki emboliler gösterilmiştir. Aort anevrizması, aort diseksiyonu, ekstremit ve renal arterlerin aterosklerotik lezyonları,

mezenter iskemisi daha net bir şekilde değerlendirilebilmiştir (4). Solunum kooperasyonu gerektiren durumlarda tetkik süresi kıaldığından solunum ile ilgili artefaktlar ortadan kalkmıştır (5). Tarama hızının artması nedeniyle BT anjiyografi uygulamalarında kontrast madde dozu azaltılabilmektedir. Multidedektör BT (MDBT) koroner arterlerde stenoz varlığının belirlenmesinde, plakların görüntülenmesi ve miyokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesinde noninvaziv bir yöntemdir (4). BT ile miyokardiyum, miyokardiyumun perfüzyonu, fonksiyon, duvar hareketleri, kalp kapakları ve tümörler incelenebilmektedir (6,7).

Kalbin görüntülenmesi devamlı hareketi nedeniyle teknik açıdan problemlidir. BT'nin temporal çözünürlüğü (50-300 msn) konvansiyonel anjiyografiye (<10 msn) göre düşüktür. Hareket artefaktlarını engellemek için görüntüler hareketin en az olduğu geç diyastol döneminde alınmalıdır (8).

Bu çalışmada amaç; sekiz kanallı MDBT koroner anjiyografi tetkikinin koroner arter hastalığının değerlendirilmesindeki potansiyelinin ve doğruluk oranının tespit edilmesi ve koroner arterlerin kardiyak siklusun fazlarına göre optimal değerlendirildiği persentilleri ve artefaktsız görüntülenme oranlarını bulmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Olgular

Bu çalışmada Aralık 2003–Temmuz 2005 tarihleri arasında koroner arter hastalığı şüphesi nedeniyle tetkik edilen 51 hastanın MDBT cihazı ile gerçekleştirilmiş koroner BT anjiyografileri retrospektif olarak değerlendirildi. Olguların hepsi sinüs ritmindeydi. Hamileler, renal yetmezliği olan (serum kreatinini >1.5 mg/dl), hipertiroidi kliniği bulunan, özgeçmişlerinde iyotlu kontrast maddelere karşı alerjik reaksiyon öyküsü olan, aritmisi bulunan, ileri derecede solunum yetmezliği olan hastalar ile supin pozisyonda yat-

mayı engelleyen özel durumu olan hastalar çalışmaya alınmadı. Çalışma kapsamındaki 19'u kadın, 32'si erkek toplam 51 hastanın yaşları 39-80 arasında değişmekte olup, yaş ortalaması 55.6±9.6 olarak hesaplandı. Elli bir hastanın 14'ünün ayrıca konvansiyonel koroner anjiyografi tetkiki de mevcuttu.

Premedikasyon

Hastaların BT masasına supin pozisyonda alınmasını takiben EKG monitörizasyonu yapıldı. Kalp atım hızı >60 atım/dk olan hastalarda; antekübital fossa düzeyinden 20G intraketle damar yolu açılması sonrası, monitörden kalp hızı görüntülenerek, kontrollü şekilde 0.5-2 mg arasında değişen miktarda kısa ve çabuk etkili beta-blokör (BELOC® 5mg/5ml metoprolol tartarat) iv infüzyonu yapıldı. Hastaların kalp hızları 50-87 atım/dk arasında değişmekteydi. Ortalama kalp hızı 61.6±7.19 olarak hesaplandı.

Multidedektör Spiral BT Anjiyografi

MDBT koroner anjiyografi incelemeleri 8 dedektörlü tarayıcı (Light Speed, GE, Wisconsin, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi. Hastaların supin pozisyonda BT masasına alınmasını takiben, antekübital fossa düzeyinden 20G intraketle damar yolu açıldı. Tarama alanının belirlenmesi amacıyla topogram görüntü alınmasını takiben, "bolus tracking" programı için aort kökü düzeyi esas alınarak, topogram üzerinden tek kesitlik bir görüntü alındı. Aort lümeni manuel olarak işaretlenerek, taramanın başlatılması için öngörülen eşik kontrastlanma düzeyi (110 HU) ayarlandı. Trakeal bifurkasyon (karina) düzeyi ile kalbin diyaframatik yüzü arasındaki alan tarama alanı olarak belirlendi. İnceleme esnasında prekontrast görüntüler alınmadı. Bir mililitrede 400 mg iyot içeren non-iyonik kontrast madde (Iomeron, Bracco, İtalya) 120-140 cc miktarında, otomatik enjektör sistemi (medRAD) kullanılarak 5 ml/sn hızıyla enjekte edildi. "Bolus tracking" tekniği ile aort lümeninin işaretlenmiş olduğu tek

kesitten yinelenen görüntüler alınırken, öngörülen eşik kontrastlanma düzeyine erişildiğinde, tarama cihaz tarafından otomatik olarak başlatıldı. Senkronize EKG kaydı yapılarak tek bir nefes tutma zamanı içerisinde inceleme gerçekleştirildi.

Görüntülerin Rekonstrüksiyonu

Görüntüler 1.25 mm kesit kalınlığı ve 0.7 mm intervallerle, retrospektif EKG "gating" yöntemi kullanılarak rekonstrükte edildi. Kalp hızına göre tek segmentli veya çift segmentli rekonstrüksiyon yapıldı (70'in altında tek segmentli, 70'in üstünde çift segmentli).

Verilerin Değerlendirilmesi

Saptanan stenozlar %50'nin altı ve %50 ve üstü olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Koroner arter segmentlerindeki stenoz yüzdesi, aksiyel plandaki kaynak görüntülerde ya da "multiplanar rekonstrüksiyon" (MPR) imajlarda, stenotik damar segmentinin nonsstenotik damar segmentine oranlanmasıyla hesaplandı.

Değerlendirmeler tek radyolog tarafından konvansiyonel koroner anjiyografi sonuçları hakkında bilgi olmaksızın yapıldı. Bulgular altın standart yöntem olarak kabul edilen konvansiyonel koroner anjiyografi bulguları ile karşılaştırıldı.

Olguların tümüne, kardiyak siklusun %30-%80'lik dilimlerinde rekonstrüksiyonlar yapıldı ve ana koroner arterlerin optimal görüntülenebildiği persentiller saptandı. Sol ön inen arter (LAD), sağ koroner arter (RCA) ve sol sirkumfleks arter (LCX)'in görüntülenebilen ve artefaktan bağımsız izlenebilen uzunlukları ölçüldü. Artefaktsız görüntülenme oranları hesaplandı.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi Statistical Package for the Social Sciences (SPSS for Windows Release IIS) programında yapıldı. Değerlendirmelerde, MDBT koroner anjiyografi ile konvansiyonel koroner anjiyografi teknikleri arasındaki ilişkiler kapa katsayısı ve koroner arterlere ait görüntülenme özellikleri tanımlayıcı istatistik bilgiler kullanılarak yapıldı.

BULGULAR

Çalışmaya yaşları 39 ile 80 arasında değişen, 19'u kadın, 32'si erkek toplam 51 hasta alınmıştır (yaş ortalaması 55.6±9.6).

Bu çalışmada, 51 hastanın 14'ünde konvansiyonel koroner anjiyografi tetkiki yapıldı. Konvansiyonel anjiyografi ile tetkik edilen 14 olgunun 7'sinde MDBT'de değişik düzeylerde %50 ve üstü darlık saptandı. Bu olguların 4'ünde bulgular konvansiyonel grafi ile uyumlu bul-

nurken MDBT'de anlamlı darlık saptanan 3 olguda ise konvansiyonel anjiyografide anlamlı darlık izlenmedi (Tablo 1). Diğer 7 olguda ise hem anjiyografi hem de MDBT'de %50 ve üstü stenoz saptanmadı (olgu bazında spesifisite %70, sensitivite %100).

MDBT'de %50 ve üstü 13 adet darlık kaydedildi. Konvansiyonel anjiyografide bunların 7'si uyumlu bulundu. Altı segmentte MDBT'de yanlış pozitif, 4 segmentte yanlış negatif sonuç bulundu (stenoz bazında spesifisite %53, sensitivite %63).

Kappa değeri 0.571 bulunmuş olup söz konusu iki yöntem arasında orta derecede uyum mevcuttur (Tablo 1).

Bizim çalışmamızda sol ana koroner arter (LMA)'in tüm rekonstrüksiyon setlerinde bütün uzunluğu boyunca artefaktsız olarak görüntülenebildiği, LAD'nin kardiyak siklusun %70, RCA'nın %50 ve LCX'in ise %40'lık diliminde en iyi görüldüğü kaydedilmiştir (Tablo 2).

Bu çalışmada ana koroner arterlerin görüntülenebilen ortalama uzunlukları LMA 11.14±2.81 mm, LAD 108.5±18.99 mm, LCX 68.02±17.26 mm, RCA 105.45±25.68 mm bulunmuştur. LMA dışındaki ana koroner arterlerin artefaktsız görüntülenme oranları LAD için %84.06±16.74, RCA için %75.31±20.48, LCX için %68.02±17.26 bulunmuştur (Tablo 3).

Tablo 1: Yüzde 50 ve üstü stenozları saptamada olgu bazında MDBT ile konvansiyonel anjiyografinin karşılaştırılması

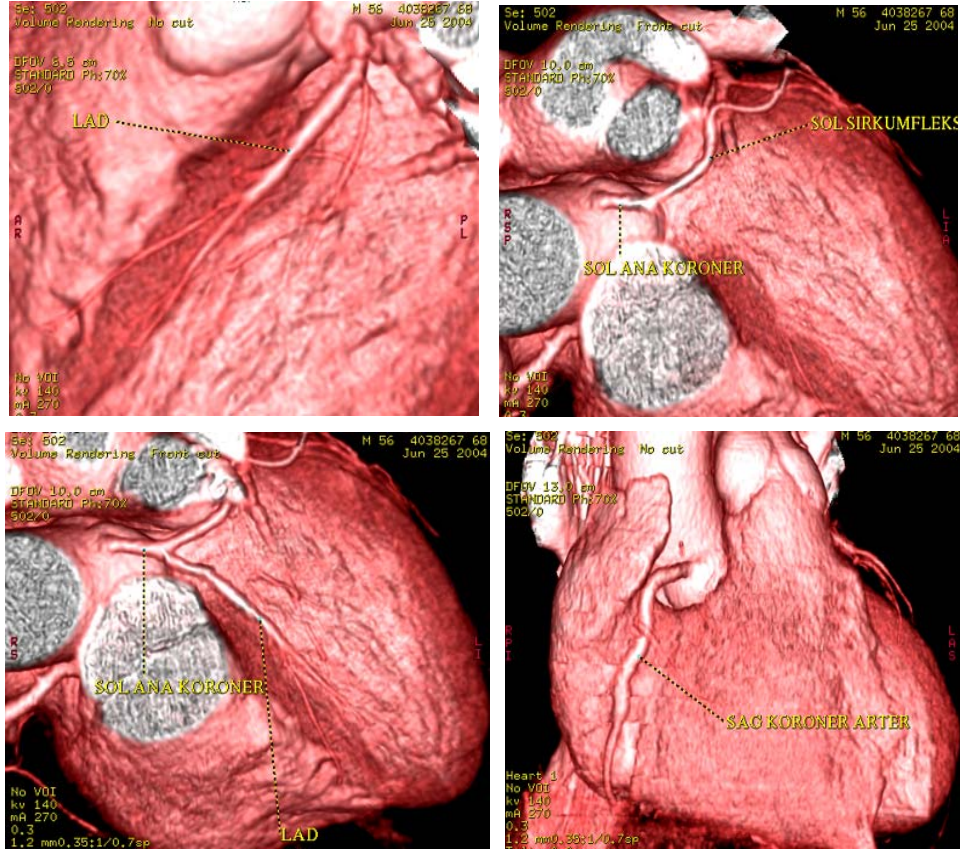
		MDBT		Toplam hasta sayısı
		%50 altında stenoz	%50 ve üstü stenoz	
Konvansiyonel Anjiyografi	%50 altında stenoz	7	3	10
	%50 ve üstü stenoz	0	4	4
Toplam hasta sayısı		7	7	14

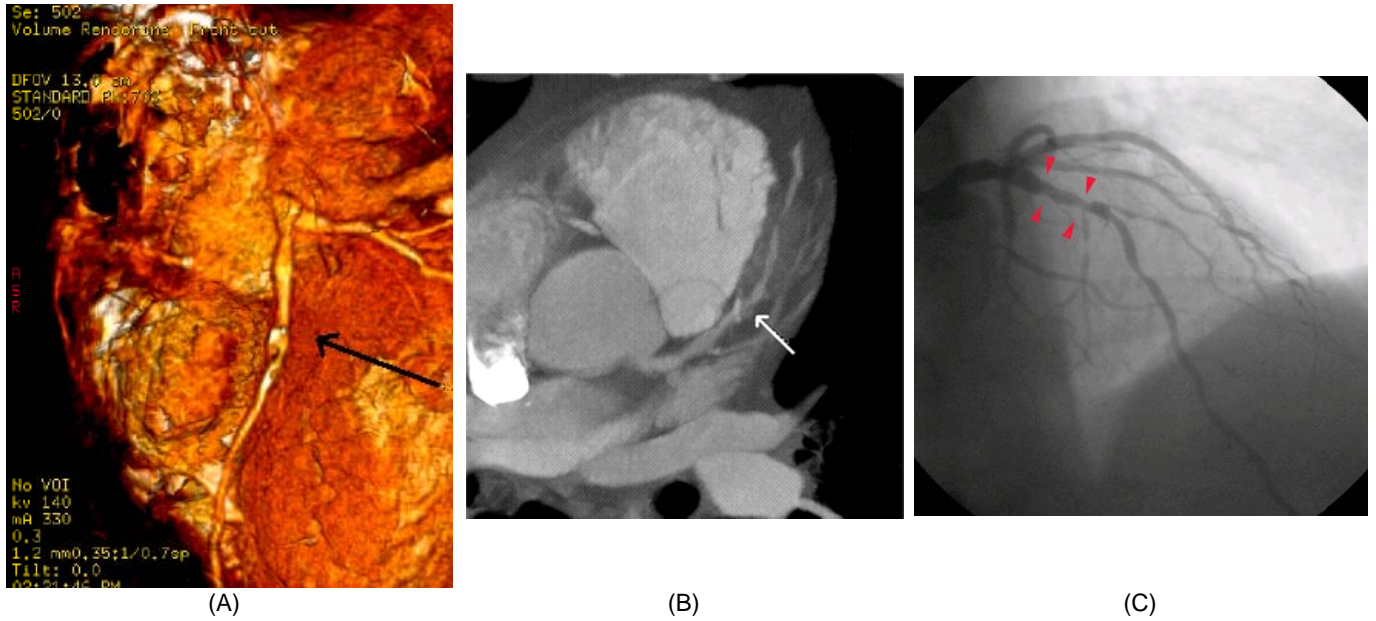
Tablo 2: LMA dışındaki ana koroner arterlerin optimal görüntülenebildiği persentiller

	30%	40%	50%	60%	70%	80%	Toplam
LAD	0	6	4	0	24	17	51
	0.00	11.76	7.84	0.00	47.06	33.33	
LCX	0	19	8	0	12	12	51
	0.00	37.25	15.69	0.00	23.53	23.53	
RCA	0	9	22	2	8	10	51
	0.00	17.65	43.14	3.92	15.69	19.61	

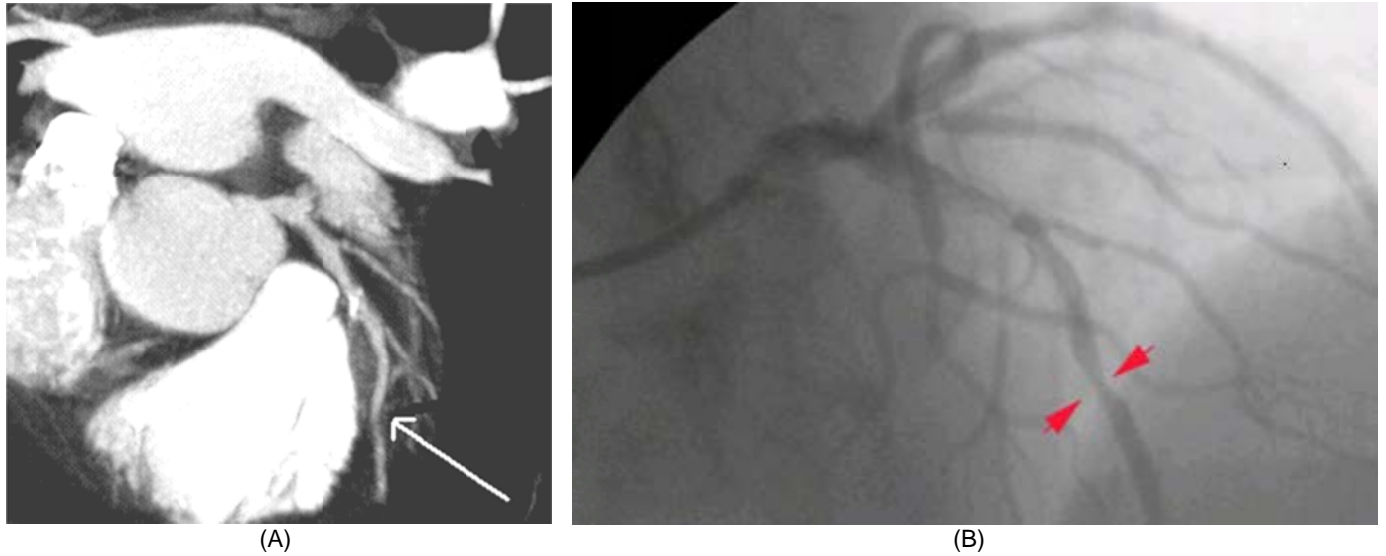
Tablo 3. LAD, RCA ve LCX'in görüntülenebilen uzunlukları ve artefaksız görüntülenme oranları

	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma
LAD uzunluk (mm)	51	58	146	108.5	18.99
LAD oran	51	38	100	84.06	16.74
LCX uzunluk (mm)	51	30.00	112.00	68.02	17.26
LCX oran	51	31.00	100.00	68.02	17.26
RCA uzunluk (mm)	51	20.00	145.00	105.45	25.68
RCA oran	51	27.00	100.00	75.31	20.48

**Şekil 1:** 56 yaşında erkek hastada koroner arterlerin 'volüm rendering teknik' (VRT) görüntüleri (LAD: sol ön inen arter)



Şekil 2: Sol ön inen arter orta kesimde % 70 darlık saptanan 56 yaşında erkek hasta
(A) Koroner BT anjiyografi 'volüm rendering teknik' (VRT) görüntüsü (siyah ok)
(B) Koroner BT anjiyografi 'multiplanar rekonstrüksiyon' (MPR) görüntüsü (beyaz ok)
(C) Sağ ön oblik pozisyonda konvansiyonel anjiyografi görüntüsü (ok başları)



Şekil 3: İkinci diagonal sonrası sol ön inen arterde %80 darlık saptanan 56 yaşında erkek hasta
(A) Koroner BT anjiyografi 'multiplanar rekonstrüksiyon' (MPR) görüntüsü (ok)
(B) Sağ ön oblik pozisyonda konvansiyonel anjiyografi görüntüsü (ok başları)

TARTIŞMA

Geçen 30 yıl süresince kardiyovasküler sistem hastalıklarında önemli mortalite düşüşü sağlanmıştır. Yine de kardiyovasküler sistem hastalıkları yaşamı ve sağlığı tehdit eden nedenlerin arasında başı çekmektedir. Birçok kardiyovasküler sistem has-

talığının temelinde yatan neden ise klinikte koroner arter hastalığı, serebrovasküler olay ya da periferik arter hastalığı olarak ortaya çıkan aterosklerozdur (9).

Konvansiyonel koroner anjiyografi koroner arterlerin değerlendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemidir. Konvansiyonel koroner anji-

yografide verilen kontrast maddenin dağılımı incelenerek miyokard fonksiyonu değerlendirilebilmekte, hemodinamik olarak basınç ölçümleri yapılabilmektedir. Balon anjiyoplasti ve stent implantasyonu gibi girişimsel tedavi yaklaşımları ile kombine edilebilmesi konvansiyonel koroner anjiyografinin diğer avantajlarıdır (10).

Kateterizasyon tekniklerinin gelişmesi ve kullanılan kontrast maddelere toleransın sürekli artmasına rağmen, konvansiyonel koroner anjiyografi, riskleri, komplikasyonları (%0.15 mortalite, %1.5 morbidite) ve yüksek maliyeti olan, hospitalizasyon ihtiyacı doğuran invaziv bir tanı yöntemidir (11,12). Ayrıca anjiyografi esnasında stent ve girişimsel işlem yapılan hasta oranının %28 civarı olması nedeniyle son yıllarda konvansiyonel koroner anjiyografiye alternatif olarak MDBT, manyetik rezonans görüntüleme (MRG), elektron beam bilgisayarlı tomografi gibi noninvaziv tanı yöntemleri üzerinde çalışılmaya başlanmıştır (13).

BT teknolojisi ile noninvaziv koroner görüntülemeye hem önemli lüminal stenozda hem de nonstenotik aterosklerotik plakları göstermede başvurulabilir. MDBT stenotik aterosklerotik veya non-aterosklerotik koroner arter hastalığı olan seçilmiş hastalarda konvansiyonel anjiyografiyi tamamlayıcı bir yöntemdir. Aterosklerotik plakların noninvaziv olarak tanımlanması ve sayısının belirlenmesi, koroner arter hastalığı progresyonu ve/veya komplikasyonlarını önlemekte yararlı olabilir (3).

Kardiyak hareketler, distal arteriyel segmentlerin boyutlarının küçük olması ve bükümlü seyir göstermesi nedeniyle MDBT ile epikardial koroner arterlerin tüm segmentlerinin vizüalizasyonu sınırlıdır. Sol ana koroner arter ve LAD'nin proksimal bölümleri hareketten daha az etkilendiklerinden ve transvers plana hemen hemen paralel seyir gösterdiklerinden bu MDBT'de güvenilir bir şekilde görüntülenebilir. Diğer yandan kardiyak siklus sırasındaki kompleks hareket ve görüntüleme düzlemine oblik oryantasyonları nedeniyle sağ koroner arter, sirkumfleks arter ve küçük yan dalların vizüalizasyonu zordur. Çalışmaların sonuçları retrospektif olarak verilerin kardiyak siklusun değişik fazlarında rekonstrüksiyonu ile koroner arterlerin optimal vizüalizasyonunun sağlandığını göstermektedir (3).

Değişik çalışmalarda konvansiyonel anjiyografi ile kıyaslandığında belirgin lüminal stenozu saptamadaki sensitivite oranları %61-91 arasında değişmektedir. Yüksek oranlar değerlendirilemeyen segmentler çıkarılarak hesaplanmıştır. Tüm segmentler hesaba katıldığında duyarlılık oranları %60 seviyelerine inmektedir (3-14). Bizim çalışmamızda duyarlılık %63 bulunmuş olup bu sonuçla uyumludur.

Greft açıklığı ya da oklüzyonu sırasıyla kontrastlanmanın varlığı veya yokluğu ile değerlendirilir. İnternal mammarian greftlere göre çapları daha geniş olduğu için venöz aortokoroner greftler stenoz varlığı ve derecesi açısından değerlendirilebilir. İnternal mammarian greftlerde daha sık görüldüğü üzere metalik cerrahi klipsler, koroner greftin komşuluğundaki segmentin değerlendirilmesini zorlaştırabilir. Ancak bu etkileşim MRG'dekinden daha azdır (3). Sekiz dedektörlü cihaz kullandığımız bu çalışmada bypass greftli iki hastada oklüzyon tespit edilmiş ve konvansiyonel anjiyografide teyit edilmiştir. Bu sonuç greft oklüzyonu değerlendirilmesinde MDBT'nin yeri olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda da görüldüğü gibi MDBT ve koroner anjiyografi arasında stenoz derecelendirilmesi bakımından farklar söz konusu olabilmektedir. Bunun nedenlerinden en önemlisi plaklardaki kalsifikasyondur. Ciddi kalsifikasyon varlığı kontrastlı BT koroner anjiyografi incelemelerinde kısıtlayıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Kalsifikasyonun oluşturduğu "beam hardening" (ışın sertleşmesi) ve "parsiyel volüm" etkileri sebebiyle damar lümenine paralel ve aksiyel planda alınan kesitlerde patent lümen görüntülenemediği için stenoz olduğundan fazlamış gibi değerlendirilebilir. Stentler, cerrahi klipsler ve sternal tel sütürlerin varlığında da benzer etkiler ortaya çıkmaktadır. Mümkün olan en ince kesitin alınması ile parsiyel volüm artefaktları azaltılmaya çalışılmaktadır (3).

Retrospektif EKG "gating" yönteminde; senkronize EKG kaydı eşliğinde, kalp hızına adapte edilmiş yavaş masa hızı ile birbirleri ile örtüşen imajların alındığı spiral tarama yapılmaktadır (15). Retrospektif EKG "gating" yöntemi ile oluşturulan rekonstrüksiyon setlerinde hareket artefaktlarının etkisi prospektif EKG tetikleme oranla daha az görülmektedir. Bu nedenlerle kontrastlı koroner BT anjiyografi tetikinde retrospektif EKG "gating" yöntemi tercih edilmektedir (16).

Bizim çalışmamızda da retrospektif EKG "gating" yöntemi kullanıldı, R-R intervalleri yüzdelik dilimlere bölünerek rekonstrüksiyon başlama noktaları belirlendi. Kopp ve arkadaşları çalışmalarında LAD'nin siklusun %60-70, LCX'in %50 ve RCA'nın %40'lık diliminde başlatılan rekonstrüksiyonlarda en iyi gösterildiğini belirtmişlerdir (13). Hong ve arkadaşlarının çalışmasında ise RCA'nın %50, LCX'in %60, LAD'nin %50-60'lık dilimde başlatılan rekonstrüksiyonlarda optimal kalitede izlendiği belirtilmiştir (17). Bizim çalışmamızda LMA'nın tüm rekonstrüksiyon setlerinde artefaktsız olarak görüntülenebildiği, LAD'nin kardiyak siklusun %70, RCA'nın %50 ve LCX'in ise %40'lık diliminde en iyi görüldüğü kaydedilmiştir. Achenbach ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada LMA ve LAD %70-80, LCX ve RCA %50'de optimal görüntülenebilmiştir (18).

Kalp siklusu boyunca her koroner arterin en hareketsiz olduğu dönem farklıdır. Bu ayrıca hastadan hastaya da değişebilen bir karakter taşımaktadır.

Biz bu çalışmada MDBT ile retrospektif EKG gating kullanılarak sinüs ritmindeki bir grup olguda bu yöntemin klinik kullanılabilirliği ve imaj kalitesi hakkında değerlendirme yaptık. Ana koroner arterlerin görüntülenebilen ve artefaktsız görüntülenen uzunluklarını ölçtük. Ölçümlerimiz ve artefaktsız görüntüleme oranlarımız Achenbach ve arkadaşlarının yaptığı çalışma (18) ile benzer bulundu. Aynı çalışmada sağ koroner arterin orta ve sir-

kumfleks ve LAD'nin distal segmentlerinin hareket artefaktlarından en çok etkilenen kesimler olduğu kaydedilmişti. Bizim çalışmamızda da bu segmentlerin artefaktan sıklıkla etkilendiği görüldü.

Biz bu çalışmada 51 hastanın 14'ünde invazif anjiyografi ile karşılaştırma yapabildik. Yapılan karşılaştırmada iki yöntem arasındaki uyumu gösteren kappa katsayısı 0.571 bulundu. Bunun sonucunda iki yöntem sonuçları arasında orta düzeyde uyum olduğu tespit edildi. Hareket artefaktları nedeniyle değerlendirilemeyen segmentler dışındaki stenozlar üzerinde yapılan değerlendirmelerde stenoz bazında spesifisite %53, sensitivite %63; hasta bazında spesifisite %70, sensitivite %100 bulundu.

Achenbach ve arkadaşlarının 4 dedektörlü cihazla yaptığı 64 hastayı kapsayan bir çalışmada %50'nin üstünde stenozları saptamada MDBT'nin sensitivitesi %85, spesifisitesi %76 olarak bildirilmiştir (19).

Maruyama ve arkadaşları tarafından 8 dedektörlü bir cihazla 25 hasta üzerinde yapılan bir çalışmada %50 üstü stenozları tanımada sensitivite %90, spesifisite %99.1 bulunmuştur (20).

Bu çalışmalar ile karşılaştırıldığında stenoz bazında spesifisite ve sensitivite değerlerinin daha düşük bulunması; hasta seçiminde stentli hastaların ekarte edilmemesi, kalsifikasyonların stenoz değerlendirilmesini engellemesi, premedikasyon sonrası incelemeye alınan hastalarda kalp hızının yükselmesi ve buna bağlı hareket artefaktları ve solunum kooperasyonunun optimal olmaması nedeniyle oluşan artefaktlara bağlı olabilir.

Bu çalışmada amaç sekiz kanallı multidedektör BT koroner anjiyografi tetkikinin koroner arter hastalığının değerlendirilmesindeki potansiyelinin ve doğruluk oranının tespit edilmesi ve koroner arterlerin kardiyak siklusun fazlarına göre optimal değerlendirildiği persentilleri ve

artefaktsız görüntülenme oranlarını bulmaktı. Toplam 51 hastanın 14'ünde hem BT hem de konvansiyonel anjiyografi değerlendirildi. Değerlendirilebilen koroner arter segmentlerinde stenoz evrelendirilmesinde stenoz bazında sensitivite %63, spesifisite %53, hasta bazında sensitivite %100, spesifisite %70 bulunmuştur. Hasta bazında ve stenoz bazında sensitivite arasındaki fark yüksektir. Bu sonuç beklenen bir sonuç olmakla birlikte farkın yüksek olması anjiyografi korelasyonu yapılan hasta sayısının düşük olmasına bağlı olabilir. Hasta bazında stenoz saptama düzeyi yüksek gibi görünmekle birlikte bu sonuç da hasta sayısının az olmasına bağlı olabilir. Stenoz bazında değerlendirmede sensitivite yüksek değildir. Hasta sayısı görece az olmakla birlikte bu sonuç bize 8 dedektörlü cihazların düşük temporal çözünürlüğe bağlı olarak arterlerin tam olarak hareketsiz görüntülenmeleri için yeterli olmadığını düşündürmektedir.

Koroner BT anjiyografinin tanı konusundaki performansı, eski jenerasyon 4-kesitli BT'den en yeni 320-kesitli BT tarayıcılara kadar gelen çok kesitli BT tarayıcılardaki teknolojik gelişmelerle birlikte önemli ölçüde artmıştır. Umut verici tanısal değerine karşın, koroner BT anjiyografi, düşük temporal çözünürlük, hareketle ilgili artefaktlar ve şiddetli kalsifikasyon nedeniyle yüksek yanlış pozitif sonuçlar gibi bazı alanlarda halen daha sınırlı kalmaktadır (21).

Daha küçük dedektör boyutu ve daha hızlı gantri rotasyon hızı ile, 64- ve post-64 MDBT tarayıcılarındaki boyutsal ve temporal çözünürlükler, koroner arter görüntülenmesinin uygulanabilir ve güvenilir klinik testler haline gelmesini sağlamıştır. 16-kesitliden 320-kesitliye teknolojik gelişmeler, gelişmiş boylamsal (z-ekseni) hacim kapsamı, azaltılmış gantri rotasyon süresi ve daha küçük detektör unsurları ile göreceli olarak üniform bir biçimde ilerleme göstermiştir (22,23).

Madhok R. ve arkadaşlarının, 128 kesitli dual- BT koroner anjiyografi ile invaziv koroner anjiyografinin tanısal doğruluklarını karşılaştırdıkları çalışmada; spesifisite %95.12, sensitivite ve pozitif öngörü değerleri sırasıyla %95.26 ve %88.46 bulunmuştur (24).

Makaryus AN ve arkadaşları, 64 dedektörlü BT ile konvansiyonel koroner anjiyografiyi karşılaştırarak, 64-dedektörlü BT'nin, anlamlı koroner arter stenozlarının gerçek dünyadaki klinik popülasyondaki tespitinde yerini incelemişler ve 64 dedektörlü BT'nin, anlamlı koroner arter hastalıklarının non-invaziv değerlendirilmesinde yüksek tanısal doğruluğu ile gerçek dünyadaki hasta popülasyonu için doğru görüntüleme yapabilen bir araç olduğu sonucuna varmışlardır (25).

Sekiz kanallı BT ile yapılan bizim çalışmamızda; premedikasyon sonrası incelemeye alınan hastalarda kalp hızının yükselmesinin ve buna bağlı hareket artefaktlarının, stenoz bazında spesifisite ve sensitivite değerlerinin düşük bulunmasının nedenlerinden biri olduğu düşünülmüştür. Uehara M ve arkadaşlarının, farklı kalp hızı ve ritmlerine sahip anlamlı koroner arter stenozlu hastaların teşhisinde, 320-kesitli BT ile konvansiyonel anjiyografiyi karşılaştırdığı çalışmada ise; konvansiyonel koroner anjiyografi ile karşılaştırıldığında 320 kesitli BT'nin yüksek bir doğruluğa sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmaya göre yüksek kalp atım hızına veya kalp ritmi düzensizliklerine sahip hastalar temel olarak, normal sinüs ritmine sahip düşük kalp atımı olan hastalarla eşit sonuçları alabilirler (26).

Sajjadih ve arkadaşlarının, anlamlı stenoz teşhisinde konvansiyonel koroner anjiyografi ile 64 kesitli BT'yi karşılaştırıldığı çalışmada; koroner damarlara göre yapılan analizde BT anjiyografi %96 sensitivite, %87.5 spesifite oranına, %90.5 pozitif tahmini değer ve %94.6 negatif tahmini değere sahipti. Hastaya dayalı analiz için ise BT anjiyografinin

sensitivite, spesifisite, pozitif ve negatif öngörü değerleri sırasıyla %97.9, %28.6, %66.6 ve %90.2 olarak bulunmuştur (27).

Altmış dört ve daha fazla kesitli BT ile yapılan, yüksek spesifisite ve sensitivite oranlarının elde edildiği, anlamlı koroner arter stenozu tanısında MDBT'yi önemli bir yere ko-

numlandıran yukarıda bahsedilen çalışmalar, cihazların sahip olduğu teknolojik özellikler ve kesit sayısı arttıkça koroner arter stenozu tanısı konusunda daha başarılı sonuçlar alınabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, sekiz kanallı MDBT sistemleriyle yapılan koroner anjiyografi, koroner arterlerde konvansi-

yonel koroner anjiyografinin yerini alabilecek potansiyele sahip değildir. Sekiz kanallı BT sistemleri düşük temporal çözünürlüğe bağlı olarak arterlerin tam olarak hareketli görüntülenmeleri için yeterli olmamaktadır. Bu nedenle koroner stenozların saptanması ve dışlanması amacıyla koroner anjiyografinin yerini almaktan uzaktır.

KAYNAKLAR

1. Wielopolski PA, Van-Geuns RJ, de-Feyter PJ, et al. Coronary arteries. *Eur Radiol* 1998;8:873-885.
2. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA, et al. *Hurst's The Heart, And Yayıncılık*, 10. baskıdan çeviri, 2002; cilt 1:497-510.
3. Schoenhagen Paul, Halliburton Sandra S, Stilman Arthur E, et al. Noninvasive imaging of coronary arteries: Current and future role of multidetector row CT. *Radiology* 2004;232:7-17
4. Kato Y, Nair S, Sano H, et al. Multi-slice 3D-CTA an improvement over single slice helical CTA for cerebral aneurysms. *Acta Neurochi* 2002;144:715-722.
5. Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, et al. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 2002;12:959-968.
6. Adams D, Hessel S, Judy P, et al. Differing attenuation coefficients of normal and infarcted myocardium. *Science* 1976;192:467-469.
7. Rienmuller R, Tiling R. MR and CT for detection cardiac tumors. *Thorac Cardiovasc Surg* 1990;38(suppl 2):168-172.
8. Budoff MJ, Raggi P. Coronary artery disease progression assessed by electron beam computed tomography. *Am J Cardiol* 2001;88:46-50.
9. Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA, et al. *Hurst's The Heart, And Yayıncılık*; 10 baskıdan çeviri, 2002; cilt 1:3-4.
10. American Heart Association. 2001 Heart and Stroke Statistical Update. Dallas, Tx: American Heart Association, 2001.
11. Kennedy JW. Complications associated with cardiac catheterization and angiography. *Cath Cardiovasc Diagn.* 1982; 8:5-11.
12. Davidson CJ, Fishman RF, Bonow RO. Cardiac catheterization. In: Braunwald E, ed. *Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine*. Philadelphia, Pa: WB Saunders; 1997:177-203.
13. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, et al. Coronary arteries: Retrospectively ECG-gated multi-detector row CT angiography with selective optimization of the image reconstruction window. *Radiology* 2001;221:683-688.
14. Niemann K, Rensing BJ, Van Geuns RJ, et al. Usefulness of multislice computed tomography for detecting obstructive coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2002;89:913-918.
15. Flohr, Ohnesorge B. Heart rate adaptive optimization of spatial and temporal resolution for ECG-gated multislice spiral CT of the heart. *J Comput Assist Tomogr* 2001;25:907-923.
16. Schoepf UJ, Becker CR, Ohnesorge BM, et al. CT of coronary artery disease. *Radiology* 2004;232:18-33.
17. Hong C, Becker C, Huber A, et al. ECG-gated reconstructed multi-detector row CT coronary angiography: Effect of varying trigger delay on image quality. *Radiology* 2001;220:712-717.
18. Achenbach S, Ulzheimer S, Baum U, et al. Noninvasive coronary angiography by retrospectively ECG-gated multislice Spiral CT. *Circulation* 2000;102:2823-8.
19. Achenbach S, Giesler T, Ropers D, et al. Detection of coronary artery stenoses by contrast-enhanced, retrospectively ECG-gated, multislice spiral computed tomography. *Circulation* 2001;103:2535-2528.
20. Maruyama T, Yoshizumi T, Tamura R, et al. Comparison of visibility and diagnostic capability of noninvasive coronary angiography by eight-slice multidetector-row computed tomography versus conventional coronary angiography. *Am J Cardiol* 2004;93:537-542.
21. Sabarudin A, Sun Z. Coronary CT angiography: Diagnostic value and clinical challenges. *World J Cardiol* 2013;5:473-483.
22. Paul JF, Dambrin G, Caussin C, et al. Sixteen-slice computed tomography after acute myocardial infarction: from perfusion defect to the culprit lesion. *Circulation* 2003;108:373-4.
23. Ropers D, Baum U, Pohle K, et al. Detection of coronary artery stenoses with thin-slice multi-detector row spiral computed tomography and multiplanar reconstruction. *Circulation* 2003;107:664-666.
24. Madhok R, Aqqarwal A. Comparison of 128-slice dual source CT coronary angiography with invasive coronary angiography. *J Clin Diagn Res* 2014;8:RC08-11.
25. Makaryus AN, Henry S, Loewinger L, et al. Multi-detector coronary CT imaging for the identification of coronary artery stenoses in a "Real World" population. *Clin Med Insights Cardiol* 2015;8(Suppl 4):13-22.
26. Uehara M, Takaoka H, Kobayashi Y, et al. Diagnostic accuracy of 320-slice computed tomography for detection of significant coronary artery stenosis in patients with various heart rates and heart rhythms compared with conventional coronary-angiography. *Int J Cardiol* 2013;167:809-815.
27. Sajjadih A, Hekmatnia A, Keivani M, et al. Diagnostic performance of 64-row coronary CT angiography in detecting significant stenosis as compared with conventional invasive coronary angiography. *ARYA Atheroscler* 2013;9:157-63.