

Teknik, Protokoller, Araçlar

Ümmügülsüm Bayraktutan, Akın Levent

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- | | |
|-----------------------------|---|
| ■ Tetkik öncesi hazırlıklar | ■ Temporal rezolüsyon |
| ■ Çekim tekniği | ■ Kaynak görüntülerin elde edilmesi ve görüntü rekonstrüksiyonu |
| ■ Çekim parametreleri | ■ Görüntü artefaktları |
| ■ Kontrast enjeksiyonu | ■ Kaynaklar |
| ■ Çekim zamanı | |

Tetkik öncesi hazırlıklar

Hasta ile ilgili hazırlık

Kardiyak BT tetkikinin optimal kalitede olabilmesi için tetkik öncesinde hasta hazırlığının iyi yapılması gerekmektedir. Kusmayı engellemek için tetkikin 4 saat öncesinden katı gıdaların alımı kesilmelidir. Tetkikin 1 saat öncesine kadar da sıvı gıdaların alınmasını sağlamak kontrast enjeksiyonu öncesi hidrasyonun sağlanması açısından önemlidir. Tetkikin yapılacağı gün kalp ritmini etkileyebilecek kafein gibi uyarıcı maddelerden uzak durulmalıdır. Tetkik öncesinde mesanenin boşaltılması hasta kalp atım hızının etkilenmemesi bakımından önemlidir.

Hasta, önceki BT çekimleri, kardiyak girişimsel işlemler, baypas grefti veya stent varlığı yönüyle sorgulanmalıdır. Yine hastadan iyotlu kontrast maddeye allerjisinin olup olmadığı ve geçirdiği alerjik reaksiyonlar hakkında bilgi alınmalıdır. Allerji hikayesi olan hastaların

gerekiyorsa steroid ile premedikasyonu sağlanmalı ve tetkik esnasında gelişebilecek alerjik reaksiyon için kullanılacak malzemeler hazır bulundurulmalıdır. Steroid ile premedikasyon için işlemiden 12 saat ve 2 saat önce 32 mg metilprednizolon kullanılabilir [1].

Olası alerjik reaksiyonlar için ise antiemetik (methoclopramide HCl 10 mg İV veya trimet-hobenzamide HCl 200 mg İM), antihistaminik (pheniramine melete 50 mg İV veya chlorphenoxamine 10 mg İV), H2 reseptör blokörü (ranitidine 50 mg İV), bronkodilatör, steroid, aminofilin, adrenalin, atropin gibi ilaçlar ve entübasyon malzemeleri de hazır bulundurulmalıdır [2].

Damar yolu açılması

Tetkik odasına alınmadan önce hastaya 18-20 Gauge branül ile antekübital venden damar yolu açılmalıdır. Damar yolunun hızlı ve güçlü kontrast enjeksiyonuna dayanıklı olması gerekmektedir. Bu amaçla damar yolu el ile hızlı se-

rum fizyolojik enjeksiyonu yapılarak kontrol edilmelidir. Damar dışına çıkma ve enjeksiyon yerinde ağrı olmamalıdır. Subklavyen venin sıkışmasını engellemek için kol, hastanın başı üzerinde olmamalı, hastanın önünde vertikal pozisyonunda rahat edeceği şekilde bırakılmalıdır.

Hasta monitörizasyonu

Elektrokardiyografi (EKG) elektrotlarının yerleştirileceği bölgede alkol ile cilt temizliği yapılmalı, elektrotlar kas artefaktlarının önlenmesi için kemik çıkıntılar üzerine yerleştirilmelidir. Elektrokardiyografide dalgaların bir-biriyle çakışmasını engellemek ve artefaktsız grafik elde etmek için sağ ayak bileği medial yüzüne toprak elektrodu bağlanmalıdır.

Çekim masasındaki hazırlıklar

Hastanın rahatlamasını sağlamak ve kalp hızı gibi anksiyete ile ilişkili semptomları azaltmak için hastaya çekim hakkında bilgi verilmelidir. Hastaya, kontrast madde enjeksiyonu nedeniyle uygulanan kol tarafından başlayıp vücuduna yayılan bir sıcaklık hissinin olabileceği ve endişelenmemesi gerektiği ifade edilir. Çekim tekniği ve elde edilebilecek klinik bilgilerin önemi hakkında kısa ve anlaşılır bir açıklama yapılmalıdır. Çekim boyunca hareketsiz kalmanın tetkik kalitesini arttıracak önemli vurgulanmalıdır.

Kardiyak BT için düzenli sinüs ritmi istenen bir durumdur. Kardiyak hareket, en az ventriküllerin pasif olarak dolduğu diyastol esnasında olmaktadır. Diyastol süresi ise, kalp hızına ve sistolde harcanan süreye bağlıdır. Kalp hızı dakikada 70 atımın altında olduğunda diyastolde geçen süre daha uzun olur [3]. Kalp hızı arttıkça sistol süresi uzar ve diyastol süresi kısalır [3]. Kardiyak BT için ideal kalp hızı düzenli sinüs bradikardisi şeklinde 50-60 atım/dakika aralığında olmalıdır [1].

Kalp hızı dakikada 65-70 atımdan yüksek ise β -adrenerjik reseptör blokleri tetkikten bir saat önce oral yolla verilmelidir (50 mg Metoprolol) ya da taramadan hemen önce intravenöz (İV) yolla uygulanmalıdır. Kalp hızı, dakikada 70 atımın altına ininceye kadar 5 dakika aralıklar ile tansiyon ve nabız takibi ile İV yoldan Metoprolol tartrate (BelocTM ampul 5 mg/mL)

(en fazla 25 mg) yarı yarıya izotonik ile sulandırılarak bir kardiyoloji uzmanı gözetiminde uygulanmalıdır [4].

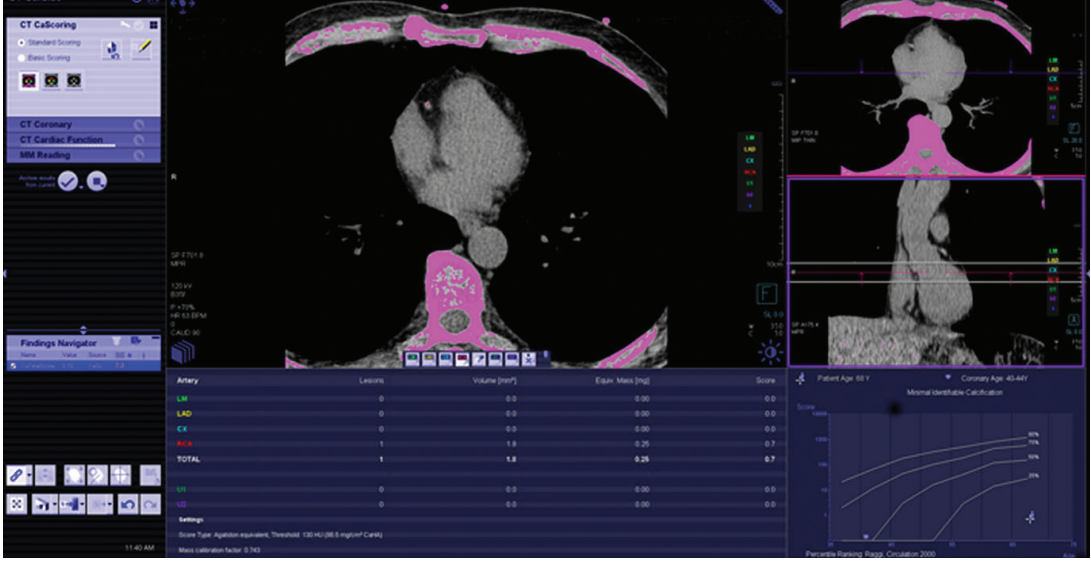
Beta blokerlerin bradikardi, hipotansiyon, kardiyak output azalması, bronkospazm, pulmoner ödem ve hipoglisemi gibi istenmeyen etkileri vardır. Beta blokerlerin aşırı doz tedavisi hastanede yapılmalı ve uzman görüşü alınmalıdır. Hava yolunun temiz ve açık tutulması aynı zamanda yeterli ventilasyon sağlanması büyük önem taşır. Bradikardi ve hipotansiyon tedavisi için İV atropin enjeksiyonu (erişkinler için 3 mg, çocuklar için 40 µg/kg) gereklidir. Atropine yanıt vermeyen kardiyogenik şokta %5'lik glukoz içerisinde İV enjeksiyonla 50-150 µg/kg glukagon uygulanabilir. Buna da yanıt alınamaz ise, glukagon tekrarı gerekir. Glukagon bulunmadığı durumlarda, seçenek olarak İV İsoiprenalin ya da İV Prenalterol verilebilir. Medikal tedaviye cevap yoksa kardiyopulmoner resüsitasyon yapılmalıdır. Eğer, kardiyak BT çekimine bir kardiyolog eşlik edemeyecekse, hastanın beta-bloker alıp alamayacağı daha önceden değerlendirilerek radyoloğa yazılı olarak bildirilmelidir.

Nabız düşürmek için beta-blokerlerin kontrendike olduğu astım, atriyoventriküler blok, kalp yetmezliği, diyabet ve Raynaud sendromu gibi durumlarda kalsiyum kanal blokerleri kullanılabilir [3].

Çekim masasındaki son aşamada koroner arterleri genişletmek amacıyla nitrogliserin (0,4 mg) verilebilir [5]. Klinik uygulamalarda, dil altı 2 puf sprey ya da nitrogliserin tablet (İsordil 5 mg tbTM) kullanılır. Nitrogliserin, tetkikten 1-2 dakika önce dil altına uygulanır. Nitratların bazen refleks taşikardiye yol açarak nabız arttırabileceği unutulmamalıdır. Nitrogliserin kullanımı kalp atım hızını 3-5 atım/dakika arttırabilmektedir.

Tetkik sonrası yapılması gerekenler

Hastanın genel durumu kontrol edildikten sonra damar yolu çıkarılır. Kullanılan nitrogliserin spreye bağlı baş ağrısının olabileceği, gerekirse ağrı kesici alabileceği, beta-blokere bağlı dikkat dağınıklığının olabileceği ve bu nedenle 2 saat süre ile araba kullanmak gibi özel dikkat gerektiren işlerden uzak durması gerek-



Resim 1. Kontrastlı çekim öncesi koroner arterlerin kalsiyum yükü hesaplanarak toplam kalsiyum yükü belirlenir.

tiği, kontrast maddenin vücuttan kısa sürede atılması için 1,5-2 litre kadar su içmesi gerektiği söylenmelidir.

Çekim tekniği

Hasta pozisyonu

Hastanın cihaz içindeki pozisyonu önemlidir. Hastanın merkeze yerleşmediği durumlarda suboptimal temporal çözünürlüğe sahip görüntüler elde edilir. Kalp gantrinin rotasyon merkezine yakın yerleşirse, temporal çözünürlük ortalama bir değerde sabit olarak kalır.

Kalbin pozisyonunu belirlemek için önce frontal ve lateral ön görüntüler alınır. Çekim karinadan kalp bazaline kadar kraniokaudal yönde gerçekleştirilir. Eğer bay-pas greftleri veya internal mammarian arterler de değerlendirilecekse üst sınır arkus aorta olmalıdır. Gastroepiploik arter bay-pas grefti varlığında, bu greftin orijinini görebilmek için çekim mesafesi abdomen içine uzatılabilir.

Kalsiyum skrolama

Kırk yaş üstü ve aterosklerotik koroner arter hastalığı için risk faktörü bulunan hastalardaki kalsiyum yükü hesaplanmasında, kontrastlı çekim öncesi düşük doz kontrastsız kalsiyum skrolama çalışması yapılır (Resim 1). Kalsiyum

yükü 1000'in üzerinde bulunursa, hasta doğrudan kardiyak kateterizasyona yönlendirilir. Kalsiyum skrolama esnasında, kardiyak BT çalışmasındaki çekim alanının üst ve alt sınırları belirlenebilir. Bu çekim esnasında yine kalp hızı paterni de değerlendirilebilir.

Çekim parametreleri

Tüp akımı (mA), oluşturulan röntgen fotonlarının sayısını, tüpe uygulanan voltaj (kV) ise röntgen fotonlarının pik enerjisini belirler. Genel olarak, çoğu kardiyak BT görüntülemesi 120 kV ile gerçekleştirilir. Efektif enerji yaklaşık olarak bu değer yarısıdır. Ağır hastalarda veya yoğun kalsifiye ya da stentli hastalarda pik kilovoltaj 140'a çıkarılabilir. Yüksek kilovoltaj yüksek radyografik penetrasyon sağlayacak, kalsiyum ve stentlerden kaynaklanan artefaktları azaltacaktır. Böylece dedektörlere ulaşan ışınlarda artış olacak ve gürültü azalacaktır. Ancak, hasta dozunun kV ile ilişkili olarak katlanarak artacağı da hatırd tutulmalıdır. Gürültü, yüksek mA ve kV ile azaltılabilir. Yüksek değerler obez hastalarda kullanılabilir. Ancak görüntü kalitesindeki bu artış radyasyon dozunu da arttıracaktır [1].

Çok kesitli BT cihazlarında gantri rotasyon hızı, tek kesit spiral BT'ye oranla daha yük-

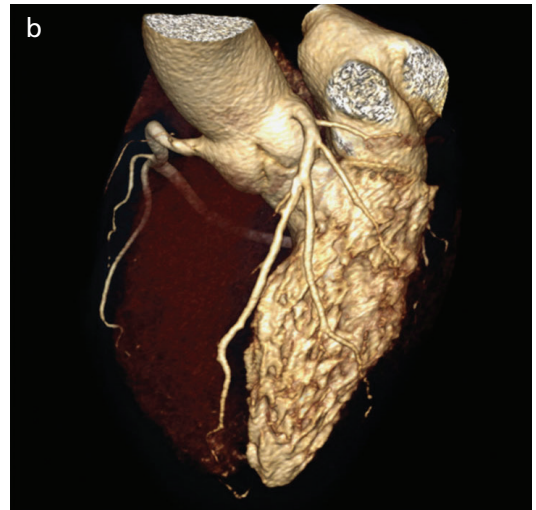
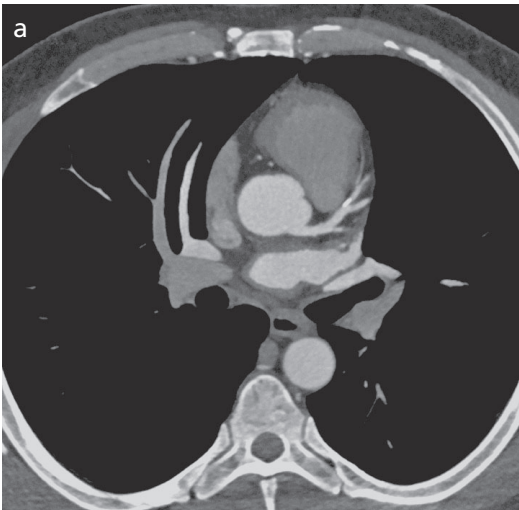
sektir. Ayrıca, her bir gantri rotasyonunda elde edilen kesit sayısının fazla olması, çok kesitli BT ve spiral BT arasındaki hız farkını iyice belirgin hale getirir. **Çok kesitli BT’de gantrinin her bir tam rotasyonundaki masa hareketinin dedektör kalınlığına bölümü dedektör pitch olarak adlandırılır.** Belirli bir ekspozur süresi, eşit pitch ve kolimasyon değerleri için çok kesitli BT cihazları spiral BT’ye göre daha uzun bir bölgeyi tarayabilir. Oysa aynı uzunluktaki bir bölgeyi spiral BT ile görüntülemek için pitch arttırılmalıdır. Bu şekilde pitch’in arttırılması spiralin yelpaze gibi açılmasına ve artan efektif kesit kalınlığı ya da gürültü nedeniyle görüntü kalitesinin bozulmasına yol açar. Eğer aynı pitch değeriyle çalışılarak, aynı uzunluktaki bir bölge spiral BT ile taranmak istenirse bu kez de kesit kalınlığı arttırılmalıdır. Kesit kalınlığı ve pitch sabit tutulmak istenirse spiral BT ile tarama süresi çok artar. **Pitch, çok kesitli BT çekiminden önce seçilen bir parametredir ve kalp hızıyla orantılı olarak değişir. Kalp hızı arttıkça pitch artar. Yeni geliştirilen cihazlarda kalp hızındaki değişkenlikler belirlenerek otomatik olarak pitch uyumu sağlanmaktadır.**

On altı dedektörlü bir cihazla yapılan kardiyak BT’de 0,625 kolimasyon, çekim süresi 30 sn’nin üzerindeyse 1,25 mm kolimasyon, 400-600 milisaniye (msn) rotasyon, 0,275:1-0,3:1

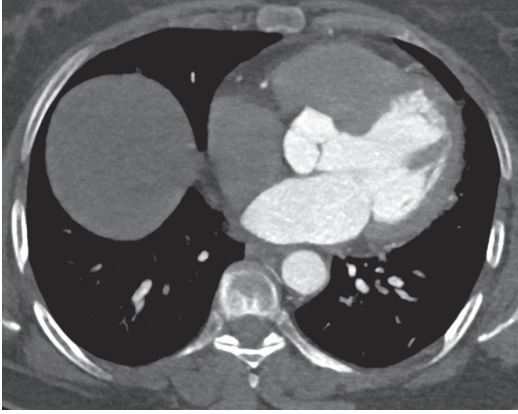
pitch, karinadan kalp apeksine kadar tarama, X-ışını tüpünde 120 kV ve 340-400 mAs, 25 cm field of view (FOV) ve retrospektif gating kullanılan parametrelerdir [6].

Kontrast enjeksiyonu

Kardiyak BT’de kontrast enjeksiyonunun amacı, tetkik süresince devamlı ve yüksek dereceli arteryel kontrastlanmayı (sol kalp ve koroner arterlerde) (>300 HU) sağlamaktır (Resim 2). Çekim boyunca homojen vasküler kontrastlanma elde etmek için, çift başlı otomatik enjektör kullanarak 18-20 Gauge iğne ile antekübital venden 80-120 mL non-iyonik kontrast madde 3-5 mL/sn hızla verilmelidir. Kontrast madde volümü ve oranı çekim süresine bağlıdır. Genel bir kural olarak kontrast enjeksiyon zamanı çekim süresinden yaklaşık 3 sn daha uzundur. Klinik uygulamalarda, 16 dedektörlü bir sistemde çekim süresi 20-25 sn’dir ve 90 kg’ın altındaki hastalara otomatik enjektör ile 90 mL non-iyonik kontrast madde 4,5 mL/sn hızla verildikten sonra 40 cc NaCl 2,5 mL/sn hızla uygulanarak çekim yapılmalıdır. Baypas’lı hastalarda ise çekim mesafesi arttığı için 110 mL kontrast madde kullanılmalıdır. Altmış dört dedektörlü bir sistemde çekim süresi 10 sn ve kontrast enjeksiyon süresi 13 sn’dir. Yetmiş



Resim 2. a,b. Kardiyak BT’de uygulanan kontrast madde tetkik süresince devamlı ve yüksek dereceli arteryel kontrastlanmayı (sol kalp ve koroner arterlerde) gösterebilmeli ve duvardaki kalsifiye plakları gizlememelidir. Aksiyel MIP görüntü (a) ve 3 boyutlu volüm rendered görüntülerde (b) LAD orta segmentte kalsifik plak görülüyor.



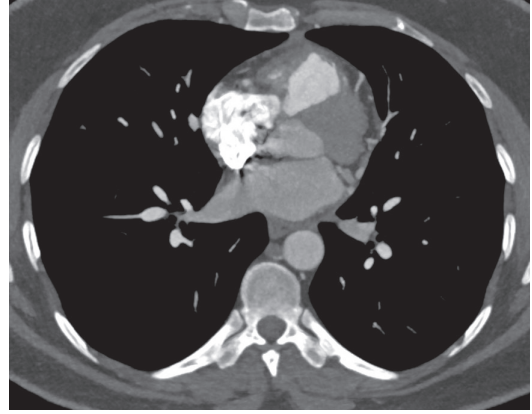
Resim 3. Kontrast madde ve ardından verilen serum fizyolojik sayesinde sağ ana koroner arter kontrast madde ile dolu iken sağ ventrikül faza bağlı olarak serum fizyolojik ile dolum göstermektedir.

mL kontrast madde 5,5 mL/sn hızla verildikten sonra 40 mL NaCl 4 mL/sn hızla uygulanabilir. İki yüz elli altı dedektörlü bir sistemde ise 5-6 dakika çekim süresi ve 8-9 sn kontrast enjeksiyon süresi söz konusudur. Bu durumda da 50 mL kontrast madde 5,5 mL/sn hızla verildikten sonra 40 mL NaCl 4 mL/sn hızla uygulanabilir [1]. **Kontrast maddenin hemen ardından verilen serum fizyolojik sayesinde görüntüleme sırasında sağ ana koroner arter kontrast madde ile dolu iken, sağ ventrikül faza bağlı olarak serum fizyolojik ile dolum gösterecektir (Resim 3).** Bu durum vena kava süperior ve sağ atriyumdaki daha yoğun kontrast madde nedeniyle ortaya çıkabilen çizgilenme (streak) artefaktlarının oluşumunu önler (Resim 4).

Kalp içindeki kontrast seviyesinin platosu enjeksiyon oranı ve kullanılan iyot konsantrasyonuna bağlıdır. Arteriyel kontrastlanmayı arttırmak için kontrast enjeksiyon oranı ya da kontrast maddedeki iyot konsantrasyonunu arttırmak gerekir. Avrupa'daki çalışmalarda 400 mg/mL konsantrasyon ile daha iyi arteriyel kontrastlanma sağlandığı gösterilmiştir.

Çekim zamanı

Tanısal kalitede kardiyak BT için, kontrastın koroner arterlerde pik yaptığı süreçte çekim yapılmalıdır. Kontrastın koldan sağ kalbe geçişi genellikle 5-10 sn'de, sağ kalpten sola geçişi



Resim 4. Vena kava süperior ve sağ atriyumda bulunan daha yoğun kontrast madde nedeniyle çizgilenme (streak) artefaktlarının oluştuğu görülüyor.

de genellikle 4-6 sn'de gerçekleşir. Pulmoner hipertansiyonu olan ya da sol kalp yetmezliği bulunan hastalarda kalpte sağdan sola geçiş süresinin uzayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kardiyak BT'de iyi bir teknikle sol ventrikül ve koroner arterlerde yüksek kontrastlanma, sağ ventrikül ve pulmoner arterlerde düşük dansite sağlanmalıdır. Yine koroner arterlerde yüksek kontrastlanma sağlanırken koroner venler kontrast madde ile dolum göstermemiş olmalıdır.

Kardiyak BT'de kontrast madde enjeksiyonu zamanlamasının belirlenmesinde 3 teknik vardır: Sabit gecikme tekniği, test-bolus tekniği, bolus-izleme tekniğidir.

Sabit gecikme tekniğinde, görüntüleme kontrast madde enjeksiyonu sonlandırıldığında serum fizyolojik enjeksiyonu ile eşzamanlı olarak başlar. Bu gecikme yaklaşık olarak 25 sn'dir [7]. Doksan mL noniyonik kontrast madde 4,5 mL/sn hızla ve bolus tarzında verilmesini takiben 40 cc NaCl 2,5 mL/sn hızla verildikten sonra görüntüleme kontrast madde enjeksiyonunun başlangıcından 17-19 sn sonra başlatıldığında başarılı sonuçlar elde edilir.

Test-bolus tekniğinde ise, çıkan aortada sabit bir seviyeden kesit alınırken az miktarda kontrast madde verilerek görüntüleme yapılır. Böylece kontrast dansitesinin artış ve azalış eğrisi ortaya çıkar. Bu test dozu enjeksiyonunun, esas kontrast volümünün davranışını göstereceği

varsayılarak eğrideki pik dansite değerinden çekimin başlama zamanı belirlenir [7].

Bolus-izleme tekniğinde ise, çıkan aortadaki kontrastlanma koroner arterlere giden kontrastı göstereceği için çıkan aortaya ‘ilgi alanı (region of interest) (ROI)’ yerleştirilir ve görüntüleme, kontrast madde önceden belirlenen eşik Hounsfield ünitesine ulaştığında başlar [7].

Temporal rezolüsyon

Kardiyak BT görüntülemesindeki güçlükler kalp ve solunum hareketleri ile koroner damarların küçük çaplı olmasıdır. Bu zorlukların aşılabilmesi için cihazın temporal (zamansal) ve uzaysal çözünürlüğünün yüksek olması ve EKG tetiklemesi gerekir [8]. **Kalp siklusunun tüm fazlarında hareketsiz görüntüler alabilmek için temporal çözünürlük (görüntü rekonstrüksiyonu için gerekli veriyi toplama süresi) 50 ms civarında olmalıdır [8].** Günümüzde kullanılan çok kesitli BT sistemlerinde temporal rezolüsyon, gantri rotasyon zamanı (330-500 msn), EKG senkronizasyon algoritması, rekonstrüksiyon algoritması ve “pitch” faktörüne bağlı olarak değişmektedir. Ancak genel olarak tek tüplü sistemlerde gantri rotasyon zamanının yarısı (165-250 msn), çift tüplü sistemlerde ise rotasyon zamanının çeyreği (83 msn) kadardır [8]. Kateter anjiyografide ise bu değer 1-10 msn arasındadır. Bu nedenle, EKG tetiklemeli kardiyak BT’de görüntüler kalp hareketinin en az olduğu diyastol fazında alınır. **İyi kalitede koroner arter görüntüsü alabilmek için temporal rezolüsyon, 70 atım/ dakikanın altındaki kalp hızlarında en az 250 msn, 100 atım/ dakikanın üzerindeki kalp hızlarında ise 150 msn düzeyinde olmalıdır [8, 9].**

Koroner arterler, küçük çaplı (2-4 mm) damarlar olduğundan gösterilebilmesi için uzaysal rezolüsyonun yüksek olması gerekir. Çok kesitli BT’de uzaysal çözünürlüğü etkileyen faktörler dedektör boyutu (0,5-0,625 mm), rekonstrüksiyon aralığı (genellikle kesit kalınlığının yarısı) ve hasta hareketidir. Günümüzde kullanılan 16-kesitli sistemlerde uzaysal çözünürlük 0,5x0,5x0,6 mm ve 64-kesitli sistem-

lerde 0,4x0,4x0,4 mm dolayında iken kateter anjiyografide bu değer 0,2x0,2 mm’dir [10].

Kaynak görüntülerin elde edilmesi ve görüntü rekonstrüksiyonu

Aksiyel kaynak görüntüler, kalp hareketinin en az olduğu diyastolde rekonstrükte edilir. Kalp döngüsünün hangi fazında olduğu eş zamanlı olarak kaydedilen bir EKG trasesi ile anlaşılabilir. Bu iki şekilde yapılabilir: Prospektif EKG tetiklemeli ve retrospektif EKG kapılı görüntüleme. Retrospektif EKG kapılı görüntülemelerde, görüntüleme sırasında eş zamanlı bir EKG trasesi elde edilmektedir. Daha sonra bu traseye göre R dalgasından sonra belli bir süre zarfında (diyastolde) elde edilen görüntüler, rekonstrüksiyon için toplanır. Prospektif EKG tetiklemeli yöntemde, tetikleme sinyali hastanın eş zamanlı olarak elde edilen EKG trasesine bağlıdır ve bir R dalgasından belli bir süre sonra genellikle diyastolde taramaya başlanır. Prospektif EKG tetiklemeli yöntemde diyastolde belirlenen tarama dilimi dışında X ışını verilmez. Böylece hasta dozu retrospektif EKG kapılı görüntülemeye oranla daha düşük olur. Kardiyak BT’de %40 ve %80 arasında %10’luk artışlarla yapılan rekonstrüksiyonların uygun olduğu tespit edilmiştir [7]. Kopp. ve ark. [5] sağ koroner arterin en iyi erken diyastolde R-R intervalinin %40’lık bölümünde, sirkumfleks arterin döngünün ortasında ve sol anterior desendan arterin R-R intervalinin %60-70’lik bölümünde görüntülendiğini bildirmişlerdir. İzovolümetrik gevşeme periyodu kalbin en hareketsiz dönemlerinden biridir ve EKG trasesinde T dalgasının son kısmına karşılık gelmektedir. Kantarcı ve ark.[11] yaptığı çalışmada, %40-90 arasında R-R intervalinin her %10’luk parçasında segmenter rekonstrüksiyonlar elde edilerek, bu rekonstrüksiyonların en iyisi ile izovolümetrik gevşeme periyoduna karşılık gelen rekonstrüksiyon penceresindeki görüntüler basamak artefaktı yönünden karşılaştırılmış ve sonuçta izovolümetrik gevşeme döneminde elde edilen görüntülerin, görüntü kalitesi bakımından çok sayıdaki rekonstrüksiyonların en iyisine yakın olduğu bulunmuştur.

Koroner arterlerin değerlendirilmesinde 2 ya da 3 boyutlu postprocessing işlemleri kullanılır [12]. Multiplanar rekonstrüksiyonlar, curved multiplanar rekonstrüksiyonlar, maksimum intensite projeksiyonu (MIP) ve 3 boyutlu görüntüler kullanılabilir.

Görüntü artefaktları

Kardiyak BT'de görüntüyü etkileyen artefaktlar şunlardır:

1. Kalp, akciğer ya da diğer vücut hareketleri ile ortaya çıkan hareket artefaktları. Kalp hareketi, kalp kenarlarında ya da damarda basamak artefaktına neden olur. Artefaktlı kesitlerin belirlenerek buna karşılık gelen EKG trasesinin silinmesi önerilmektedir [7].
2. Metalik implantlar, ciddi kalsifikasyonlar ve pulmoner arterlerdeki hava kabarcıkları tarafından oluşturulan ışın şiddetlen-dirici etkiler. Bu durumda aksiyel kaynak görüntülerin tekrar gözden geçirilmesi faydalı olabilir.
3. Kontrast madde ile dolu komşu yapılar ve damarların neden olduğu yapısal artefaktlar. Sağ kalpteki kontrastın ışın güçlendirici artefaktını önleyebilmek için kontrast madde uygulamasından sonra serum fizyolojik enjeksiyonu ya da taramaya geç başlanması faydalı olur.
4. Teknik hatalar ve sınırlılıklardan dolayı ortaya çıkan artefaktlar.

Kaynaklar

- [1]. Halpern EJ. Clinical Cardiac CT: Anatomy and Function. 2nd ed. New York: Thieme, 2011.

- [2]. Kaya T, Adapınar B, Özkan R. Temel Radyoloji Tekniği. Güneş& Nobel, 1996.
- [3]. Boudoulas H, Rittgers SE, Lewis RP, Leier CV, Weissler AM. Changes in diastolic time with various pharmacologic agents: implication for myocardial perfusion. Circulation 1979; 60: 164-9.
- [4]. Kantarcı M, Duran C, Durur I, Ulusoy L, Gülbaran M, Önbaşı Ö. Koroner arterlerin değerlendirilmesinde multidetektör BT Anjiyografi: Teknik, anatomi ve varyasyonlar. Bilgisayarlı Tomografi Bülteni 2004; 8: 90-8.
- [5]. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, Baumbach A, Georg C, Kuzo R, et al. Non-invasive coronary angiography with high resolution multidetector-row computed tomography. Results in 102 patients. Eur Heart J 2002; 23: 1714-25.
- [6]. Okur A, Kantarcı M. MDBT Koroner Anjiyografi. İstanbul: Aktif Yayınevi; 2006.p.31.
- [7]. Lawler LP, Pannu HK, Fishman EK. MDCT evaluation of the coronary arteries, 2004: how we do it--data acquisition, postprocessing, display, and interpretation. AJR Am J Roentgenol 2005; 184: 1402-12.
- [8]. Mahesh M, Cody DD. Physics of cardiac imaging with multiplerow detector CT. Radiographics 2007; 27: 1495-509.
- [9]. Chartrand-Lefebvre C, Cadrin-Chênevert A, Bordeleau E, Ugolini P, Ouellet R, Sablayrolles JL, et al. Coronary computed tomography angiography: overview of technical aspects, current concepts, and perspectives. Can Assoc Radiol J 2007; 58: 92-108.
- [10]. Pannu HK, Flohr TG, Corl FM, Fishman EK. Current concepts in multi-detector row CT evaluation of the coronary arteries: principles, techniques, and anatomy. Radiographics 2003; 23: 111-25.
- [11]. Kantarcı M, Ceviz N, Durur I, Bayraktutan U, Karaman A, Alper F, et al. Effect of the reconstruction window obtained at the isovolumic relaxation period on the image quality in electrocardiographic-gated 16-multidetector-row computed tomography coronary angiography studies. J Comput Assist Tomogr 2006; 30: 258-61.
- [12]. Achenbach S, Ulzheimer S, Baum U, Kachelriess M, Ropers D, Giesler T, et al. Noninvasive coronary angiography by retrospectively ECG-gated multislice spiral CT. Circulation 2000; 102: 2823-8.

Teknik, Protokoller, Araçlar

Ümmügülsüm Bayraktutan, Akın Levent

Sayfa 10

Çok kesitli BT’de gantrinin herbir tam rotasyonundaki masa hareketinin dedektör kalınlığına bölümü dedektör pitch olarak adlandırılır.

Sayfa 10

Pitch, çok kesitli BT çekiminden önce seçilen bir parametredir ve kalp hızıyla orantılı olarak değişir. Kalp hızı arttıkça pitch artar. Yeni geliştirilen cihazlarda kalp hızındaki değişkenlikler belirlenerek otomatik olarak pitch uyumu sağlanmaktadır.

Sayfa 11

Kontrast maddenin hemen ardından verilen serum fizyolojik sayesinde görüntüleme sırasında sağ ana koroner arter kontrast madde ile dolu iken, sağ ventrikül faza bağlı olarak serum fizyolojik ile dolum gösterecektir. Bu durum vena kava süperior ve sağ atriyumdaki daha yoğun kontrast madde nedeniyle ortaya çıkabilen çizgilenme (streak) artefaktlarının oluşumunu önler.

Sayfa 12

Kalp siklusunun tüm fazlarında hareketsiz görüntüler alabilmek için temporal çözünürlük (görüntü rekonstrüksiyonu için gerekli veriyi toplama süresi) 50 ms civarında olmalıdır. Günümüzde kullanılan çok kesitli BT sistemlerinde temporal rezolüsyon, gantri rotasyon zamanı (330-500 msn), EKG senkronizasyon algoritması, rekonstrüksiyon algoritması ve “pitch” faktörüne bağlı olarak değişmektedir.

Sayfa 12

İyi kalitede koroner arter görüntüsü alabilmek için temporal rezolüsyon, 70 atım/ dakikanın altındaki kalp hızlarında en az 250 msn, 100 atım/ dakikanın üzerindeki kalp hızlarında ise 150 msn düzeyinde olmalıdır.

Teknik, Protokoller, Araçlar

Ümmügülsüm Bayraktutan, Akın Levent

1. Beta blokerlerin yan etkisi olmayan hangisidir?
 - a. Bradikardi
 - b. Hipotansiyon
 - c. Kardiyak output azalması
 - d. Bronkodilatasyon
2. Kalsiyum skorlama çalışması ile ilgili hangisi yanlıştır?
 - a. Kırk yaş üstü ve aterosklerotik koroner arter hastalığı için risk faktörü bulunan hastalarda yapılır
 - b. Kalsiyum skorlama esnasında kardiyak BT çalışmasında çekim alanının üst ve alt sınırları belirlenebilir
 - c. Kontrastlı çekim öncesi yüksek doz kontrastsız kalsiyum skorlama çalışması yapılır
 - d. Çekim esnasında kalp hızı paterni değerlendirilebilir
3. Pitch ile ilgili olarak hangisi yanlıştır?
 - a. Çok kesitli BT’de gantrinin her bir tam rotasyonundaki masa hareketinin dedektör kalınlığına bölümü dedektör pitch olarak adlandırılır
 - b. Kalp hızı arttıkça pitch azalır
 - c. Pitch çok kesitli BT çekiminden önce seçilen bir parametredir ve kalp hızıyla orantılı olarak değişir
 - d. Yeni geliştirilen cihazlarda kalp hızındaki değişkenlikler belirlenerek otomatik olarak pitch uyumu sağlanmaktadır
4. Çok kesitli BT sistemlerinde temporal rezolüsyon hangisine bağlı değildir?
 - a. Dedektör boyutu
 - b. Gantri rotasyon zamanı
 - c. EKG senkronizasyon algoritması
 - d. “Pitch” faktörü
5. Işın güçlendirici artefaktına neden olmayan hangisidir?
 - a. Ciddi kalsifikasyonlar
 - b. Metalik implantlar
 - c. Kontrast madde ile dolu komşu yapılar
 - d. Vücut hareketi