



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**CANLI KARACİĞER VERİCİ ADAYLARINDA
MULTİDEKTÖR BT ANJİOGRAFİ İLE
HEPATİK ARTERYEL ANATOMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Orhan ÖZBEK

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cüneyt AYTEKİN

**ANKARA
2005**



**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
RADYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**CANLI KARACİĞER VERİCİ ADAYLARINDA
MULTİDEKTÖR BT ANJİOGRAFİ İLE
HEPATİK ARTERYEL ANATOMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Orhan ÖZBEK

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Cüneyt AYTEKİN

**ANKARA
2005**

Başkent Üniversitesi Rektörü

Prof. Dr. Mehmet HABERAL'a

Başkent Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Emin Alp NİRON'a

Tez Danışmanım

Doç. Dr. Cüneyt AYTEKİN'e

Prof. Dr. Muhteşem AĞILDERE'ye

Doç. Dr. Mehmet COŞKUN'a

Doç. Dr. Fatih BOYVAT'a

Doç. Dr. İclal IŞIKLAR'a

Doç. Dr. N. Çağla TARHAN'a

Doç. Dr. Mehmet TEKŞAM'a

Doç. Dr. N. Çağla TARHAN'a

Yrd. Doç. Dr. Nihal Uslu TUTAR'a

Uzman doktor ve araştırma görevlilerine

Radyoloji teknisyenlerine

Radyoloji bölümünün diğer çalışanlarına

Başkent Üniversitesi Genel Cerrahi ABD'na teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	v
RESİMLER DİZİNİ	vi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Vasküler Anatomi	3
2.2. Hepatik Arter Histolojisi	6
2.3. Hepatik Arter görüntülenmesi	7
Magnetik Rezonans Görüntüleme.....	7
Konvansiyonel Anjiyografi.....	8
2.4 Bilgisayarlı Tomografi.....	14
Tarihçesi.....	14
Spiral (Helikal) BT.....	18
Multidedektör BT.....	20
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	27
4. BULGULAR.....	29
5. TARTIŞMA	35
6. SONUÇ.....	39
7. KAYNAKLAR	40

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Konvansiyonel Anjiografi Komplikasyonları.....	14
Tablo 2. Multidedektör BT protokolü.....	28
Tablo 3. Michels hepatik arteriyel varyasyon sınıflaması.....	30
Tablo 4. Michels Sınıflamasının MDBT Anjiografi bulguları ile karşılaştırılması	34

RESİMLER DİZİNİ

Sayfa

Resim 1: 1. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi	15
Resim 2: 2. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi	16
Resim 3: 3. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi	17
Resim 4: 4. Jenerasyon BT cihazlarında çalışma prensibi	17
Resim 5: 16 dedektörlü tarayıcı Sensation 16, Siemens (Germany	21
Resim 6: Multidedektör BT'nin hibrid dedektör yapısı	22
Resim 7-11 : Olgü resimleri	29-34

1. GİRİŞ VE AMAÇ

1963 yılında Thomas Starzl ve arkadaşları tarafından ilk kez yapılan karaciğer transplantasyonu karaciğer yetmezlikli hastalar için büyük bir umut olmuştur. Yıllar içerisinde farklı cerrahi teknikler ve gelişen tıbbi cihazlar ile karaciğer transplantasyonunda büyük mesafe katedilmiş ve 1989 yılında ilk kez canlı bir vericiden karaciğer sol lob lateral segment başarı ile nakil edilmiştir (1,2).

Karaciğer transplantasyonu hazırlığında morbidite ve mortaliteyi en aza indirmek amacı ile hem alıcı ve hem verici için birçok radyolojik ve laboratuvar tetkikleri yapılmaktadır. Canlı karaciğer vericilerinin transplantasyon hazırlığında üst abdomen bilgisayarlı tomografisi, hepatik BT anjiyografisi, karaciğer Doppler, MR kolanjiyografi tetkiki, US eşliğinde tru-cut karaciğer biyopsisi ve çölyak anjiyografi gibi radyolojik tetkikler gereklidir.

Karaciğer yetmezliği olan bir hastanın canlı vericiden karaciğer transplantasyonu öncesi alıcının vücut ağırlığı ile orantılı olarak transplante edilecek karaciğer dokusunun hacimi hesaplanır. Üst abdomen BT tetkiki ile tüm karaciğer dokusunun volüm hesaplaması yapıp sağ veya sol lobektomi için gerekli transplante edilecek karaciğer dokusu belirlenir (3). Transplante edilecek karaciğer dokusunun yeterli volümü ile birlikte vasküler anatomik yapının değerlendirilmesi, vasküler varyasyonların tespiti gereklidir. Preoperatif görüntüleme yöntemleri ile vasküler anatomik yapının değerlendirilmesi sonucu yapılacak cerrahi planın transplantasyon sonrası morbidite ve mortaliteyi azaltıcı etkisi büyüktür.

Karaciğerin arteriyel anatomisinin değerlendirilmesinde Doppler US, dijital subtraksiyon anjiyografi (DSA), MR anjiyografi ve BT anjiyografi tetkikleri kullanılabilir. Preoperatif karaciğer Doppler incelemesi portal ve hepatik ven yapılarını görüntülemeye iyi sonuçlar verirken arteriyel anatominin değerlendirilmesinde, özellikle aksesuar hepatik arterlerin gösterilmesinde yetersiz kalmaktadır (3).

MR anjiografi tetkiki son yıllarda uygulanan nefes tuturmalı tree-dimensional gradient echo sekansı ile karaciğer vasküler yapıları hakkında oldukça detaylı bilgi vermektedir. Volümetrik görüntüleme sağlıyan bu yöntemde arteryel faz görüntülerin rekonstrüksiyonu sayesinde MR anjiografi görüntüleri elde olunur (4).

Canlı karaciğer vericilerinde hepatik arteryel anatominin değerlendirilmesinde altın standart teknik dijital subtraksiyon anjiografidir. Bu tetkik invaziv olmakla birlikte hem çölyak kök hemde süperior mezenterik arter selektif enjeksiyonları yapılarak yüksek doğrulukta görüntüler sağlanabilir. Bununla birlikte hepatik ve portal venöz sistemdeki varyasyonlar arteryel kateterizasyon ile düşük doğrulukta görüntülenmektedir (5,6).

Son yıllarda konvansiyonel anjiografiye alternatif olarak multidedektör bilgisayarlı tomografi (MDBT), magnetik rezonans görüntüleme gibi düşük riskli, invaziv olmayan tanı yöntemleri üzerinde çalışılmaya başlanmıştır (7).

Multi dedektör bilgisayarlı tomografide kullanılan çoklu dedektör yapısı ile çekim süresi oldukça kısalmış ve imajların görüntü kalitesi artmıştır. MDBT'nin hızı ve yüksek görüntü kalitesi sayesinde koroner, serebral vasküler yapılar, alt ekstremitte, renal arterlerdeki ateroskleroz kolaylıkla değerlendirilebilmektedir (8,9).

Bu çalışmada amaç; canlı karaciğer vericilerinde karaciğer arteryel anatomisinin değerlendirilmesinde MDBT anjiografinin teknik potansiyelinin ve doğruluk oranının saptanmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vasküler Anatomi

Çölyak trunkustan orjin alan hepatik arteryel sistem sık varyasyon gösterir. Kısa ve kalın bir damar olan çölyak trunkus aortik hiatusun hemen aşağısında aortanın ön yüzünden çıkar. Horizontal olarak öne birazda sağa doğru uzanır. Bursa omentalisin arka duvarında bulunan bu trunkus parietal periton ile örtülüdür. Yaklaşık 1.25 cm aşağısında superior mezenterik arter, aortadan ayrılır. Kısa bir seyirden sonra çölyak trunkus üç ana dala ayrılır: Sol gastrik arter (LGA), ana hepatik arter (AHA) ve splenik arter. Ana hepatik arter çölyak trunkusun orta kalınlıkta (7-8 mm) olan dalıdır. Fakat fetal dönemde ve bebeklerde en kalın dalıdır. Etrafındaki pleksus hepatikus ile birlikte sağa ve biraz da aşağı-ön tarafa uzanarak foramen bursa omentalisin aşağısında duodenumun birinci kısmının üst yüzüne gelir. Burada gastroduodenal ve hepatica propria dallarını verir (10,11).

Arteria hepatica propria ana hepatik arterin ligamentum hepatoduodenale içine girerek porta hepatis'e doğru uzanan dalıdır. Ligamentum hepatoduodenale içinde sağ tarafında koledok, arka tarafında ise portal ven bulunur. Bu arter porta hepatis yakınında karaciğer dokusunu besleyen sağ hepatik arter (RHA), sol hepatik arter (LHA) ve ince bir dal olan orta hepatik arter olmak üzere üç dallara ayrılır. Sağ gastrik arterde genellikle bu arterden ayrılır. Sağ hepatik arter genellikle portal venin ön yüzünde bulunur. Ana safra kanalından geçerek porta hepatis'e girer. Buraya girmeden önce safra kesesini besleyen sistik arter dalını verir. Karaciğerde kaudat lobu besleyen kaudat lob arteri ile ön ve arka segmentleri besleyen anterior segment arteri ve posterior segment arterini verir. Sol hepatik arter üst ve alt olmak üzere iki dalına ayrılır. Karaciğer kapsülünü besleyen dallar verir. Karaciğer içinde kaudat lobu besleyen kaudat lob arterini ve lateral ve medial segmentleri besleyen medial segment arteri ve lateral segment arterini verir. Orta hepatik arter %45 oranında sol hepatik arterden, %45 oranında sağ hepatik arterden ve %10 oranında diğer arterlerden çıkabilir. Ligamentum teres hepatisin bulunduğu oluğa girer. Beraberinde quadrat lobdan gelen safra kanalı bulunur. Bu arter quadrat lob ve ligamentum teres hepatisi besler. Bazen karaciğerin sol lobuna da dal gönderir (10,11).

Gastroduodenal arter ana hepatik arterin iki dalından biridir. Önce ana safra kanalı etrafında uzanır. Daha sonra ön veya arkasından geçerek duodenumun birinci bölümünün arkasına doğru uzanır. Burada aa. retroduodenalis denilen dalları verir ve bu bölümün alt kenarında da sağ gastroepiploik arter ve süperior pankretikoduodenal arter olarak iki dala ayrılır. Gastroduodenal arterin ilk dalı olan duodenumun üst kısmında ayrılan aa. retroduodenalis koledoğun sol tarafında olmak üzere duodenumun arka yüzünde aşağı doğru uzanırlar. Bu dallar duodenumun tüm bölümleri ile pankreas başını besler ve inferior pankreatikoduodenal arterin posterior dalı ile anastomoz yapar. Sağ gastroepiploik arter gastroduodenal arterin iki terminal dalından daha kalın olandır. Midenin büyük kurvaturunun sağ yarısında ve omentum majusun ön iki yaprağı arasında uzanır. Burada sol gastroepiploik arter ile anastomoz yapar. Seyri esnasında midenin her iki yüzünü besleyen rr. gastrici ile omentum majusu besleyen rr. omentalis verir. Gastroduodenal arter duodenum arkasında süperior pankreatikoduodenal arteri verir. Pankreas başı ile duodenum ikinci bölümü arasında oluşan olukta biraz aşağı indikten sonra, pankreas başı dokusuna girerek inferior pankreatikoduodenal arter ile anastomoz yapar. Oluşan bu anastomozun dalları duodenumun ön yüzü ile pankreas başını besler (10,11).

Sağ gastrik arter genellikle duodenumun birinci bölümün düzeyinde ana hepatik arterden köken almakla birlikte bazen de hepatica propria arterinden köken alır. Omentum minusun iki yaprağı arasında aşağı inerek pylora gelir ve midenin küçük kurvaturun sağ yarısında sol tarafa uzanır. Midenin ön ve arka yüzü ile omentum minusu besleyen dallar verir ve sol gastrik arter ile anastomoz yapar (10,11).

Splenik arter çöyak trunkusun en kalın dalı olup uzunluğu farklılık (8-32 cm) gösterebilir. Bursa omentalisin arka duvarında pankreasın üst kenarı boyunca kıvrıntılı bir şekilde dalağın hilusuna doğru uzanım gösterir. Bulunduğu yere göre dört bölüme ayrılmıştır. Başlangıçtan pankreasa kadar olan birinci kısmı, kısa bir kavis şeklindedir. Aşağı ve sağ tarafa uzanırken aortayı çaprazlayarak pankreasın üst tarafına gelir. İkinci kısmı pankreas gövdesinin arka yüzünün üst kenarına yakın bölümdeki bir oluktan uzanır. Splenik arterin bu bölümü çok kıvrıntılıdır. Çok ender olarakta pankreasın biraz uzağında bulunur. Üçüncü bölümü pankreasın üst

tarafından geçerek ön yüzünü oblik olarak çaprazlar ve genellikle üst ve alt terminal dallarına ayrılır. Dördüncü bölümü dalak hilusu ile pankreasın kuyruk kesimi arasında bulunur ve genellikle splenik arterin terminal dalları olarak bilinir. Splenik arterden pankreası besleyen dorsal pankreatik arter, inferior pankreatik arter, prepankreatik arter, pankreatika magna arteri çıkar. Splenik arterin en kalın dalı olan sol gastroepiploik arter üçüncü bölümünden veya alt terminal dallarından ayrılır. Splenopankreatik ve gastrosplenik ligament içinden geçerek omentum majusun iki yaprağı arasına girer. Sol üst kısmı hariç midenin büyük kurvaturunda soldan sağa doğru ilerler ve sağ gastroepiploik arter ile anastomoz yapar. Midenin her iki yüzüne gastrik dallar ve omentum majusa omental dallar verir. Kısa gastrik arterler splenik arterin son bölümünden ayrılan 5-7 adet ince daldır. Bu ince dallar sol gastrik arter ve sol gastroepiploik arterin dalları ile anastomoz yapar. Kısa gastrik arterler midenin fundus kesimini besler. Posterior gastrik arter splenik arterin herhangi bir yerinden ayrılabilir. Fakat genellikle orta bölümünden ayrılır. Yaklaşık 2 mm çapında olan bu arter, bursa omentalisin arka duvarını örten peritonun arkasında yukarıya midenin fundusuna doğru uzanır (10,11).

Superior mezenterik arter duodenumun üst kısmı hariç tüm ince barsaklar ile çekum, çıkan kolon ve transvers kolonun büyük bir bölümünü besler. Çölyak trunkusunun yaklaşık 1 cm aşağısından aortanın önünden çıkar. Hemen başlangıcında ve ön tarafında splenik ven ile pankreas gövdesi bulunur. Arka tarafında sol renal ven, daha arkasında da aorta bulunur. Superior mezenterik arter aşağı ve öntarafa doğru uzanırken pankreasın unsinat prosesi ile duodenumun 3. bölümünün önünden geçer. Burada mezenteriumun iki yaprağı arasına girer ve sağ iliak fossaya dallarını vererek uzanır. Bu esnada vena kava inferior, sağ üreter sağ psoas kasını önden çaprazlar. Superior mezenterik arter mezenterin içinde uzanırken konveksitesi öne aşağı ve sola bakan bir kavis çizer. Sağ tarafında superior mezenterik ven ve çevresinde superior mezenterik pleksus bulunur. Superior mezenterik arterin duodenum üçüncü kesimi hizasında veya ilk jejunal dalı arasında inferior pankreatikoduodenal arter çıkar. Bu arterin anterior dalları superior pankreatikoduodenal arterin anterior dalları ile, posterior dalları ise superior pankreatikoduodenal arterin posterior dalları ile anastomoz yaparak duodenum ve pankreas başını besler. Jejunal ve ileal dallar superior mezenterik arterin konveks sol-ön tarafından çıkarlar ve mezenterin iki

yaprağı arasında birbirine paralel olarak ince bağırsağa ulaşırlar. İleumun son kısmı hariç jejunum ve ileumu besleyen 12- 15 adet arterdir. Mezenterin içinde uzanırken her bir dal iki yan dalına ayrılır ve komşu dalların yan dalları ile birleşerek kemerler oluştururlar. Bu kemerlerden ayrılan ayrılan yeni dallarda tekrar yan dallarına ayrılarak komşu dallar ile anastomoz yaparlar. Bu şekilde üçüncü, dördüncü hatta beşinci kemerler oluşturulur. İleokolik arter süperior mezenterik arterin konkav tarafından ayrılan son daldır. Parietal peritonun altında olmak üzere aşağı ve sağa doğru uzanarak sağ iliak fossaya gelir ve burada iki dala ayrılır. Bu dallardan yukarı çıkan arteria colica media ile aşağı ineni ise superior mezenterik arterin terminal dalı ile anastomoz yapar. Aşağı inen dalı ileum ile çekumun birleşme yerine doğru gelerek şu dallara ayrılır: anterior çekal arter, posterior çekal arter, appendiküler arter, ileal arter, kolik arter. Anterior ve posterior çekal arter çekumun ön ve arkasını beslerler. Appendiküler arter ise ileumun son bölümünün arkasından geçerek appendiks vermiformisi besler. Kolik arter ise çıkan kolonu besler. Superior mezenterik arterin konkav yüzünün ortalarından çıkan sağ kolik arter çıkan kolonu besler. Pankreasın hemen aşağısında superior mezenterik arterden ayrılan medial kolik arter sağ ve sol olarak iki dala ayrılır. Bu dallar sağda sağ kolik arter ve solda sol kolik arterle anastomoz yapar. Bu anastomozlardan çıkan dallar transvers kolonun sağ 2/3 ünü besleyen dallara ayrılır (10,11).

2.2. Hepatik Arter Histolojisi

Hepatik arterler orta büyüklükte musküler arterlerdir. Duvarları çeşitli kalınlıkta üç ayrı tabakadan oluşur.

İntima; damarın en iç yüzünü döşeyen tabakadır. İntimanın düzgün, trombüse dirençli luminal yüzeyi tek katlı endotelyal hücreleri kapsar. Endotelyal tabaka arteriyel damar duvarı ile kan akımı arasında yarı geçirgen bariyer görevi görür. Arteriyel vazodilatasyon ve vazokonstrüksiyona neden olan potansiyel maddeleri üretmesi nedeniyle endotel tabakası metabolik olarak aktiftir. Bu ve diğer aktiviteleri nedeniyle endotel damar fonksiyonlarını sağlamada majör role sahiptir. İnternal elastik lamina, intimanın dış sınırını oluşturur. İntima ve media arasında hücre

hareketine izin veren çok sayıda küçük pencereleli elastik lifler içeren matriksten oluşur (12).

Media; normal hepatik arterlerde en kalın kısımdır. Esas olarak kollajen, elastin ve proteoglikanlardan ibaret bir matriks içerisinde düz kas hücrelerinden meydana gelir. İnternal ve eksternal elastik lamina, mediayı intima ve en dış tabaka olan adventisyadan ayırır. Fonksiyonu damar duvarında kontraksiyon ve dilatasyon meydana getirerek kan akımının düzenlenmesini sağlamaktır (12).

Adventisya; kollajen lif bantları, elastik lifler, çok sayıda fibroblastlar ve az sayıda düz kas hücresi içerir. Adventisya kan ihtiyacını vazo vazorumlardan sağlar. Sinir lifleri ve lenfatikler de bu tabakada yer alır (12).

2.3. Hepatik Arterlerin Görüntülenmesi

Magnetik Rezonans Görüntüleme

Yumuşak dokular arasındaki kontrastın en iyi gösterilebildiği noninvaziv görüntüleme yöntemidir. İyonize radyasyon içermemesi ve her üç planda da görüntüler elde edilebilmesi diğer avantajlarıdır. İnceleme süresinin uzun olması, tetkikin kısıtlayıcı faktörlerindedir (4).

En eski teknikler faz kontrast (PC), time of flight (TOF) MRA olup günümüzde halen kullanılmaktadır. TOF incelemesinde hastanın koopere olması çok önemlidir. PC üç planda var olan akımı değerlendirdiği için görüntü alma süresi uzamaktadır. Bu teknikler ile barsak peristaltizmi, solunum ve kalp hareketleri, akan kanın satürasyon ve akım etkileri nedeniyle görüntü kalitesi çoğunlukla yetersiz olmaktadır. Günümüzde yeni MR cihazları ile görüntü alma süresi kısalmış, gadolinyum şelatları içeren kontrast maddelerin kullanımı görüntü rezolüsyonunu arttırmıştır. Üç boyutlu kontrastlı MRA akım etkileri ve ansatüre protonlardan etkilenmez. Kontrastlı MRA ise çok kısa TR ve TE değerine sahip gradyent eko T1 ağırlıklı sekansdır. Manyetizasyon transfer sekansları kullanılarak görüntü kalitesi artırılmakla birlikte görüntü alma süresi uzamaktadır (4).

Kontrast madde enjeksiyonu otomatik enjektörle ve çift doz (0.2 mmol/kg) yapılması ve uygun senkronizasyonun sağlanması ile iyi kalitede kontrastlı MRA incelemeleri yapılabilir.

MRA incelemelerinde elde edilen kaynak-ham görüntüler, reformat görüntüler ve maksimum intensite projeksiyon (MIP) görüntülerde vasküler yapılar ayrıntılı olarak değerlendirilebilir (4).

Konvansiyonel Anjiyografi

Konvansiyonel anjiyografinin kökeni, 1950'li yıllarda kardiyovasküler radyologların anjiyografik Seldinger tekniklerini geliştirmesine dayanır. Anjiyografi, arterler ve venlerin iyotlu kontrast madde enjeksiyonu ve bunu takiben alınan seri filmler sayesinde görüntülediği bir tekniktir. Klinik uygulamaya ilk kez 1920'lerde başlanmış ve hızla yaygınlaşmıştır. Yeni görüntüleme metodlarının ortaya çıkmasıyla başlangıçta bunların anjiyografinin yerini alacağı düşünülmüş, ancak morbiditesi daha az kontrast maddelerin kullanımı, geliştirilmiş kateterizasyon teknikleri ve radyolojik teknikte bilgisayar teknolojisinin uygulanmasına bağlı ilerlemeler sayesinde halen yararlı ve terapötik bir modalite olarak kalmıştır (13).

Anjiyografi ve İntravasküler Girişim İçin Ekipman

İntravasküler girişimsel teknikler çok çeşitli iğneleri, kateterleri ve kılavuz telleri gerektirir. Bunlarla birlikte introducer'lar, dilatatörler, torque, bağlantı tüpleri, adaptör ve stopcock'lar da gerekir. Ayrıca lokal anestezipler, çeşitli ilaçlar ve kontrast madde (KM)'ler de kullanılmaktadır (13,15).

İğneler

Arteriyel girişim için çok çeşitli iğneler mevcuttur. En basiti 2-3 inch (inc) uzunluğunda olup 18 gauge'dur. İçinden 0,035-0,038 in kılavuz tel rahatlıkla geçebilmektedir. Bazıları teflon kılıflıdır. Bunlar özellikle aterosklerozlu hastalarda artere girişi kolaylaştırır ve hematoma, diseksiyon gibi komplikasyonları azaltır (13, 15).

Kateterler

Kateterler manipülasyonu ve torku kolay olan maddelerden seçilir. Kateterizasyon sırasında şeklini korumalıdır. Dış yüzeyi arteriyel travmayı azaltmak amacıyla düzgündür. Radyopak kateterler (kurşun, bizmut veya baryum tuzları ilave edilerek

yapılırlar) floroskopi altında kolaylıkla görülürler. Dış çapı 1 French (F) olan kateter 1/3 mm kalınlıktadır. 6 F'lik kateter ise 2 mm'dir. İç çapı daha dardır. Genellikle çocuklar için 3-6 F, erişkinler için ise 4-7 F kateterler kullanılır. 2-3 F kateterler (mikrokateterler) daha geniş kateterler (5-7 F) içinden geçirilerek koaksiyel sistemler oluşturulabilir. Daha kalın kateterler ise (12-30 F) filtre yerleştirme gibi özel amaçlarla kullanılır (13, 15).

Kateterlerin uçlarının giderek incelemek şekilde yapılmış olması atravmatik olması için gereklidir. Yüksek basınçlı enjeksiyonlarda tek uç delikli kateterlerde jet akım oluşmakta ve arteriyel duvarda zedelenme yapabilmektedir. Bunu önlemek amacıyla kenar delikleri olan kateterler kullanılmaktadır (13, 15) .

Kateter ve kılavuz tel gibi yabancı maddelerin vasküler sisteme girmesi trombüs oluşumunu başlatır. Bu nedenle eğer kontrendikasyon yoksa işlem sırasında sistemik antikoagülasyon yapılmalıdır. 1-1,5 saatlik işlem için 45 IU/kg heparin yeterlidir. İkinci yaklaşım ise kateter yüzeyinin trombozezistan bir madde ile (benzilkonium heparin) kaplanmasıdır. Özellikle uzun süren işlemlerde bunlar gözönüne alınmalıdır (13, 15) .

Kateterler teflon, poliüretan veya polietilen maddelerden yapılabilirler. Kullanıldığı yer ve amaca uygun olarak uçları çeşitli şekillerde olabilir (13, 15).

Kılavuz Teller (Guide-wire)

Kılavuz tellerin kateterlerin perkütan olarak arter içine girmesine ve kateterin bırakılması gereken yere güvenli gitmesine yardımcı olan tellerdir. Genel kural olarak kateterler arter içinde Kılavuz tel olmadan ilerletilmemelidir. Bu kural venöz sistem ve arter duvarları daha yumuşak olan çocuklar için ihmal edilebilir (13, 15).

Kılavuz teller dış metal kılıf ve iç çelik kısımdan oluşur. Bazılarının 3-9 inch uzunluğunda oldukça esnek uç kısmı vardır. Bunlar özellikle selektif kateterizasyonda çok kolaylık sağlar. Özellikle ucu hafif esnek, oldukça sert gövdeli Kılavuz tellerin (Amplatz tel gibi) özellikle rezistan alanlarda (büküntülü damarlar, aortik bifurkasyon gibi) kateterleri ilerletmek için kullanılmazlar (13, 15). Süperselektif kateterizasyon sırasında veya ileri derecede stenotik alanları geçmek için ince, 0,014-0,016 inch, dışarıdan yönlendirilebilir platin uçlu kılavuz teller kullanılabilir (13, 15).

Kılavuz teller uçları düz, hafif kavisli veya J şeklinde olabilir. KM veya terapötik enjeksiyonuna izin veren ucu delikli kılavuz tellerin de mevcuttur (13, 15). Standart kılavuz telin uzunluğu 50-145 cm'dir. 260 cm'ye kadar üretilen GW'lar da vardır. Bunlar kateter değiştirmek amacıyla kullanılırlar. Çapları 0,014-0,052 in arasında değişir. Erişkin hastalarda sık olarak kullanılanlar 0,035-0,038 in arasındadır (13, 15).

Bazıları benzilkonium ile kaplanarak trombus oluşumu azaltılır. Bazıları ise teflon veya hidrofilik polimer bir madde (Terumo®) ile kaplanarak daha kaygan hale getirilebilir.

Diğer Yardımcı Aksesuarlar

1. Introducer'lar: Girip çıkacak kateter ve kılavuz teller için sürekli açık damar yolunu sağlar. İşlem süresince arter içinde tutulur. Genellikle 4-7 F olanlar kullanılır. Heparinli solusyonla yıkamak ya da KM vermek için genellikle ikinci bir deliği vardır.
2. Dilatatörler: Introducer'ların artere girişini kolaylaştırmak amacıyla damarı dilate etmek için kullanılır.
3. 2 veya 3 yollu stopcock.
4. Ara konnektörler: Kateter ve enjektör arasındaki bağlantıyı sağlarlar(13, 15, 16) .

Steril Masa

Steril masada olması gereken malzemeler:

1. Povidon iyot (Betadin[®]), forseps, steril spanç, hastayı örtmek için steril örtü
2. Steril eldiven ve elbiseler
3. Anjiografik işlem için 500 ml %5'lik dekstroz (1000 IU heparin ilave edilmiş), KM, enjektörler, 2 yollu stopcock, bağlantı tüpleri, lokal anestezi
4. Kateter ve kılavuz teller
5. Heparin, protamin sülfat (13, 15,16)

Kontrast Maddeler

Intravasküler olarak kullanılacak ideal bir kontrast madde (KM), düşük vizkoziteli, kana kolay karışabilir, kan içinde kalabilir, inert ve kolay atılabilir olmalı, toksik olmamalıdır.

KM'ler organik iyot bileşikleridir. Benzoik asit halkası ana maddedir. Halka anyon (-) ve kation (+)'lardan oluşur. Anyon tarafına 3 iyot bağlıdır. Kation tarafına ise bileşiğin iyonik veya non-iyonik olmasını sağlayan sırasıyla Na ve/veya meglumin veya amid bağlanır.

Radyoopasite, solüsyondaki iyot konsantrasyonu ile ilgilidir. Kontrast maddenin etkinliğinin bir göstergesi olan "iyot atom sayısı/partikül sayısı" konvansiyonel (iyonik) monomerik KM'lerde 3/2 iken, monomerik non-iyoniklerde 3/1'dir. Halen intravasküler olarak kullanılan 2 büyük grup KM vardır: İyonik ve noniyonikler (13, 14).

İyonik Kontrast maddeler:

Allerjik reaksiyonlarından dolayı anjiografi işlemleri için pek tercih edilmez. Triiodobenzoik asitin organik iyonik tuzlarıdır. Bunlar diatrizoat, ioksitalamat veya metrizoatın sodyum (Na) veya metilglukamin (mevlumin) tuzları olup monomerdirler. İyonik dimer olarak ioksaglat vardır. İoksaglat hariç diğerleri yüksek ozmolalitelidir (%60-70 konsantrasyonlarda 1400-2100 mmol/kg). Serumun ozmolalitesi ise 280-300 mmol/kg'dır. İoksaglat ise düşük ozmolalitelidir (600 mmol/kg). Urovizon® (diatrizoat), Telebrix® (ioksitalamat), Hexabrix® (ioksaglat) piyasada mevcuttur.

Noniyonik Kontrast maddeler:

İyonize olan karboksil grubu yerine amid bağlanarak benzoik asit halkasının iyonize olması önlenmiştir. Bu yolla ozmolarite yarı yarıya azaltılmıştır (yaklaşık 600 mmol/kg). İlk geliştirilen metrizamiddir. Piyasada non-iyonik monomerik olarak iopamidol (Iopamiro®), iopromid (Ultravist®), ioheksol (Omnipaque®) ve iobitridol (Xenetix®) bulunmaktadır.

Kontrast Madde Dozları

Total KM dozu erişkinde 1,5 gr/kg'ı (toplam 100 gr iyot) geçmemelidir. Çocuklarda ise her enjeksiyonda 0,3-0,5 gr/kg dozunu aşmamalıdır. 20 dakika sonra doz tekrarlanabilir. KM oranı ve dozu ayrıca konvansiyonel veya dijital subtraksiyon anjiografi (DSA)'si yapıp yapılmadığına da bağlıdır. DSA'da daha az ve daha dilüe KM ile inceleme yapılabilir (14,15,16).

Periferik ve küçük arterlerde KM

Genel kural olarak, enjekte edilecek KM'nin dozu damardaki akım hızı ile orantılıdır. Tablo I'de önerilen KM miktarı görülmektedir. Bunlar kısa aralıklarla tekrarlanabilir ve 1-2 saniye süresince verilebilir.

Büyük arterlerde KM: Arkus aorta vücuttaki en yüksek akım hızına sahip damardır. Bu nedenle 40 ml yüksek konsantrasyonda KM 20 ml/s hızında verilir. Abdominal aortografide 30 ml KM 1,5-2 s süresince verilebilir. Renal arterlerin altında 25 ml KM verilmesi yeterlidir.

Normal çölyak arter ve superior mezenterik arter, yüksek akım hızlı arterlerdir ve 30 ml KM'yi tolere edebilirler. Portal sirkülasyon için 50 ml kadar KM verilmesini öneren radyologlar vardır. Fakat akım hızı 8 ml/s'ye kadar düşülmelidir.

Konvansiyonel Anjiografi İşlemi

Konvansiyonel anjiografi radyolojik olarak transplantasyon hazırlığındaki verici adaylarının final tetkiki idi. Tetkike alınacak verici adayları en az sekiz saatlik açlık istendi. Tetkik Siemens Multistar (Germany) cihazı ile yapıldı. Verici adaylarının anjiografi masasına alınmasını takiben sağ femoral arter nabızı kontrol edilip sağ kasık bölgesine betadin ile antisepsiyon sağlandı. Femur başı düzeyinde sağ femoral arter nabızı hissedilip, yaklaşık 10 cc lokal anestezi (prilokain hidroklorür) cilt ve cilt altı dokulara uygulandı. Nabızın alındığı bölgeye bistüri ile cilt kesisi yapıldı. Seldinger iğneye yaklaşık 45 derece açı verilerek femoral artere girildi. İğneden dışarıya akan kanın arteryal olduğu görülünce Bentson wire Seldinger iğneden aortaya kadar ilerletildi. Seldinger iğne çıkarılıp 5F intraducer yerleştirildi. Bentson wire üzerinden pig tail kateter proksimal abdominal aortaya ilerletilip nonselektif abdominal aortografi enjeksiyonu yapıldı. Daha sonra pig tail kateter çıkarılıp yerine shepherd hook kateter çölyak köke yerleştirildi ve selektif çölyak kök, ana hepatik arter enjeksiyonları yapıldı. Ayrıca splenik artere girilerek arteryal portografi işlemi yapıldı. Son olarak shepherd hook kateter ile SMA selektif enjeksiyonları yapıldı. Kateter ve intraducer çıkarılarak işleme son verildi. Elde edilen görüntüler anjiografi konusunda deneyimli radyologlar tarafından değerlendirildi.

Tablo 1- Konvansiyonel Anjiografi Komplikasyonları

Konvansiyonel Anjiografi Komplikasyonları
Vasküler giriş yeri komplikasyonları (% 0,5 – 0,6)
İnfeksiyon ve pirojenik reaksiyonlar (% 0,06 – 0,62)
Alerjik ve anaflaktik reaksiyonlar (% 0,1)
Kontrast maddeye bağlı böbrek yetmezliği (% 0.5)

2.4. Bilgisayarlı Tomografi

Tarihçesi

1963 yılında Cormack tarafından teorize edilmiş ve radyolojide kullanımı yeni bir çığır açmış kesitsel bir görüntüleme yöntemidir. BT ile ilgili ilk başarılı klinik uygulamalar 1967 yılında G. Hounsfield tarafından gerçekleştirilmiş ve 1971 yılında hastane şartlarında kullanılmaya başlanmıştır. ABD’de ilk BT ünitesi 1973’te Mayo Klinikte kurulmuştur. Ülkemizde ilk kullanımı Mart 1976’da Hacettepe Üniversitesi’nde gerçekleşmiştir (17).

İlk BT cihazlarında tek bir kesit oluşturabilmek için gerekli verileri toplamak 5 dakikaya varan sürelerle ihtiyaç gösterdiğinden BT uygulaması sadece beyin incelemelerinden ibaret kalmış sürenin uzunluğu nedeniyle BT’nin toraks ve abdomen gibi uygulama alanlarında kullanımını geciktirmiştir(17) .

1980’li yıllarda üçüncü ve dördüncü kuşak cihazlar geliştirilmiş tarama süresi 2 saniye düzeyine kadar indirilmiştir. Bu sırada manyetik rezonans görüntüleme hızı gelişmeler BT’yi ikinci plana atmış iken, 1988 yılında BT teknolojisinde bir sıçrama olan “slip-ring” teknolojisi ile spiral BT gündeme gelmiştir. Spiral BT tarama zamanını saniye altına indirirken, hacim bilgisi yüksek kalitede üç boyutlu görüntülemelere olanak sağlamış, tarama hızının azalması da kontrast madde kullanımını daha etkinleştirmiştir (17).

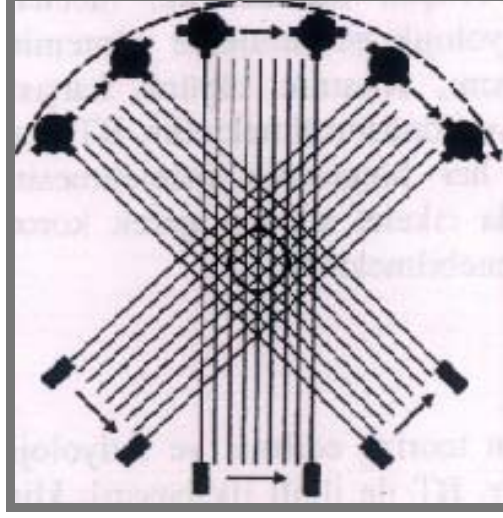
1998 yılında ise yeni bir dönüm noktası olan multidedektör BT (MDBT) gündeme gelmiştir. MDBT spiral BT teknolojisinin getirdiği avantajlara ek olarak hızı ve kesit kalınlığındaki iyileşmeler sonucunda yüksek nitelikte anjiyografi uygulamalarına olanak sağlamıştır(17) .

Birinci kuşak BT cihazlarının geliştirilmesinden bu yana en büyük teknik gelişmeler tarama ve rekonstrüksiyon zamanının azaltılmasına yönelik olarak yapılmıştır (17).

1. Jenerasyon BT Cihazları

“Pencil-beam” X-ışını ve karşılığında tek bir dedektörün bulunduğu bu tür cihazlar “translate-rotate” prensibi ile çalışmaktadır. İncelenecek olan obje, lineer bir doğrultuda bir uçtan diğerine tarandıktan sonra tüp 1 dereceli açı ile dönüş hareketi yapmakta ve obje tekrar lineer olarak taranmaktadır. Bu tarama ve dönüş hareketleri

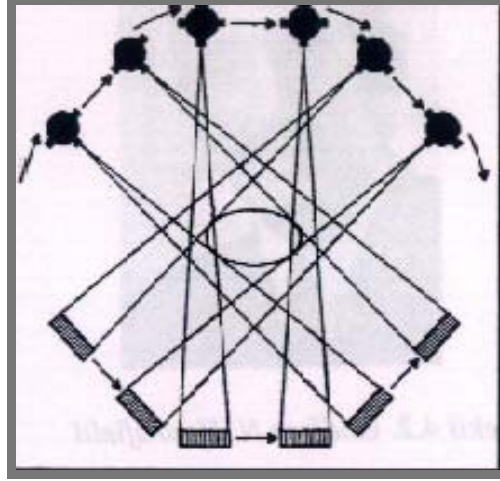
180 derecelik bir dönüŖe kadar devam ettirilmektedir. İlk jenerasyon cihazlarda kesit alım süresi bu bakımdan oldukça uzundu (17).



Resim 1- 1. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi

2. Jenerasyon BT Cihazları

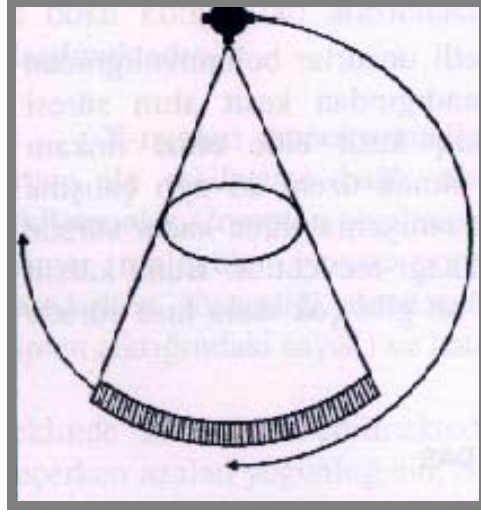
Bu cihazlarda tek dedektör yerine lineer dizilmiş birden fazla dedektör kullanılmış ve X-ışını huzmesi de “pencil-beam” yerine dedektör genişliğine göre yelpaze biçiminde (fan-beam) genişletilmiştir. İkinci jenerasyon cihazlarda 1. jenerasyonda olduğu gibi “translate-rotate” tekniği söz konusudur. Ancak tüp hareketi 10 derecelik açılarla 180 dereceye tamamlanmaktadır (17).



Resim 2- 2. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi

3. Jenerasyon BT Cihazları

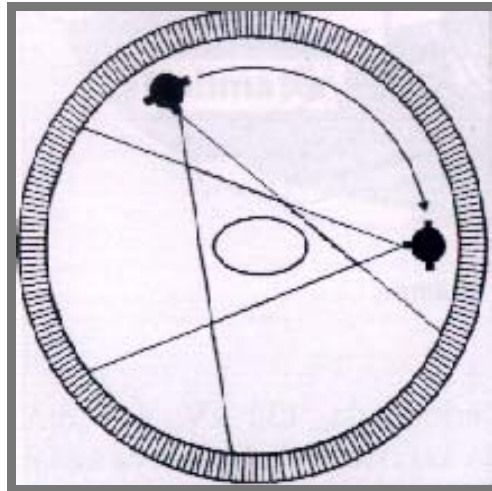
1 ve 2. jenerasyon cihazların ardından “rotate-rotate” prensibi ile çalışan 3. jenerasyon aygıtlar geliştirilmiştir. Bu cihazlar X-ışını kaynağı ve bu kaynağın karşısına dizilmiş konveks dedektörlerden oluşturulmuştur. X-ışını demeti karşısına denk gelen dedektörlerin tümünü içine alacak şekilde yelpaze biçimindedir. X-ışını tüpü ve dedektörler incelenecek olan obje etrafında birbirleri ile koordine hareket ederek 1. ve 2. jenerasyon cihazlardan farklı olarak 360 derecelik bir dönüş gerçekleştirirler (17).



Resim 3- 3. Jenerasyon BT cihazlarında tüp ve dedektör çalışma prensibi

4. Jenerasyon BT Cihazları

“Rotate-stationary” tekniği olarak da adlandırılan sistemde sadece X-ışını kaynağı hareketlidir. Tek bir X-ışını kaynağı incelenecek obje etrafına 360 derecelik bir dönüş hareketi gerçekleştirirken dedektörler gantri açıklığı boyunca dizilmiş ve sabitlenmiştir. Kesit alım süresi 1-2 saniye düzeylerine indirgenmiştir (17).



Resim 4- 4. Jenerasyon BT cihazlarında çalışma prensibi

5. Jenerasyon BT Cihazları

Elektron beam tomografi olarak bilinen ultra hızlı BT cihazlarıdır.

Spiral (Helikal) BT

BT teknolojisindeki en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir. Spiral BT'nin ilk kez kullanımı Kalender ve arkadaşları tarafından 1980'lerin sonunda gerçekleşmiştir. Son zamanlarda birçok üretici firma gantriye "slip-ring" teknolojisini ekleyerek X-ışın kaynağı ve dedektörlerin sürekli rotasyonu esnasında hastanın eş zamanlı olarak sabit bir hızda gantri içine doğru hareketini sağlamışlardır. Bunun sonucunda da aynı esnada BT verileri sürekli olarak elde edilebilir hale gelmiştir. Hasta rotasyon yapan gantrinin içine kaydırıldıkça X-ışını kaynağının izlediği yörünge bir spiral veya heliks oluşturmaktadır. Bu heliksin odağı rotasyon planına dik olan rotasyonel merkez içinden geçen çizgi boyunca. Kesitler arası bekleme (interscan delay: ISD) olmadığı için bu çizgi boyunca olan kapsama oranı masa hızına eşittir. Böylece kısa sürede gerçek bir hacimsel tarama yapılmış olmaktadır. Bütün bu gelişmeleri arkasında yatan teknik yenilikler "slip-ring" gantrinin geliştirilmesi, artmış dedektör etkinliği ve tüp soğutma kapasitesidir (18).

"Slip-ring" tarayıcılarda sürekli X-ışını oluşması ve sürekli masa hareketi sağlanmıştır. Bunun sonucunda konvansiyonel BT'de problem olarak görülen kesit aralarında masanın ilerlemesi ve tüpün uygun pozisyona getirilmesi için kaybolan zaman azalmıştır. Sürekli rotasyonu engellememesi için gantri componentlerini yere bağlayan elektrik kabloları kullanılmamıştır. Bu cihazlarda genellikle multipl paralel "slip-ring'ler" kullanılmıştır. Paralel bağlı halkalardan biri tüp ve jeneratöre yüksek voltaj taşır. İkincisi dijital verilerin dedektöre gidiş geliş transportunu sağlar. Üçüncü halkaysa kontrol sistemlerinin operasyonu için rölatif düşük voltaj sağlar (17).

Spiral BT'nin Konvansiyonel BT'ye Üstünlükleri

Üstüste binmiş kesitlerin oluşturulabilmesi, daha kaliteli üç boyutlu ve/veya multiplanar reforme görüntüler elde edilmesini sağlar. Spiral BT ile lezyon saptanmasının iyileştirilmesi iki ana faktörle ilişkilidir. Solunuma bağlı kesit

kaymasının eliminasyonu ve istenilen aralıklarla üst üste binen görüntülerin rekonstrüksiyonudur. Standart BT’de hastanın kesitten kesite inspirasyon ve ekspirasyon derecesinin değişebilmesi nedeniyle küçük lezyonların gözden kaçtığı saptanmıştır. Spiral BT’nin hacimsel veri setinin tek bir nefes tutma ile elde edilmiş olması nedeniyle solunumsal kesit kayması elimine edilmiştir. Çekim kolimasyonundan daha küçük intervallerle görüntülerin rekonstrüke edilebilmesi yeteneği, parsiyel volüm etkisi nedeniyle küçük lezyonların atlanabilmesi olasılığını azaltmaktadır. Spiral BT rekonstrüksiyonları retrospektif olarak yapıldığından üst üste binen görüntüler hasta ek bir radyasyona maruz kalmadan elde edilebilmektedir (17).

İnceleme süresinin oldukça kısa olması nedeniyle arteriyel ve venöz yapılara yönelik BT anjiografi çalışmaları da konvansiyonel BT’ye göre çok daha üstün bir şekilde gerçekleştirilebilmiştir. Dinamik volümetrik vasküler inceleme yöntemleri ve yüksek rezolüsyonlu üç boyutlu rekonstrüksiyonlar ile başta aorta ve ana dalları olmak üzere boyun, alt ve üst ekstremitte damarları hem daha az kontrast madde kullanılarak hem de artefaktlardan arınmış daha detaylı imajlarla değerlendirilebilmiştir (19).

Spiral BT’nin Dezavantajları

Helikal incelemede en büyük ve tek dezavantaj mAs sınırlamasıdır. Helikal tarama süresi arttıkça mAs’nin kısıtlayıcılığı artmaktadır. Düşük mAs, görüntünün granüler olmasına neden olur. Bu dezavantaj dedektör teknolojisindeki yenilikler ve daha yüksek ısı kapasiteli tüpler ile giderilmeye çalışılmaktadır. Spiral BT’de artmış gürültü, hem interpolasyon işlemi ile hem de X-ışını tüpünün sürekli çekim esnasında gereken kısıtlanmış gücü ile ilişkilidir. Daha yüksek ısı kapasiteli tüplerin yapılması ikinci problemi elimine edecektir. Spiral BT’deki longitudinal çözümlemede azalma kesit duyarlılık profilinin genişlemesine bağlıdır. Sonuçta değişen derecelerde parsiyel volüm artefaktları oluşur. Parsiyel volüm artefaktları masa hızı ile kolimasyonun eşleştirilmesi sonucu giderilebilir, ancak pitch arttıkça artış gösterir. Bu etki 180 derece interpolasyon algoritmelerinin kullanımı ile minimize edilmiştir. Konvansiyonel BT ile karşılaştırıldığında spiral BT’de görüntü işleme için daha fazla zamana gereksinim duyulur. Artmış zaman

gereksinimi kısmen planar görüntülerin rekonstrükte edilebilmesinden önce veri interpolasyonuna ihtiyaç duymasından kaynaklanır. Ek olarak spiral BT tarafından oluşturulan büyük miktardaki görüntü verileri daha sık olarak arşivlenmeyi gerektirir. Bu durum nedeniyle bazen geçici olarak çekime ara verilebilir. Daha büyük kapasiteli arşivleme cihazları gerektirmesi spiral BT'nin diğer bir dezavantajıdır (19).

Multidedektör BT

Multidedektör BT şu anda BT teknolojisinde ulaşılan son noktadır. Uygulanan çekim prensipleri spiral BT'den farklı değildir. Avantajı hastanın longitudinal aksı boyunca (Z-ekseni) iki veya daha çok sayıda dedektör dizileri ile donatılmış olması, X-ışın kolimasyonunun genişletilebilmesi ve bunların sonucunda masa hızının arttırılabilmesidir. X-ışın tüpü ve dedektör hasta etrafında 360 derece birbirleri ile senkronize dönüş yaparlar. Bu dönüş ve veri elde edilişi spiral BT'deki gibi devamlı ve volumetrikdir (19).



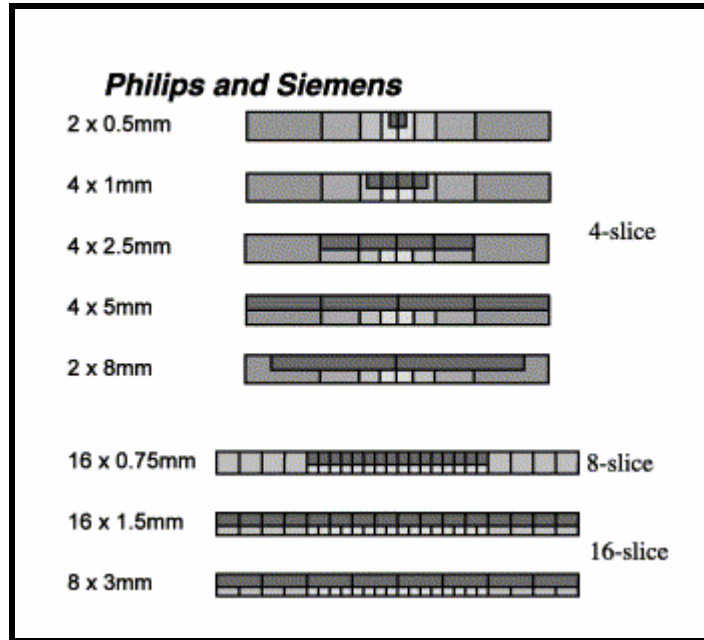
Resim 5- 16 dedektörlü tarayıcı Sensation 16, Siemens (Germany)

Helikal taramanın geliştirildiği 1989 yılından sonra 1991’de 1 mm’nin altında kesit alabilen cihazlar üretilmiştir. Aynı yıl bugünkü multidedektör BT teknolojisinin öncüsü ikiz dedektörlü helikal BT’de geliştirilmiştir. 1993’de gerçek zamanlı BT’nin kullanıma girmesiyle BT floroskopi eşliğinde biyopsi işlemlerinin yapılabilmesi, damar yapılar ya da organlar içindeki kontrastlanmanın monitörizasyonu (otomatik bolus yakalama programları) olanaklı hale gelmiştir. Gantri rotasyon zamanının 1 sn’nin altına inmesi 1995 yılında mümkün olmuş, 1998’de bu süre şu an hala geçerli minimum süre olan 0,5 sn’ye indirilmiştir. 1998 yılında da ilk multidedektör sistemleri kullanıma girmiştir (21) .

Yüksek kalitede hacim bilgisi için, longitudinal düzlemdeki (Z-ekseni) çözünürlüğünün yeterli olması gerekmektedir. Z-eksen çözünürlüğünü belirleyen

başlıca etken kesit kalınlığıdır. Dedektör teknolojisindeki iyileştirmelerle minimum kesit kalınlığı giderek düşmektedir. Böylece ulaşılan izotropik voksel geometrisi sayesinde multiplanar reformasyonlar ve üç boyutlu görüntüleme optimal görsel keskinlikle yapılabilmektedir (26).

Multidedektör BT teknolojisinin belkemiği dedektör yapısıdır. Konvansiyonel helikal BT cihazlarında dedektör tek sıra halinde dizilmiş dedektör elemanlarından oluşan tek boyutlu bir yapıdır. Multidedektör BT cihazlarında ise dedektör çok sayıda dedektör sırasından oluşan iki boyutlu bir matriks yapısındadır. Paralel sıralanmış eşit genişlikte dedektör dizilerine matriks dedektör denirken, adaptif dedektörler santralden periferie doğru genişleyen dedektör dizileri içerir. Matriks ve adaptif dedektör yapılarının bir arada kullanılanlarına hibrid dedektör adı verilir. Hibrid dedektörlerde dedektör dizisi santralinde eşit kalınlıkta ince dedektör dizisi kullanılırken kenarlarda eşit kalınlıkta daha geniş dedektör dizileri içerir. Sistemin kesit kalınlığını belirleyen unsur en küçük dedektör elemanının Z-eksenindeki genişliğidir. Bu değer bazı sistemlerde 0,5 mm bazı sistemlerde 0,625 mm'dir (17).



Resim 6- Multidedektör BT'nin hibrid dedektör yapısı

Multidedektör BT sistemlerinde hızın artması esas olarak iki nedene bağlıdır; gantri rotasyon süresinin kısalması (0,5 sn'ye inmesi) ve "pitch faktörünün" (pitch faktörü= masa hızı/kesit kalınlığı) artmasıdır. Ancak "pitch" değeri arttıkça taranabilecek alan miktarı artmakta görüntü kalitesi azalmaktadır. Bu iki etki birleştirildiğinde; örneğin 4 dedektörlü bir cihaz konvansiyonel spiral cihaza göre 8 kat, 8 dedektörlü bir cihaz 16 kat hızlı tarama yapabilmektedir. Burada bilinmesi gereken bir nokta daha vardır. Tarama hızındaki bu 8 ya da 16 kat artış kesit kalınlığı için geçerli değildir. Düşük kesit kalınlıklarında maksimum hız mümkün olmakta, ancak kesit kalınlığı arttıkça bu şans azalmaktadır (22).

Multidedektör BT'nin Avantajları

Yüksek tarama hızının ince kesit kalınlıkları ile birleştirilmesi BT anjiyografide çığır açmıştır. Willis poligonu damar yapıları değerlendirilebilir hale gelmiş, karaciğer transplantasyonlarında hepatik arteriyel, portal ve hepatik venöz yapıların preoperatif değerlendirilmesi çok daha kolaylaşmıştır. Pulmoner emboliden şüphelenilen hastalarda daha ince segmenter dallardaki trombüsler gösterilmiştir. Aort anevrizması, aort diseksiyonu, ekstremit ve renal arterlerin aterosklerotik lezyonları, mezenter iskemisi daha net bir şekilde değerlendirilebilmiştir (22).

Nefes tutma ile yapılan tetkiklerde tetkik süresi çok kısaldığından solunum ile ilgili artefaktlar ortadan kalkmıştır. Hızlı tetkik yapılması gereken travma hastalarında tetkik süresi kısaldığından kolaylık sağlanmıştır. Kooperasyonu zor olan ve çocuk hastalarda tetkik en az artefaktla tamamlanabilmektedir (23).

Çok fazlı kontrastlı çalışmalara olanak sağlamıştır. Örneğin karaciğerde 2 kez ardı ardına arteriyel faz alınarak özellikle sirozlu hastalarda karaciğer lezyonları daha iyi karakterize edilebilmiştir (24).

Tarama hızının artması özellikle BT anjiyografi uygulamalarında kontrast madde dozundan tasarruf edilmesine imkan vermektedir. İnce kesit alınabilmesi isteğe bağlı görüntü planının değiştirilmesine, multiplanar reformasyona ve üç boyutlu

görüntülerin optimal görüntü kalitesi ile elde edilmesine olanak sağlar. Parankimal organlarda küçük lezyonların hipo-hipervasküler karakterinin belirlenmesinde, multiplanar reformasyonlarla cerrahi planlamada, organ koruyucu cerrahi uygulamaların belirlenmesinde rol oynar. Artmış tarama hızının solunum ve barsak hareketlerinden kaynaklanan artefaktları azaltması ile birlikte yüksek uzaysal çözünürlükle geniş volumlerin taranabilmesi, sanal endoskopi uygulamalarının temelini oluşturur. Multidedektör BT koroner arterlerde stenoz varlığının belirlenmesinde, plakların görüntülenmesi ve myokardiyal perfüzyonun değerlendirilmesinde noninvaziv bir yöntem olarak umut vericidir. Akut inmeli hastalarda rutin BT incelemelerinde patolojinin belirlenemediği ilk 6 saatlik dönemde, software desteği ile serebral kan akımı, serebral kan volumü ve ortalama geçiş zamanı değerlendirilerek beyin perfüzyonu incelenebilir (25).

Multidedektör BT'nin Dezavantajları

Özellikle izotropiğe yakın görüntüleme tercih edildiğinde elde edilen veri miktarında ileri derecede artış olmaktadır. Elde edilen verileri yorumlamak ve saklamak problem oluşturmaktadır. Görüntülerde gürültü, kesit kalınlığı azaldıkça artmaktadır. Gürültüyü azaltmak için rekonstrükte aksiyel ya da kalın MPR kesitlerin oluşturulması önemlidir. Çok ince kolimasyonlarda cihazın geometrik etkinliği bozulmaktadır. Bu etki 1,25 ve daha düşük kolimasyonlarda izlenirken daha kalın kolimasyonlarda izlenmez. Hastaya verilen dozda artış sadece yüksek kalitede ince kesit görüntü elde edilmek istenildiğinde karşımıza çıkan önemli bir sorundur (17).

Multidedektör BT Cihazında İmajların İşlenmesi ve Verilerin Değerlendirilmesi

Hepatik arteryel anatominin değerlendirilmesinde primer öneme sahip olan aksiyel imajlar 3 boyutlu görüntüleme yöntemlerinin de temelini oluşturmaktadır. 3 boyutlu görüntülerin oluşturulmasında kullanılan başlıca teknikler “multiplanar reformat” (MPR), ”maksimum intensite projeksiyonu” (MIP), “shaded surface display” (SSD) ve “volume rendering tekniği” (VRT)‘dir (27).

Multiplanar Reformat (MPR) Tekniği

3 boyutlu hacimde bir plan seçilir ve bu plandaki görüntüler kullanılarak işlenir.. Bu yöntem tortiozite ve elongasyon gösteren arterlerde damarların uzun eksenleri boyunca kesintisiz olarak görüntülenmesini sağlar. Ancak damar lümeninde manuel oryantasyona bağlı olarak yanlış pozitif ve yanlış negatif sonuçlar elde edilebilmektedir. Aynı damarın farklı bakış açılarıyla, MIP ve VRT gibi diğer yöntemlerle kombine edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir (27).

Maksimum İntensite Projeksiyonu (MIP) Tekniği

MIP bir volüm işleme türü olup bir imajda tüm piksellerin intensiteleri arasında rastlanan maksimum intensitedir. MIP daima her bir ışının katettiği yol boyunca rastlanan en parlak pikseli yansıtacağından, vasküler yapının önündeki ve arkasındaki kemik dokular tarafından süperpoze olması söz konusudur. Ayrıca kontrast maddenin sadece hepatik arterleri değil, tüm vasküler yapıları dolduracağı da göz önüne alındığında, tüm hacim MIP imajlarda hepatik arterler diğer vasküler yapılardan izole edilemeyebilir. Bu nedenle kemik ve diğer istenmeyen parlak yapıları elimine etmek için volüm bilgisi bazı tekniklerle işlenir (28).

Shaded Surface Display (SSD)

SSD kompleks üç boyutlu yapıların demonstrasyonu için geliştirilmiş basit bir tekniktir. Seçilen eşik değerin uygunluğuna belirgin şekilde bağlı olup, uygun olmayan eşik değerleri seçildiğinde, küçük çaplı damarlarda stenotik damar segmenti yanlış olarak oklüde ya da tamamen normal olarak değerlendirilebilir. Tek eşik değer kullanılması ile SSD kalsifikasyon ile damar lümenini birbirinden ayıramayabilir. Bu sebeple özellikle kalsifiye stenozların değerlendirilmesinde güvenilirliği düşüktür. Aksesuar arterler gibi küçük kalibrasyonlu arterlerin değerlendirilmesinde MIP için söylendiği gibi dikkatli olunmalıdır (28,29).

Volume Rendering Görüntüleme Tekniği (VRT)

VRT ile güçlendirilen spiral BTA konvansiyonel kateter anjiografiye iyi bir alternatif olma yolundadır. VRT, damarlar ile çevrelerindeki yapıların optimum opak veya

semi-transparent gösterilmesini sağlayan bir modalitedir. Her voksel için doku miktarının sistematik olarak ihtimal dahilinde hesaplanması ile olur. Bu teknikle dansiteler vasküler ve/veya perivasküler anatomik yapılara göre değişen derecelerde seçilmek suretiyle, süperpozisyonlara bağlı gelişen yorum zorluklarının önlenmesi mümkün olup, bu yöntem diğer 3 boyutlu tekniklerin çoğuna üstünlük sağlamıştır (30, 31).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Olgular

Bu prospektif çalışma Nisan 2003 ile Ağustos 2004 tarihleri arasında 48 karaciğer verici adayına preoperatif değerlendirme ve cerrahi planı amacıyla multidedektör BT anjiyografi uygulandı. Potansiyel donör olarak kabul edilen 23 erkek ve 25 kadın vericinin yaşları 21 ile 64 arasında (ortalama 35) değişmekteydi. Verici adaylarının 20'si karaciğer biyopsilerinin sonucu transplantasyona uyumlu olmayan (hepatositlerde zedelenme, steatoz gibi) ve transplantasyon hazırlığında verici olmaktan vazgeçtiği için çalışma dışı bırakıldı. yirmisekiz verici adayına çölyak ve mezenterik artere yönelik konvansiyonel anjiyografi yapıldı.

BT anjiyografi incelemeleri 16 dedektörlü tarayıcı (Sensation 16, Siemens, Erlangen, Germany) kullanılarak gerçekleştirildi. Verici adayları 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 inen aorta düzeyi esas alınarak, topogram üzerinden tek kesitlik bir görüntü alındı. Aort lümeni manuel olarak işaretlenerek, taramanın başlatılması için öngörülen eşik kontrastlanma düzeyi (140-160 HU) ayarlandı. Diyafram kubbesi düzeyinden pelvise dek kesitler alındı. İnceleme esnasında hastanın karaciğer volüm hesabının gerçekleştirileceği üst abdomen BT tetkiki için prekontrast görüntüler elde edildi. Yüksek konsantrasyonda iyot içeren 150cc Ultravist 370/100 (Schering, Berlin, Germany), 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. Arteryal faz imajlar (0.75 mm kolimasyon, 1mm kesit kalınlığı, her gantri rotasyonu için 7.8 mm masa hızı) bolus tracking programı ile elde edildi. Ayrıca verici adaylarından aynı kolimasyon ve kesit kalınlığı ile portal fazda potral ve hepatic venlere yönelik anjiyografi görüntüleri alındı.

Tablo 2- Multidedektör BT protokolü

MDBT Protokolü
<ul style="list-style-type: none">- Kolimasyon: 16 x 0,75 mm- Kesit kalınlığı: 1 mm- Rekonstrüksiyon intervali: 0,5 mm- Tüp voltajı: 120 kV- Efektif tüp akımı: 160 mAs- Gantri rotasyon zamanı: 650 msn- Gantri açısı: 0 derece- Tarama yönü: Kraniokaudal- Tarama alanı: 12-22cm- Tarama zamanı: 12 - 18 sn

Daha sonra aksial imajlardan aksiyal ve koronal maksimum intensity projection (MIP), Multiplanar Reformat (MPR) ve volume rendering görüntüleri (VRT) oluşturuldu. Hem aksiyal imajlar hem de reformat görüntüleri abdominal radyoloji konusunda deneyimli radyologlar tarafından yorumlandı. Tipik hepatik anatomiden farklı olan durumlar varyasyon olarak kabul edildi. Hepatik arteriyal varyasyonlar Michels metoduna göre sınıflandırıldı. Bu sınıflandırılmaya göre normal anatomik yapı, varyasyonların tiplendirilmesi ve görülme sıklıkları tablo 3 de özetlendirilmiştir. Multidedektör BT görüntülemenin hepatik arteriyal varyasyonları saptamadaki sensitivite ve spesifitesi DSA referans kabul edilerek hesaplandı.

4. BULGULAR

Multidedektör BT ile 48 verici adayından 26'sında hepatik arterlerde normal vasküler anatomi saptandı (%54.1).



a.

b.



c.

Resim 7- 41 yaşında verici adayının Koronal MIP (a), VRT (b) ve DSA (c) imajları elde edildi. Hepatik arteriyel anatomisinde varyasyon izlenmiyor.

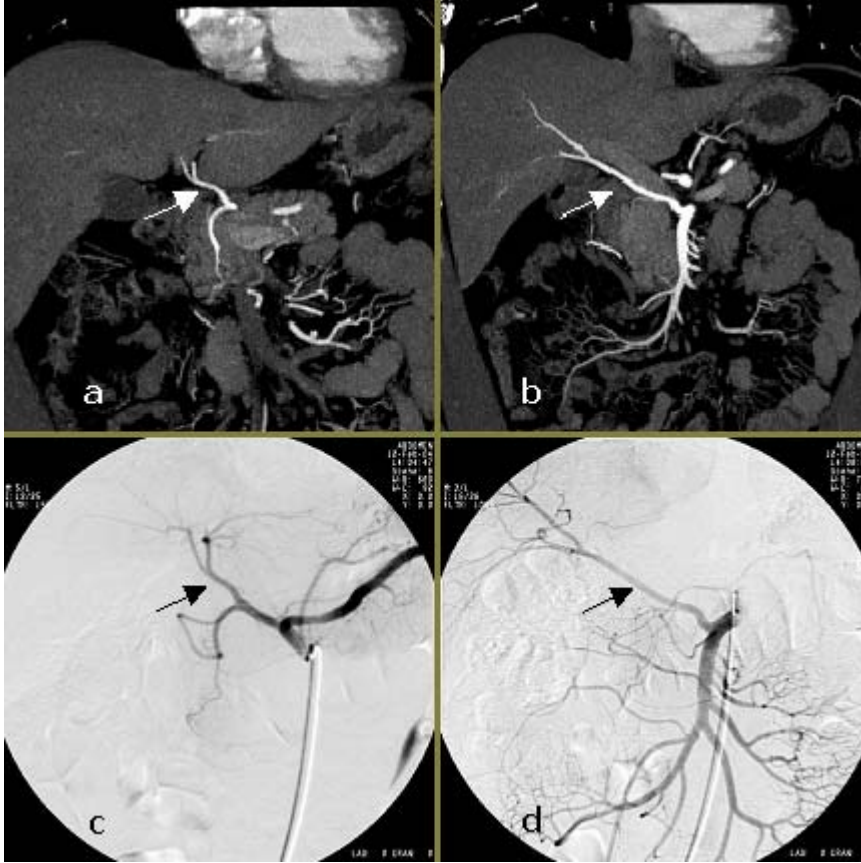
Tablo 3- Michels hepatic arteriyel varyasyon sınıflaması

Tip	Açıklama	Oran
I	Normal	% 55
II	LGA dan orjin alan LHA	% 10
III	SMA dan orjin alan RHA	%11
IV	SMA dan orjin alan RHA + LGA dan orjin alan LHA	%1
V	LGA dan orjin alan aksesuar LHA	% 8
VI	SMA dan orjin alan aksesuar RHA	%7
VII	LGA dan orjin alan aksesuar LHA + SMA dan orjin alan aksesuar RHA	%1
VIII	SMA dan orjin alan RHA + LGA dan orjin alan aksesuar LHA veya LGA dan orjin alan LHA + SMA dan orjin alan aksesuar RHA	%2
IX	SMA dan orjin alan AHA	%4.5
X	AHA orjinli LGA	%0.5

Yirmiiki hastada ise hepatic arteriyel sistemde anatomik varyasyon mevcuttu . Michels sınıflandırmasına dahil olmayan hepatic arteriyel varyasyonlar XI olarak kategorize edildi. Bizim çalışmamızdaki 26 hasta (%54.1) konvansiyonel hepatic arteriyel anatomiye sahipti (tip I). Bizim serimizdeki en sık görülen hepatic arteriyel

varyasyon Tip V olarak sınıflandırılan sol gastrik arterden kaynaklanan aksesuar sol hepatik arterdi (n= 8)(%16.6).

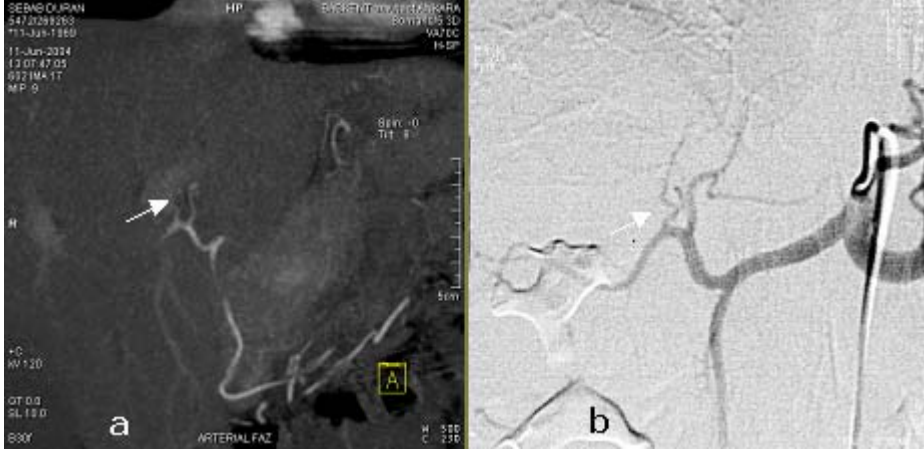
Diğer varyasyonlar ise SMA'dan köken alan aksesuar sağ hepatik arter ve sol gastrik arterden kaynaklanan sol hepatik arter (tip VII) (n=2) (%4,2) ve SMA'dan kaynaklanan aksesuar sağ hepatik arter (tip VI)(n=1). Ayrıca SMA orjinli sağ hepatik arter izlendi(Tip III) (n=4) (%8.3).



Resim 8- 37 yaşında karaciğer vericisinde koronal MIP (a, b) ve DSA (c, d) görüntüleri alındı. SMA orjinli sağ hepatik arteri (oklar) izleniyor.

Verici adaylarının hiçbirisinde tip II ve tip IV anatomiye uyacak yerdeğiştirmiş sol hepatik arter saptanmadı. Yine tip IX ve tip X anatomi ile uyumlu bulgu da izlenmedi. Diğer varyasyonlar ana hepatik arterin gastroduodenal, sağ ve sol hepatik arterden oluşan trifurkasyonu (n=5), ana hepatik arterden çıkan aksesuar sağ

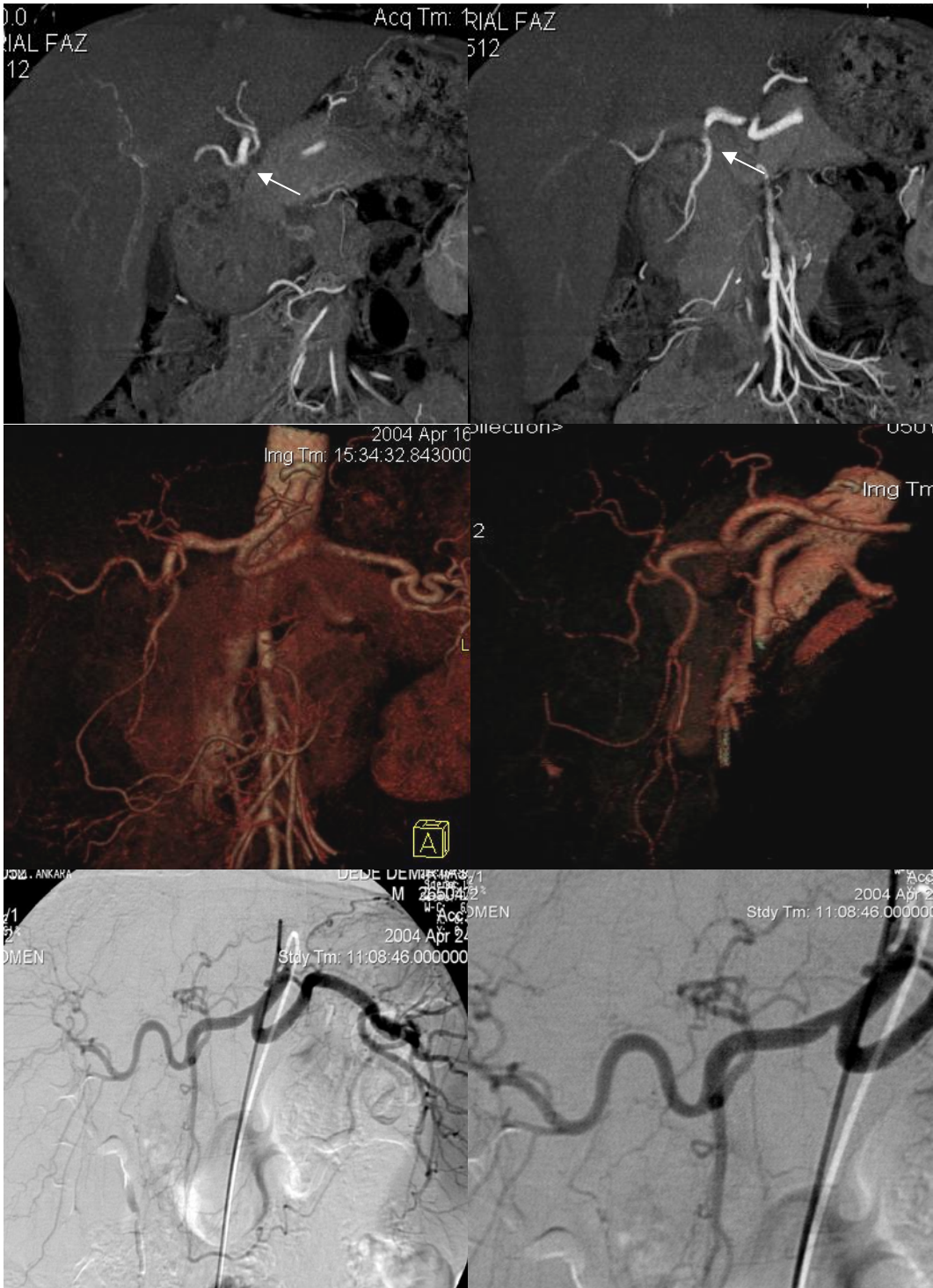
hepatik arter (n=1), çölyak trunkustan kaynaklanan aksesuar sağ hepatik arter (n=1), SMA'dan köken alan aksesuar sağ hepatik arter ve gastroduodenal arterden orijin alan aksesuar sol hepatik arter (n=1), sağ hepatik arterden çıkan ve segment 4'ü besleyen orta hepatik arter (n=3)saptandı.



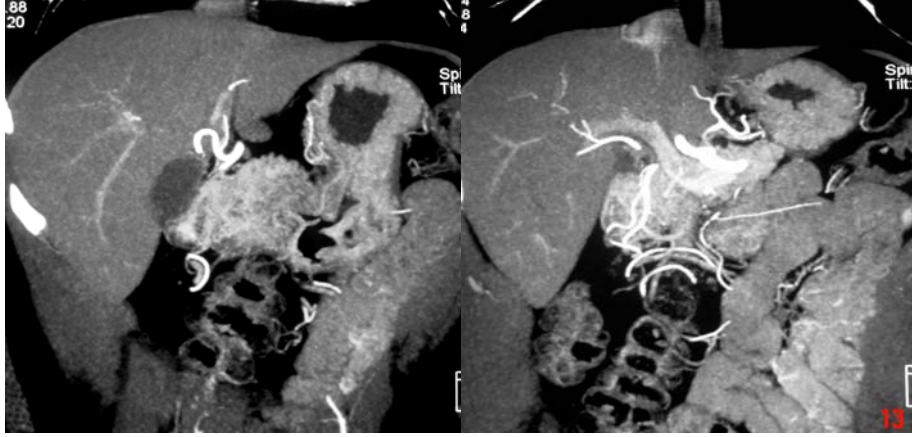
Resim 9- 33 yaşında karaciğer vericisinin Koronal MIP (a)ve DSA (b) görüntüleri alındı. Sağ hepatik arterden çıkan orta hepatik arter dalı (oklar) izleniyor.

Bu cerrahi açıdan verici seçimi açısından anlamlıydı. 1 hastada ise gastroduodenal arter sağ hepatik arterden orijin alıyordu.

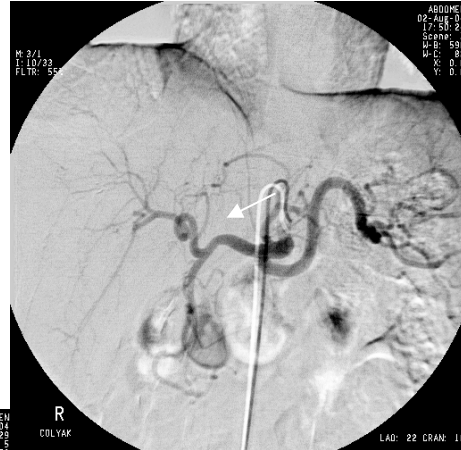
Aynı zamanda konvansiyonel anjiyografi yapılan 28 hastada tüm BT bulguları anjiyografi ile de doğrulandı. Bununla birlikte SMA'dan orijin alan sağ hepatik arterden çıkan ve sağ lobda segment 5 ve segment 8'i besleyen dal BT ile saptanamamıştı. Analiz bulguları DSA ile desteklenen verici adaylarında sınırlı tutuldu. BT anjiyografinin hepatik arteryel varyasyonları saptamadaki sensitivitesi %94, spesifitesi %100 bulundu



Resim 10- 50 yaşında karaciğer vericisinin koronal MIP (a, b) ve VRT (c, d) imajlarında sağ, sol hepatic arter ve gastroduodenal arterin oluşturduğu trifukasyona ait görünüm izleniyor. DSA (e, f) ile bu



tanı doğrulandı.



Res

Tab

cisinde Michels tip 5 ile uyumlu olan hepatic arter görülüyor. Koronal MIP ve DSA görüntülerde sol hepatic arterden orjin aldığı ve orta hepatic arterin ise gastroduodenal arterden orjin aldığı gösterildi.

MDBT Anjiografi bulguları ile karşılaştırılması

MDBT Anjiografi bulguları

Tip	%	n	%
I	55	26	54,1
II	10	0	
III	11	3	6.3
IV	1	0	
V	8	8	16.6
VI	7	1	2.1
VII	1	2	4.2
VIII	2	0	
IX	4.5	0	
X	0.5	0	
XI	0	8	16.6

5. TARTIŞMA:

Karaciğer transplantasyonu kronik karaciğer hastalığında ve karaciğer yetmezliğinde, 1 yıllık yaşam süresini %80'nin üzerine çıkaran başarılı bir tedavi şeklidir. Karaciğer transplantasyonunda en önemli problemlerden biri karaciğer transplantasyonu gereken hastalar ile kadavra karaciğerleri arasındaki sayısal farkın hızla artmasıdır. Bu nedenle canlıdan karaciğer transplantasyonu kısıtlı kadavra karaciğer sorununu çözebilecek ümit verici bir cerrahi tekniktir. Bu teknik olarak kadavradan karaciğer transplantasyonuna göre daha komplike bir cerrahi olup potansiyel riskleri mevcuttur. Tüm verici adayları optimal karaciğer grefti elde edebilmek için dikkatlice değerlendirilmelidir.

Multidedektör BT anjiyografi (MDBTA) tek bir nefes tutma süresince tüm karaciğer hacmini tarayabilen yüksek hızlı, yüksek rezolüsyonlu spiral taramaya olanak sağlar. Hızlı bilgi işlemi sayesinde tüm vücut taranabilir, hareket artefaktları azdır, ve kontrast bolus daha iyi kullanılabilir. Çok fazlı kontrastlı çalışmalar ile aynı seansta karaciğer parankiminin değerlendirilmesi ve olası lezyonların karakterizasyonu mümkündür. Hızlı spiral tarama ve üç boyutlu multiplanar rekonstrüksiyonlar ile görüntü kalitesi yükselir ve anatomik vasküler detaylar ayrıntılı bir şekilde görüntülenebilir (32).

Başarılı bir transplantasyon için hem alıcıya nakledilecek hem de vericide bırakılan karaciğer volümü vücut kitle oranının %1'inden daha fazla olmalıdır. MDBTA ile

aynı seansta gerçekleştirilen üst abdomen bilgisayarlı tomografisi sayesinde preoperatif dönemde vericilerde karaciğer volüm hesabı da yapılır.

Varyasyonların sık olması nedeniyle hepatic arteriyel anatominin incelenmesi preoperatif dönemde potansiyel karaciğer donörlerinde önemlidir. Hepatic arteriyel beslenmede varyasyonların görece sık görüldüğü bilinmektedir. Hepatic arter varyasyonları transplantasyon cerrahisi için kesin kontrendikasyon oluşturmaz. Ancak bunların cerrahi öncesinde bilinmesi cerrahiyi kolaylaştıran, komplikasyonları azaltan ve teknik başarıyı arttıran bir unsurdur. Geçmişte konvansiyonel kateter anjiyografi vasküler anatominin değerlendirilmesinde kullanılıyor idi, fakat günümüzde MDBTA karaciğer vasküler anatomisi, karaciğer parankimi, komşu organlar ve yumuşak dokuların değerlendirilmesi için konvansiyonel anjiyografi ile yer değiştirmektedir. Hepatic arter anatomisi en iyi oblik koronal düzlemde değerlendirilir. Aksiyel, koronal MIP ve VRT görüntüleri transplant cerrahisi için sanal anatomik haritalama oluşturur. Üç boyutlu BT rekonstrüksiyonlar ile damarın orijini, segmentlerin uzunluğu ve dalların pozisyonu doğru bir şekilde belirlenebilmektedir (33). Hepatic vasküler varyasyonlar cerrahi rezeksiyonda önem taşımaktadırlar. Arteriyel anatomi incelendiğinde sağ hepatic arterden orijin alan ve segment 4'ü besleyen arter dalı cerrahi açıdan önemlidir. Bu varyasyon, karaciğerin sol lobuna tam beslenme ihtiyacı duyan donörü etkilemektedir ve cerrahide sağ hepatic arter dalı, orijinin distalinden klemplenerek donörün kalan sol lobu için yeterli kan akımı sağlanmalıdır. Eğer sol lob transplantasyonu yapılacak ise sol hepatic arter ve segment 4'ü besleyen arter alıcının arterine uygun anostomoz için hazırlanmalıdır. Aynı nedenlerden dolayı sol lob veya sol lob lateral segment kullanılacağında segment 2 ve 3'ü besleyen arter dallarının tespiti önemlidir. Bazı arteriyel varyasyonlar farklı teknik zorluklar oluşturmaları nedeni ile diğerlerine göre daha kritik olsalar da BT'de tanımlanan tüm varyasyonlar cerrah ile tartışılmalıdır.

Hepatic venöz anatominin bilinmesi de cerrah için önemlidir. Orta hepatic venin anatomisi önemlidir. Çünkü donörlerde hepatektomi çizgisi venin 1 cm sağında seyreder. Sağ lobun komşu segmentlerinden (segment 5 ve 7) orta hepatic vene drene olan geniş venler hepatektomi çizgisini değiştirebilir veya cerrahi planda değişikliğe

neden olabilirler. Bu durumda alıcıda damara yeniden anostomoz yapılmalı ve transplante sağ lobun konjesyonu ve rejeksiyonu önlenmelidir. Diğer bir önemli hepatik venöz varyasyon aksesuar veya replase inferior sağ hepatik vendir. Donör ve alıcıda önemli olup cerrahi öncesi venin çapı tespit edilmeli ve ana sağ hepatik ven ile inferior sağ hepatik venin inferior vena kavaya drenaj düzeyi arasındaki mesafe ölçülmelidir. Bunun 4 cm'den fazla olması cerrahiyi zorlaştırmakta ve cerrahi süresini uzatmaktadır (32).

Portal venlerde ise en sık görülen varyasyon ise ana portal venin trifurkasyon göstermesidir (3). Kamel ve arkadaşlarının 40 donör adayını içeren çalışmasında portal ven trifurkasyonu %15, kuadri-furkasyonu %2.5, ana portal ven kaynaklı sağ arka sektör alı %2.5 oranında bildirilmiştir (32).

Çalışmamızda tüm MDBTA bulguları DSA ile korelasyon göstermiştir. Sadece bir olguda DSA' da izlenen SMA'dan orijin alan ve sağ lobun segment 5 ve 8 'ini besleyen hepatik arter dalı MDBTA ile tespit edilemedi. Bu durum damarın küçük kalibrasyonlu olmasından ve kısmi hacim etkisinden kaynaklanmaktaydı. Çalışmamızda 26 hastada (%54.1) konvansiyonel hepatik arteriyel anatomi (tip 1) saptandı ve bu bulgu litataturdeki benzer çalışmalar ile uyumlu idi. Benzer çalışmalarda konvansiyonel anatomi insidansı %51 ile 76 arasında değişmekte idi (4,5,34). Michel 'in serisinde bu oran % 55 olarak bulunmuştu (4). Bizim çalışmamızda en sık hepatik arter varyasyonu sol gastrik arterden orijin alan aksesuar sol hepatik arter idi (%16.6). ve'in serilerinde Yapılan bazı çalışmalarda en sık anatomik varyasyonun SMA'dan orijin alan replase sağ hepatik arter olduğu bildirilmiştir. Bu varyasyonun insidansı Michel ve arkadaşlarının çalışmasında %11.1, Lavelle ve arkadaşlarının çalışmasında %11.4, Hiatt ve arkadaşlarının çalışmasında ise %10.6 olarak belirtilmiştir (4, 34).

Bizim çalışmamızda bu varyasyon 48 hastanın 3 ünde mevcuttu. (%6.3). Potansiyel karaciğer vericilerinde görüntüleme kritik bulgulardan biri segment 4'ü besleyen arterin orijin ve seyridir. Bu arteriyel varyasyon vericilerde önemlidir, çünkü hepatektomi çizgisi buna göre belirlenir. MDBTA ile 3 hastada sağ hepatik arterden

orijin alan ve segment 4 ü besleyen arter saptandı, fakat arterin distal segmenti konvansiyonel anjiyografi ile daha net olarak görüntüledi. Bizim çalışmamızda BT anjiyografi ile bir anatomik varyasyon haricinde konvansiyonel anjiyografide izlenen tüm varyasyonlar görüntüledi ve BT sensitivitesi % 94 olarak hesaplandı. Lee, serisinde BT'nin sensitivitesini % 91 olarak rapor etmiştir (35). Çalışmasında bir BT anjiyografi ile gastroduodenal arterden orijin alan aksesuar sağ hepatic arter solunum hareket artefaktları nedeni ile görüntülenemedi. Diğer bir hastada ise DSA ile gastroduodenal arterden orijin alan küçük bir aksesuar sağ hepatic arter dalı saptandı. Ayrıca 11 donörde segment 4'ü besleyen arterin orijini BT ile gösterilemedi veya yanlış yorumlandı. Kamel bir çalışmasında multidedektör multifaz BT'nin hepatic vasküler anatomiye belirlemede değerli olduğunu göstermiştir (31). Çalışmasında 23 potansiyel vericide anjiyogramlar ve BT bulguları mükemmel korelasyon göstermiştir. Kamel diğer 40 hasta grubundan oluşan çalışmasında 12 hastada konvansiyonel anjiyogramlarda BT ile saptanmayan herhangi bir arteriyel veya venöz anatomi saptamadı (7). Ancak BT ile bir hastada segment 4'ü besleyen arter dalını tespit edemedi.

Byun ve arkadaşları çalışmasında anatomik varyasyonu ortaya koymada MIP tekniğini VRT'ye göre daha üstün bulmuştur (8).

Sahani ve arkadaşlarının 42 malign karaciğer tümörü hastasını kapsayan çalışmalarında MDBTA, kateter anjiyografi ve intraoperatif ultrasonografi ile karaciğer vasküler yapılarını değerlendirilmiş ve MDBTA'nın karaciğerin onkolojik cerrahisinde kateter anjiyografinin noninvaziv alternatifi olduğu belirtilmiştir.

6. SONUÇ

Bugün için MDBT anjiografi incelemeleri pek çok alanda konvansiyonel anjiografi tetkiklerinin yerini almış durumdadır. MDBT hepatic anjiografi, hepatic arterlerin noninvaziv görüntüleme yöntemleri arasında en başarılısı olmakla birlikte, günümüz teknolojisi ile henüz konvansiyonel anjiografinin yerini alabilecek potansiyele sahip değildir. Çalışmamızda MDBTA yüksek sensitivite ve spesifisite değeri ile hepatic vasküler anatomiye göstermiştir. BT teknolojisinde izlenen dramatik değişiklikler ile MDBTA ve üç boyutlu görüntüler gelecekte kateter anjiografi ile yer değiştirebilir. Yeni nesil BT cihazları, düşük radyasyon dozunda, yüksek uzaysal çözünürlüğe (izotropik 3 boyutlu görüntüleme 0,3 mm), düşük temporal çözünürlüğe (50 msn) ve daha kısa tarama zamanlarına (10 sn) sahip olmalıdır. BT teknolojisindeki hızlı gelişmeler dikkate alındığında, düşünülen hedeflere ulaşılması mümkün gözükmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Haberal M, Emiroğlu R, Gđlay H. Karaciğer trasplantasyonu, temel ve sistemik cerrahi; 2004:711-736
2. Tolou Z, Plizban A. The history of liver and renal transplantation. The İnternet journal of Pharmacology. 2003. Volume 2 Number 1
3. Bassignani MJ, Fulcher AS, Szucs RA, et al. Use of imaging for living donor liver transplantation. Radiographics 2001; 21:39-52.
4. Lavelle MT, Lee VS, Rofsky NM, et al. Dynamic contrast-enhanced three-dimensional MR imaging of liver parenchyma: source images and angiographic reconstructions to define hepatic arterial anatomy. Radiology 2001; 218:389-94.
5. Erbay N, Raptopoulos V, Pomfret EA, et al. Living donor liver transplantation in adults: vascular variants important in surgical planning for donors and recipients. AJR Am J Roentgenol 2003; 181:109-14.
6. Guiney MJ, Kruskal JB, Sosna J, et al. Multi-detector row CT of relevant vascular anatomy of the surgical plane in split-liver transplantation. Radiology 2003; 229:401-7.
7. Kamel IR, Kruskal JB, Pomfret EA, et al. Impact of multidetector CT on donor selection and surgical planning before living adult right lobe liver transplantation. AJR 2001; 176:193-200.
8. Rubin GD. 3-D imaging with MDCT. Eur J Radiol 2003;1:S37-41.
9. Arıncı K, Elhan A. Anatomi Cilt II Gđneş-Nobel Ankara 1995: 69-75

10. Sneel R. Anatomi Nobel-Yüce Beşinci Baskı 1998 195-211
11. Basic Histology Lange Medical Book 1992: 254-70
12. Castaneda WR, and Castaneda Tadavarthy SM. Interventional Radiology, 2nd ed. Williams & Wilkins, Baltimore, 1988, 9-63.
13. Johnsrude IS, Jackson DC, Dunnick NR. A practical approach to angiography, 2nd Edition, Little, Brown and Company, Boston/Toronto, 1987, 17-106.
14. Covey AM, Brody LA, Maluccio MA, et al. Variant hepatic arterial anatomy revisited: digital subtraction angiography performed in 600 patients. Radiology 2002; 224:542-7
15. Sutton D. A Textbook of Radiology and Imaging, 5th ed., vol.:1, Churchill Livingstone, London, 1993, 653-695
16. Prof. Dr. Orhan Oyar, Prof. Dr. Ufuk K. Gülsay ve ark. Tıbbi Görüntüleme Fiziği, Nobel Tıp Kitapevleri 1998
17. Brink JA. Technical aspects of helical (spiral) CT. Radiol Clin Nort Am 1995; 33:825-41.
18. Akyar S. Konvansiyonel BT'den multidedektör BT'ye. 23. Ulusal Radyoloji Kongresi. 5-8 Kasım 2002; 1-5.
19. Prokop M, Shin HO, Schanz A, Schaefer-Prokop CM. Use of maximum intensity projections in CT angiography: a basic review. Radiographics 1997; 17:435-51.
20. Katada K. Half-second, half milimeter real time multislice helical CT: CT diagnosis using Aquillon. Medical Review 2000; 68:1-8.

21. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22:949-62.
22. Wintermark M, Poletti PA, Becker CD, Schnyder P. Traumatic injuries: organization and ergonomics of imaging in the emergency environment. *Eur Radiol* 2002; 12:959-68.
23. Murakami T, Kim T, Takamura M, Hori M, Takahashi S, Federle MP, Tsuda K, Osuga K, Kawata S, Nakamura H, Kudo M. Hypervascular hepatocellular carcinoma detection with double arterial phase multi-detector row helical CT. *Radiology* 2001; 218(3):763-7.
24. Kato Y, Nair S, Sano H, Sanjaykumar MS, Katada K, Hayakawa M, Kano T. Multi-slice 3D-CTA an improvement over single slice helical CTA for cerebral aneurysms. *Acta Neurochi* 2002; 144:715-22.
25. Grenier PA, Beigelman-Aubry C, Fetita C, Preteux F, Brauner MW, Lenoir S. New frontiers in CT imaging of airway disease. *Eur Radiol* 2002; 12:1022-44.
26. Addis KA, Hopper KD, Iyriboz TA, Liu Y, Wise, SW, Kasales CJ, Blebea JS, Mauger DT. CT angiography: in vitro comparison of five reconstruction methods. *AJR* 2001; 177(5):1171-76
27. Prokop M, Shin HO, Schanz A, Schaefer-Prokop CM. Use of maximum intensity projections in CT angiography: a basic review. *Radiographics* 1997; 17:435-51.
28. Mahesh M. Search for isotropic resolution in CT from conventional through multiple-row detector. *Radiographics* 2002; 22:949-62.
29. Prokop M. Multislice CT angiography. *European J Radiol* 2000; 36:86-96

30. Hong C, Bruening R, Schoepf UJ, et al. Multiplanar reformat display technique in abdominal multidetector row CT imaging. *Clin Imaging* 2003; 27:119-123.
31. Kamel IR, Raptopoulos V, Pomfret EA, et al. Living adult right lobe liver transplantation: imaging before surgery with multidetector multiphase CT. *AJR Am J Roentgenol* 2000; 175:1141-3
32. Bogetti JD, Herts BR, Sands MJ, et al. Accuracy and utility of 3-dimensional computed tomography in evaluating donors for adult living related liver transplants. *Liver Transpl* 2001; 7:687-92.
33. Hiatt JR, Gabbay J, Bussuttil RW, *Surgical Anatomy of the Hepatic Arteries in 1000 cases*
34. Lee SS, Kim TK, Byun JH, et al. Hepatic arteries in potential donors for living related liver transplantation: evaluation with multi-detector row CT angiography. *Radiology* 2003; 227:391-9.
35. Sahani D, Mehta A, Blake M, et al. Preoperative Hepatic Vascular Evaluation with CT and MR Angiography: Implications for Surgery. *RadioGraphics* 2004; 24:1367-1380
36. *Kruskal JB, Newman PA, Sammons LG, et al. Optimizing Doppler and Color Flow US: Application to Hepatic Sonography RadioGraphics 2004; 24:657-675*
37. *Sahani S, D'souza R, Kadavigere R, et al. Evaluation of Living Liver Transplant Donors: Method for Precise Anatomic Definition by Using a Dedicated Contrast-enhanced MR Imaging Protocol. RadioGraphics 2004;24:957-96*

38. Roos JE, Desbiolles LM, Willmann JK et al. Multidetector-row helical CT: analysis of time management and workflow. *Eur Radiol* 2002; 12:680-5.