

Abdominal İncelemelerde İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Kaan Esen , F. Demir Apaydın 

ÖĞRENME HEDEFLERİ

- Abdomende farklı organlar için kullanılan dinamik bilgisayarlı tomografi incelemelerinin özellikleri
- Dinamik incelemelerde kullanılan tetkik fazlarının belirlenmesinde temel prensipler
- Oral kontrast madde kullanımı
- Çekim parametreleri

Esen K, Apaydın FD. Abdominal İncelemelerde İleri BT Teknikleri ve Protokolleri. Trd Sem 2020; 8: 21-37.

GİRİŞ

Çok kesitli bilgisayarlı tomografi (BT) teknolojisinin ve buna paralel olarak, kullanılan BT cihazlarının teknik kapasite ve donanımlarının gelişmesi ve BT'nin daha yaygın olarak kullanılması, abdominal BT endikasyonlarının genişlemesine ve ayrıca standart çekimlere ek olarak, farklı çekim teknik ve protokollerinin kullanıldığı dinamik incelemeler veya BT ürografi ve BT enterografi gibi özel incelemelerin uygulanabilmesine olanak sağlamıştır.

Dinamik veya çok fazlı incelemelerde temel prensip, abdominal organların ve bu organlardaki lezyonların kanlanma özelliklerine göre birkaç farklı zamanda görüntüleme yapılmasıdır. Uygulanacak protokoller klinik ön tanıya göre belirlenmekte ve bazen çekim sırasında rastlantısal olarak tespit edilen lezyonlara göre protokol modifiye edilebilmekte veya ek tara-

malar yapılabilmektedir. Bu nedenle çekim öncesinde uygun protokolün belirlenebilmesi için ayrıntılı klinik bilgiye sahip olunması ve tetkin ilgili radyoloji hekiminin bilgisi dahilinde gerçekleştirilmesi önemlidir.

Dinamik incelemeler sıklıkla fokal lezyonların karakterizasyonu için kullanılmakta olup tetkik fazlarını uygun zamanda gerçekleştirmenin yanı sıra kullanılan kontrast maddenin verilme şekli, hızı, miktarı ve konsantrasyonu da iyi bir tetkik için önemlidir.

Kontrast madde verilmesi sırasında geleneksel olarak sabit gecikme tekniği kullanılmaktadır. Ancak sabit gecikme değerleri kullanıldığında, BT cihazlarının özellikleri, kişisel faktörler ve kontrast madde verilme hızı gibi birçok faktöre bağlı olarak, özellikle dinamik incelemelerde, uygun faz/fazlarda görüntüleme yapılamayabilir. Bu nedenle arter lümenindeki kontrastlanmayı tespit ederek arteriyel fazı daha doğru bir zamanda yakalayabilen test bo-

lus veya otomatik bolus izlem (bolus tracking) yöntemleri tercih edilmektedir [1]. Günümüzde birçok merkezde otomatik kontrast pompaları ile birlikte otomatik bolus izlem yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, referans bir damar (abdomen ile ilgili çekim protokollerinde abdominal aort) belirlendikten sonra kontrastsız olarak bir kesit alınır. Referans damar üzerine “region of interest” (ROI) yerleştirilir. Sonrasında kontrast madde verilir ve bu esnada belirli aralıklarla görüntüler alınır. Damar lümeninde ölçülen dansite, önceden belirlenen Hounsfield ünitesi (HU) değerine ulaşınca çekim otomatik olarak başlar.

Çok kesitli BT teknolojisi, tarama zamanlarında kısalmaya neden olmuş, buna paralel olarak kontrast madde verilme hızları da artmıştır. İyi bir görüntüleme için 3-5 mL/sn hızda kontrast madde verilmesi önerilmektedir. Kullanılacak kontrast madde miktarı ise 0,5 gL/kg veya 1,7-2 mL/kg olarak hesap edilebilir [1, 2].

Kontrast madde verilen bir hastada, dokuların ve damarların kontrastlanma derecesini; hasta ile ilgili özellikler, kontrast madde enjeksiyonu ile ilgili faktörler ve BT çekim parametreleri de etkiler.

Hasta ile ilgili en önemli faktörler kardiyak “output” ve vücut ölçüleridir (ağırlık ve boy) [3]. Kardiyak “output” azaldıkça, pik arteriyel kontrastlanma ve parankimal kontrastlanma gecikir. Hasta boy ve ağırlığı arttıkça kan hacmi de artacağından, iyot kan havuzunda dilüe olur.

Kontrast madde enjeksiyonu ile ilgili faktörler; enjeksiyon süresi, enjeksiyon hızı, kontrast madde hacmi, kontrast madde konsantrasyonu ve kontrast madde sonrası serum fizyolojik kullanımı olarak sıralanabilir. Enjeksiyon süresi bir organ veya damarın pik kontrastlanma zamanını direk olarak etkilediği için BT tetkiklerinde tarama zamanlarını belirlemede en önemli faktör olarak kabul edilmektedir [3]. Çok fazlı tetkiklerde, fazlar arasındaki farklılığı belirgin hale getirerek lezyon tespiti ve karakterizasyonunu kolaylaştırdığından, kısa enjeksiyon süresi tercih edilmektedir [3]. Öte yandan, özellikle çok fazlı tetkiklerde fazların planlanmasında, enjeksiyonun başladığı değil,

bittiği anın referans zaman olarak kabul edilmesi önerilmektedir [3].

Enjeksiyon hızının, kontrast madde konsantrasyonunun ve kontrast madde miktarının artışı arteriyel kontrastlanmayı artırmaktadır. Enjeksiyon hızının artışı karaciğer parankim kontrastlanmasının yoğunluğunu artırmazken karaciğer arterlerindeki kontrast yoğunluğunu artırmaktadır. Böylece karaciğer arterlerinin ve karaciğer parankiminin kontrastlanma pikleri birbirinden ayırt edilebilmekte ve hipervasküler karaciğer lezyonlarının tespiti kolaylaşmaktadır [4]. Yapılan bir çalışmada kontrast madde- nin 5 mL/sn ve 3 mL/sn hızla verildiği tetkikler karşılaştırılmış ve 5 mL/sn hızda hepatoselüler karsinom (HSK) açısından daha tanınal bir görüntü elde edildiği bildirilmiştir [5]. Karaciğer, dalak ve pankreas gibi viseral organların çok fazlı görüntülenmesinde, fazlar arası farklılığı belirgin hale getirmesinden dolayı hızlı enjeksiyon önerilmektedir [3].

İyotlu kontrast maddeler, 300-350-370-400 mgI/mL gibi farklı konsantrasyonlarda kullanılabilen olup, yüksek konsantrasyonlar özellikle BT anjiyografi tetkiklerinde tercih edilmektedir. İyodun yüksek konsantrasyonlarda kullanımı ve etkileri literatürde tartışmalı olup, hızlı enjeksiyonun kontrast maddenin yüksek konsantrasyonda kullanılmasıyla benzer etkiyi göstereceği belirtilmiştir [3]. Kronik karaciğer hastalarında yapılan bir çalışmada ise yüksek iyot konsantrasyonunun karaciğer parankim kontrastlanmasını artırdığı gösterilmiştir [6].

Verilen kontrast madde miktarını azaltmak için, kontrastın serum fizyolojik ile birlikte kullanımını konu alan çalışmalar da bulunmaktadır. Kontrast maddenin tek başına kullanımı ve kontrast miktarını azaltarak kontrastın hemen ardından azalan miktar kadar serum fizyolojik verilmesini karşılaştıran bir çalışmada, kontrast madde miktarının azalması/serum fizyolojik kullanımının karaciğer parankim kontrastlanmasını veya lezyon görülebilirliğini etkilemediği gösterilmiştir [7]. Kontrast maddenin ardından serum fizyolojik verilmesi ile kontrast madde miktarı ve artefaktlar azaltmakta, kontrast madde kullanımının etkinliği artmaktadır [3].

Abdominal BT tetkiklerinde gastrointestinal sistemin de değerlendirilmesi istenen veya gereken durumlarda ön hazırlık yapılması gereklidir. Bağırsak temizliği için, tetkik öncesi gece açlığı yeterlidir. Oral yolla; pozitif kontrast madde olarak iyotlu kontrast maddeler veya dilüe baryum, nötral kontrast madde olarak ise su kullanılabilir. Tetkikten yaklaşık 1-1,5 saat önce oral olarak alınmaya başlanan kontrast maddeler gastrointestinal sistemin yeterli distansiyonunu sağlar.

Intravenöz yolla kontrast madde kullanılarak yapılan abdominal BT tetkikleri spesifik bir ön tanı belirtilmemişse genellikle kontrast enjeksiyonunu takiben 70-80. sn'de tek fazlı olarak gerçekleştirilir. Ancak günümüzde BT tetkikleri çoğunlukla spesifik tanıya ulaşabilmek veya ayırıcı tanı listesini azaltabilmek amacıyla çok fazlı olarak gerçekleştirilmektedir.

Bu bölümde abdomende bulunan farklı organlar için sık kullanılan çok fazlı/özel BT protokolleri tartışılacaktır.

KARACİĞER

Karaciğerin ikili kanlanma özelliği mevcut olup karaciğer parankiminin kanlanması yaklaşık olarak %70-80 oranında portal ven yoluyla sağlanmaktadır. Karaciğer tümörleri ise karaciğer kan akımının %20-30'unu sağlayan hepatik arterden beslenmektedir. Karaciğere yönelik dinamik incelemeler bu fizyolojik prensip doğrultusunda gerçekleştirilmekte, karaciğerin fokal lezyonlarının karakterizasyonunun yanı sıra, kronik parankimal hastalık gibi karaciğer vaskülaritesinin etkilendiği durumlarda portal ven, hepatik arter, hepatik veni değerlendirmek için de kullanılmaktadır. Karaciğer lezyonları farklı kontrastlanma paternleri göstermekte olup görüntüleme bulguları bazen örtüşse de özellikle hemanjiyom, fokal nodüler hiperplazi, HSK gibi lezyonlar tipik kontrastlanma örneği gösterdikleri zaman tanı için biyopsi gibi invaziv işlemlere ihtiyaç duyulmamaktadır. Bu nedenle uygun parametreler ve zamanlamayla yapılmış bir tetkik doğru tanıya önemli katkı sağlamaktadır.

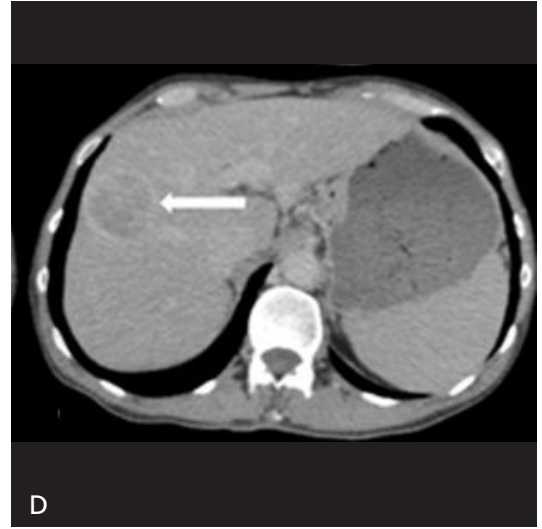
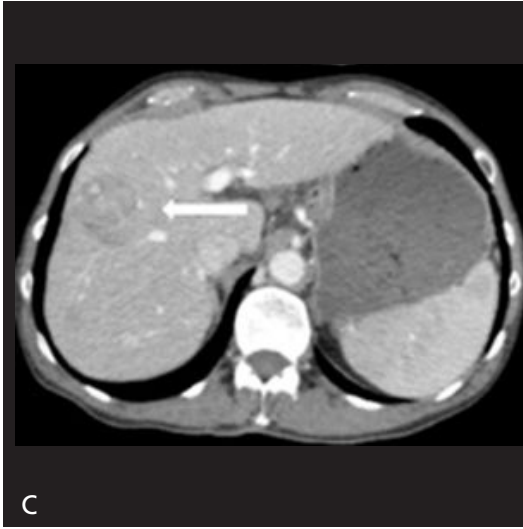
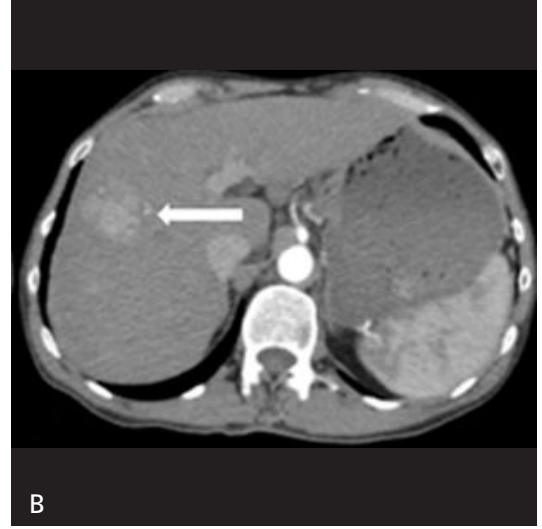
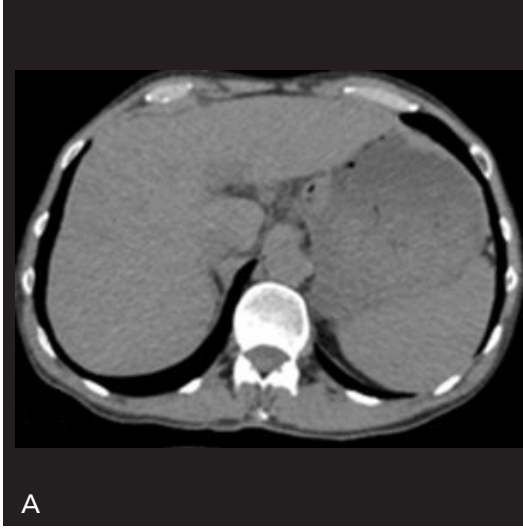
Dinamik incelemenin ilk fazı kontrast madde verilmeden alınan faz olup lezyonların kont-

rastlanmasını değerlendirebilmek için karşılaştırma yapmaya imkân sağlar. Bu faz, kal-sifikasyonların ve lokorejyonel olarak iyodize yağ gibi radyoopak maddelerle tedavisi yapılmış lezyonların değerlendirilebilmesi için de önemlidir.

Kontrast madde karaciğere ilk olarak hepatik arter yoluyla ulaşır; dolayısıyla, erken arteriyel faz kontrast madde hepatik arterde izlendiğinde, yani enjeksiyon sonrası yaklaşık 15. sn'de ilk kontrastlı faz olarak gerçekleşir [8]. Erken arteriyel faz arter anatomisini değerlendirebilmek için kullanışlı olsa da; yapılan çalışmalar, erken arteriyel fazda yapılan görüntülemenin karaciğerdeki tümörün görülebilirliğini artırmadığını göstermiştir [9]. Bu nedenle karaciğer lezyonlarının saptanması ve karakterizasyonu için gerçekleştirilen incelemede, erken arteriyel fazda görüntüleme şart değildir. Erken arteriyel faz, karaciğer nakli öncesi verici adayının arteriyel haritalamasının yapılacağı veya operasyon ya da girişimsel işlem öncesi olası arteriyel varyasyonların değerlendirileceği durumlarda kullanılabilir.

Primer ya da metastatik karaciğer lezyonları kontrastlanma özelliklerine göre hipervasküler ve hipovasküler olarak iki gruba ayrılabilir. Hepatoselüler karsinom, hemanjiom, fokal nodüler hiperplazi gibi hipervasküler karaciğer lezyonları, karaciğer parankiminin yeterince kontrastlanmadığı geç arteriyel fazda kontrast tutulumu gösterirler. Geç arteriyel faz aortik kontrastlanmanın maksimum olduğu faz olup portal vende kontrastlanma da izlenebilir [8].

Hepatik parankimal faz portal venöz faz olarak da adlandırılmakta olup pik kontrast bolusun splanknik sirkülasyonu dolaşarak portal venöz sisteme dönüş gösterdiği ve rutin abdominal taramanın yapıldığı fazdır [8]. En yüksek portal ven ve normal karaciğer parankim atenüasyonu da bu fazda gerçekleşmektedir. Bu nedenle portal venöz faz, gastrointestinal sistem kaynaklı pek çok malitenin karaciğer metastazı başta olmak üzere hipovasküler lezyonların en kolay seçilebildiği fazdır. Hipovasküler tümörler için en yüksek tümör-parankim dansitesi farklılığının portal venöz fazda olduğu bildirilmiştir [9]. Bunların yanında,



Resim 1. A-D. Dinamik karaciğer BT. (A) Kontrastsız, (B) arteriyel, (C) portal venöz, (D) geç faz görüntülerde, karaciğerde segment 8 düzeyinde, arteriyel fazda kontrastlanan ve geç fazda yıkanarak kapsül boyanması gösteren hepatoselüler karsinom ile uyumlu lezyon izleniyor (oklar).

tümöre bağlı gelişebilen portal venöz trombüs gibi komplikasyonlar da bu fazda değerlendirilebilir.

Diğer adı denge fazı olan geç faz yaklaşık olarak 2-3. dk'da başlar ve 10. dk'ya kadar izlenebilir. Geç fazda görüntülemenin tüm hastalarda rutin olarak uygulanıp uygulanmaması tartışmalı olsa da, bilinen bir karaciğer lezyonu için gerçekleştirilen dinamik incelemede yer alması gerektiği bildirilmiştir [10, 11, 12]. Geç fazda yapılan görüntüleme, HSK'daki yıkanma ve rim şeklinde periferik kontrastlanmayı etkinlikle gösterir (Resim 1). Benzer şekilde

geç faz görüntüler; fibröz doku içeren lezyonların, kolanjiyokarsinomun, kan havuzu ile paralel olarak progresif kontrastlanma gösteren hemanjiyomların tanısında ve fokal nodüler hiperplazinin skar dokusunun gösterilmesinde önemli rol oynar.

“The United Network for Organ Sharing” (UNOS) ve 2018 yılında yayınlanan LI-RADS kılavuzlarında, karaciğer için, geç arteriyel, portal venöz ve geç faz olarak 3 aşamalı BT protokolünün kullanılması önerilmektedir. Bu kılavuzlarda, kontrastsız fazın tercihe bağlı olduğu belirtilmiş, ancak özellikle lokorejyonel

tedavi görmüş hastalardaki tümör kontrastlanmasını, tedavi sonrasında kan, proteinöz materyal veya iyodize yağ nedeniyle oluşabilecek hiperdansiteden ayırt etmek için kontrastsız incelemenin faydalı olabileceği öne sürülmüştür [13]. Günümüzde birçok merkezde kontrastsız faz da rutin protokol içerisinde yer almaktadır.

Karaciğer için uygulanabilecek dinamik incelemenin temel özellikleri Tablo 1’de verilmiştir. Arteriyel haritalamanın yapılmayacağı bir incelemede kontrastsız fazı takiben geç arteriyel, portal venöz ve geç faz olmak üzere 4 fazlı bir protokol uygulanabilir. Portal venöz faz dışındaki fazlarda diyaframdan sakroiliak eklem üst kenarına, portal venöz fazda ise diyaframdan simfizis pubis düzeyine kadar tüm abdomen taranabilir.

PANKREAS

Çok kesitli BT pankreas hastalıklarının değerlendirilmesinde yüksek doğruluk oranlarına sahip olup duktal anatomiye, tümör morfolojisini ve tümörün komşu organlar ve vasküler yapılarla ilişkisini doğru bir şekilde gösterebilir [14]. Pankreasın çölyak arter dallarından kanlanması nedeniyle pankreas parankiminin kontrastlanması karaciğere göre daha erkendir [15, 16]. Pankreasın arteriyel fazı kontrast madde verilmesini takiben yaklaşık 20. sn’de izlenmektedir. Pankreas parankimi en yoğun olarak, 40-45. sn’de başlayan ve geç arteriyel faza karşılık gelen pankreatik parankimal fazda (PPF) kontrastlanmaktadır (Resim 2) [15, 17]. Bu nedenle, hipovasküler özellik gösteren pankreas adeno kanseri, PPF’de pankreas parankimine göre hipodens olarak izlenmekte, en yüksek pankreas-tümöral doku kontrastı bu fazda elde edilmektedir (Resim 3). Arteriyel fazın hipervasküler bir lezyon olan pankreas nöroendokrin tümör tanısında kullanılabileceği, adenokarsinom tanısında ise katkısının olmadığı, öte yandan portal venöz fazda elde edilen görüntülerin vasküler invazyonu değerlendirmede yüksek sensitiviteye sahip olduğu bildirilmiştir [15]. Pankreatik parankimal fazda elde edilen görüntülerde portal venöz faz ile karşılaştırıldığında akıma bağlı artefaktların daha fazla olduğu ve süperior mezenterik ven-

Tablo 1: Karaciğer İçin Dinamik BT Fazları

Faz	Zaman	Kesit Kalınlığı
Kontrastsız	-	
Erken arteriyel	15-20. sn	
Geç arteriyel	35-40. sn	3-5 mm*
Portal venöz (hepatik)	60-70. sn	
Geç	2-5. dk	
*İdeal kesit kalınlığı 3 mm’dir; 5 mm’yi geçmemelidir.		

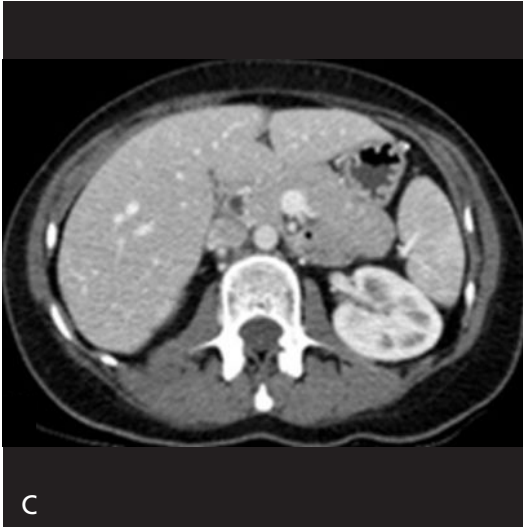
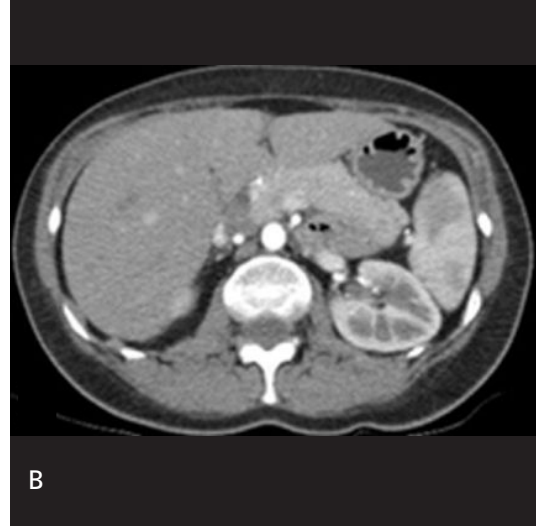
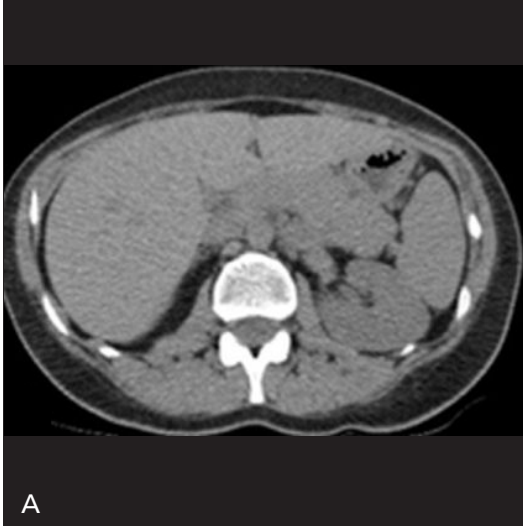
Tablo 2: Pankreas İçin Dinamik BT Fazları

Faz	Zaman	Kesit Kalınlığı
Kontrastsız	-	
Pankreatik parankimal	40-45. sn	3-5 mm*
Portal venöz	60-70. sn	
*İdeal kesit kalınlığı 3 mm’dir; 5 mm’yi geçmemelidir.		

de atenüasyonun daha az olduğu belirtilmektedir [18]; dolayısıyla pankreatik adenokarsinom tanısında, PPF ile birlikte portal venöz fazın da gerekli olduğu hatırlanmalıdır. Ayrıca, koronal ve sagittal multiplanar reformat (MPR) görüntülerin özellikle lokal yayılımın değerlendirilmesinde duyarlılığı artırdığı gösterilmiştir [19].

Pankreatik kitle nedeniyle yapılabilecek BT incelemeye ait örnek protokol Tablo 2’de verilmiştir. Nöroendokrin tümör şüphesi var ise pankreatik parankimal faz yerine arteriyel faz kullanılabilir. Pankreatit için yapılacak tetkiklerin ise portal venöz fazda tek fazlı olarak yapılması yeterlidir.

Pankreas için, çift enerji BT ile yapılan, split-bolus ve otomatik bolus izleme tekniklerinin kullanıldığı özel bir inceleme de tanımlanmıştır. Bu teknikte, 100 mL kontrast verilmesinden 35 sn sonra ikinci kez 40 mL kontrast madde verilmekte ve aort kontrastlanmasının 280 HU eşik değere ulaşmasından yaklaşık 15 sn sonra, PPF ve portal venöz fazın eşzamanlı olarak görülebildiği bir tarama yapılmaktadır [15, 20]. Bu teknikte radyasyon dozu yaklaşık %43 oranında azalmakta, tümörün görülebilirliği ise artmaktadır [20].



Resim 2. A-C. Dinamik pankreas BT. (A) Kontrastsız, (B) pankreatik parankimal ve (C) venöz faz görüntülerde pankreatik parankimal fazda belirgin parankimal kontrast tutulumu izlenmekte.

Pankreas için gerçekleştirilen BT incelemede pozitif oral kontrast maddelerin kullanılması, gastroduodenal bölgede artefakt oluşumuna neden olup pankreasın değerlendirilmesini güçleştirebilmektedir. Bu nedenle, tetkikten önce oral olarak alınan 1 lt su yardımıyla, mide ve duodenumun nötral kontrast maddelerle distansiyonu önerilmektedir.

Kontrastsız faz ve PPF’de diyaframdan sakroiliak eklem üst kenarına kadarki alan, portal venöz fazda ise tüm abdomen taranabilir.

BÖBREK

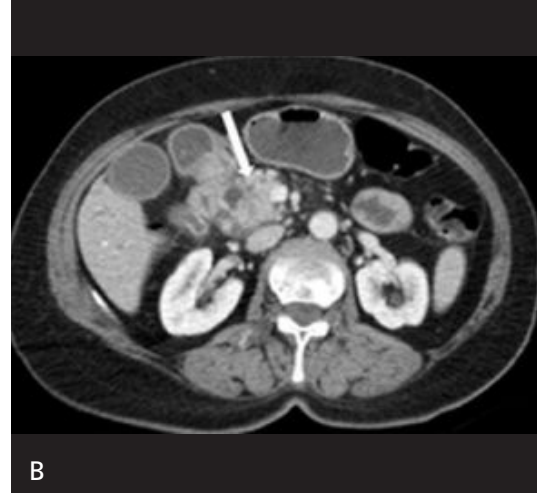
Çok kesitli BT inceleme üriner sistemin önemli görüntüleme yöntemlerinden olup, taş,

kist, inflamatuvar hastalıklar ve malin-benin kiteller için yapılmaktadır.

Taş protokolü BT inceleme, oral ve intravenöz yolla kontrast madde verilmeden gerçekleştirilir; taşların yanı sıra kalsifikasyon, kitle içi yağ ve kistlerdeki proteinöz içerik de değerlendirilebilir.

Böbreklere yönelik dinamik BT inceleme, kontrastsız fazı takiben kortikomedüller, nefrogram ve ekskretuar (piyelogram) olarak adlandırılan fazlar klinik olarak verilen ön tanıya göre farklı kombinasyonlarda kullanılarak gerçekleştirilir (Resim 4) [21].

Kortikomedüller faz arteriyel bir fazdır. Bu fazda renal korteks ve arteriyel yapılar maksimum kontrastlanma gösterirler [22]; korteks



Resim 3. A, B. Dinamik pankreas BT'ye ait, (A) pankreatik parankimal faz ve (B) venöz faz görüntüleri. Pankreas başında bulunan kitlesel lezyon pankreatik parankimal fazda pankreatik parankimden ayrı ve hipodens olarak izlenirken, venöz fazda lezyon sınırları pankreastan ayrı seçilememekte (oklar). Pankreatik parankimal fazda ve venöz fazda süperior mezenterik ven doluşunun farklı olduğuna dikkat edilmeli.

Tablo 3: Böbrek için Dinamik BT Fazları

Faz	Zaman	Kesit kalınlığı
Kontrastsız	-	
Kortikomedüller	25-30. sn	3-5 mm*
Nefrogram	80-90. sn	
Ekskretuar (Piyelogram)	3-5. dk	

*İdeal kesit kalınlığı 3 mm'dir; 5 mm'yi geçmemelidir.

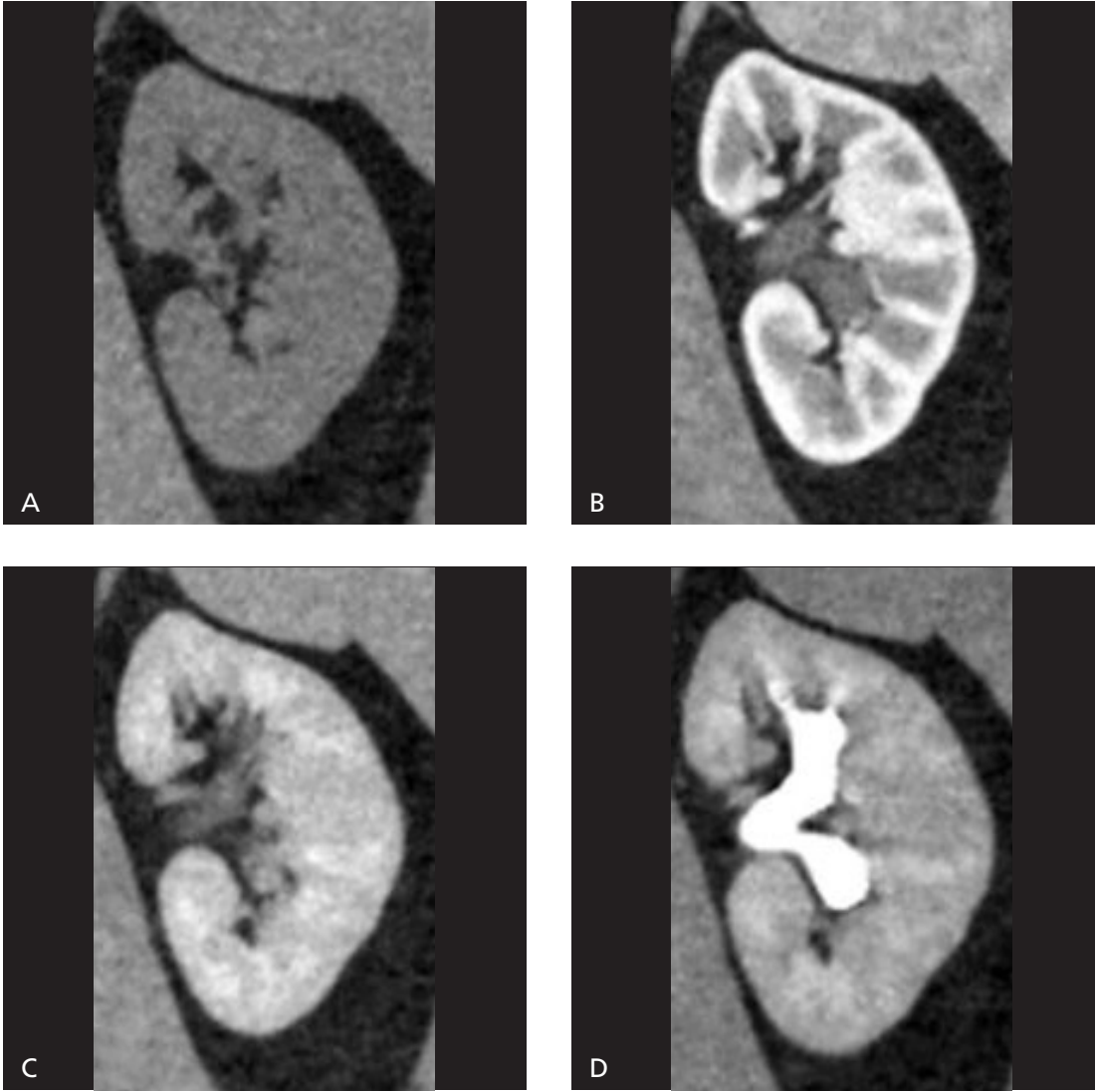
ve medulla ayrımının en belirgin hale gelmesiyle Bertini kolonu veya fokal renal hipertrofi gibi durumların ayırt edilmesi mümkün olur [22, 23]. Ayrıca bu faz, parsiyel nefrektomi planlamasında vasküler haritalama sağlaması nedeniyle cerraha yol gösterici olabilir [22]. Yaklaşık olarak 80. sn'de başlayan nefrogram fazında korteks ve medulla homojen bir şekilde kontrastlanır [23]. Bu faz, böbrek parankiminin ve ayrıca böbrek tümörlerinin, böbreğin enfeksiyöz/inflamatuvar hastalıklarının, parankimal perfüzyon bozukluklarının ve parankimal skarların en iyi tespit edildiği fazdır (Resim 5) [24, 25]. Ekskretuar faz, kontrast enjeksiyonunu takiben 3-5. dk'dan itibaren izlenir. Bu fazda, böbrek toplayıcı sistemleri ve üreterler, lümenleri kontrast madde ile dolu olarak görülürler.

Böbrek kitlelerinin karakterizasyonunda BT altın standart olarak kabul edilen tetkiktir [26]. Böbrek kistleri için kullanılan Bosniak sınıflamasında ve solid böbrek kitlelerinin değerlendirilmesinde kontrastsız, kortikomedüller ve nefrogram fazlarının olduğu bir protokol önerilmektedir (Tablo 3). Sadece kortikomedüller fazda alınan görüntülerin nefrogram fazında kolaylıkla görülebilen birçok lezyonu gösteremediği bildirilmiştir [27]. Kortikomedüller fazda küçük renal kitleler medulladan ayırt edilemeyebilir ve ekskretuar fazda bazı renal kitleler parankim ile aynı atenüasyonda olabilirler [23].

BT ÜROGRAFI

BT ürografi, üriner yolun geleneksel görüntüleme yöntemi olan intravenöz ürografi ve taş protokolü BT'yi "adeta" birleştirerek, tek bir tetkikle hem üriner yol taşlarının hem renal parankimin hem de ürotelyal patolojilerin değerlendirilebilmesini sağlayan ve özellikle hematurili hastalarda tercih edilen bir görüntüleme yöntemidir [24].

Tipik bir BT ürografi protokolü hematurinin en sık nedenleri olan taş, böbrek kitlesi ve ürotelyal tümörlerin değerlendirilebilmesi için 3 fazdan oluşmaktadır (Tablo 4) [28, 29].



Resim 4. A-D. Dinamik böbrek BT. (A) Kontrastsız, (B) kortikomedüller, (C) nefrogram ve (D) ekskretuar fazlar

Tablo 4: BT Ürografi Fazları

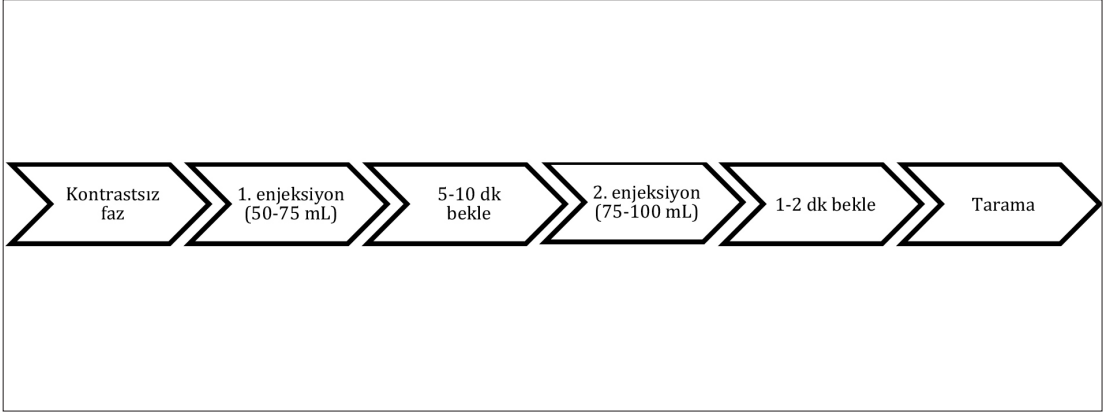
Faz	Zaman	Kesit Kalınlığı
Kontrastsız	-	
Nefrogram	80-90. sn	3-5 mm*
Ekskretuar (Piyelografi)	5-15. dk	

*İdeal kesit kalınlığı 3 mm'dir; 5 mm'yi geçmemelidir.

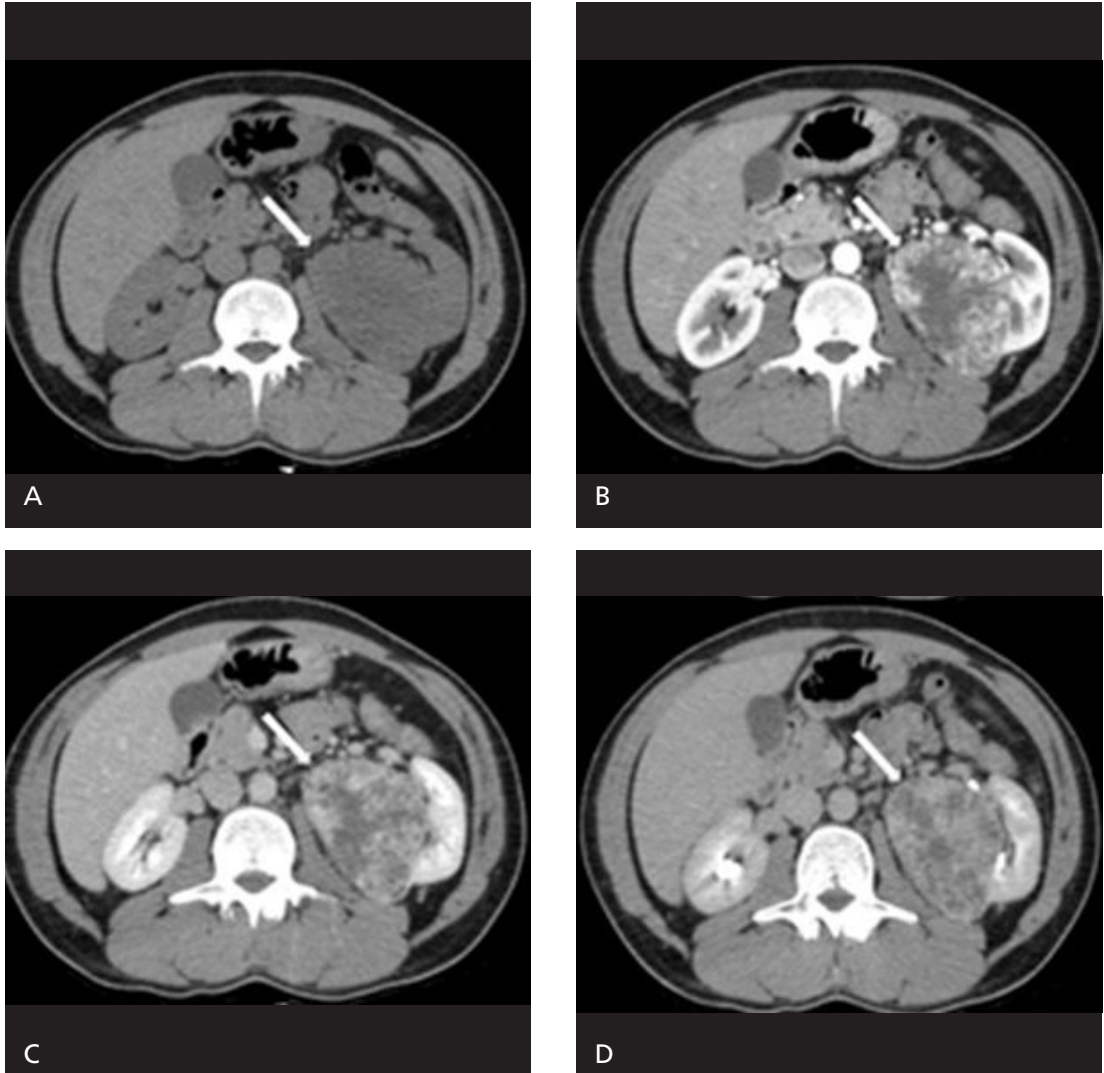
Kontrastsız kesitler üriner sistem taşlarının ve parankimal kalsifikasyonların, nefrogram fazı parankimal kitlelerin değerlendirilebilmesinde faydalıdır. Piyelogram fazı ise kontrast madde

verilmesini takiben 5-15. dk'da elde edilir ve bu fazda üriner yol değerlendirilir (Resim 6 ve 7). Kontrastsız seride ve piyelogram fazında böbreklerden mesaneye dek tüm üriner sistem, nefrogram fazında ise diyaframdan sakroiliak eklem üst kenarına kadar sadece abdomen taranmalıdır. BT ürografi için rutin olarak supin pozisyon önerilmektedir [30].

Üç fazda yapılan BT ürografide radyasyon dozu tartışma konusu olup, alınan dozu azaltmak amacıyla iki fazlı bir incelemeye olanak sağlayan split-bolus tekniği tanımlanmıştır. Bu teknikte; kontrastsız taramayı takiben toplam kontrast dozunun bir kısmı enjekte edilir ve gö-



Şekil 1. Split bolus BT ürografi tekniği



Resim 5. A-D. Dinamik böbrek BT. (A) Kontrastsız görüntüler ile (B) kortikomedüller faz, (C) nefrograme fazı ve (D) ekskretuar faza ait görüntülerde, sol böbrekte kortikomedüller fazdan itibaren heterojen tarzda kontrastlanan kitle (oklar) izlenmekte.



Resim 6. BT Ürografi. Split-bolus tekniği ile gerçekleştirilmiş tetkikte koronal MIP görüntüde nefrogram ve ekskretuar faz birlikte izlenmekte.

rüntüleme yapılmadan beklenir. Yaklaşık 5-10 dk'lık bekleme süresi sonrasında dozun kalan kısmı enjekte edilir ve nefrogram fazını yakalayacak şekilde görüntüleme yapılır. Böylece, ilk verilen kontrast maddeye bağlı oluşan ekskretuar faz ve ikinci verilen kontrast maddeye bağlı oluşan nefrogram fazı birlikte ve tek bir seri şeklinde gösterilir. Yani, klasik üç fazlı inceleme, iki fazlı incelemeye dönüşmüş olur (Şekil 1). Toplam kontrast madde miktarının birinci ve ikinci enjeksiyonda hangi oranda verileceği ve tarama zamanı konuları tartışmalı olsa da Lee ve ark. [31] çalışmasında önerilen yöntem genel kabul görmektedir. Bu çalışmada; ikinci enjeksiyonda daha fazla miktarda kontrast madde verilmesinin ve taramanın ilk enjeksiyon sonrası 8. dk'da başlamasının, üreterin opasifikasyonu, böbrek parankiminin boyanması ve tetkik süresinin kısaltılması açısından en uygun protokol olduğu ve toplam kontrast dozunun yaklaşık %30'unun ilk enjeksiyonda, %70'inin ise ikinci enjeksiyonda verildiği grupta renal kortikal kontrastlanmanın daha yüksek olduğu belirtilmiştir [31].

Furosemid kullanımı kimi yazarlar tarafından önerilmekte olup düşük doz furosemid kullanımının (0,1 mg/kg) ekskretuar fazı kısalttığı, ilk enjeksiyon sonrası serum fizyolojik verilmesi ile karşılaştırıldığında üreterin orta ve distal

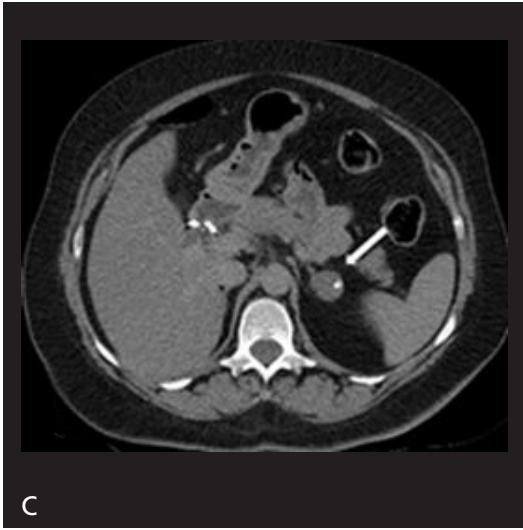
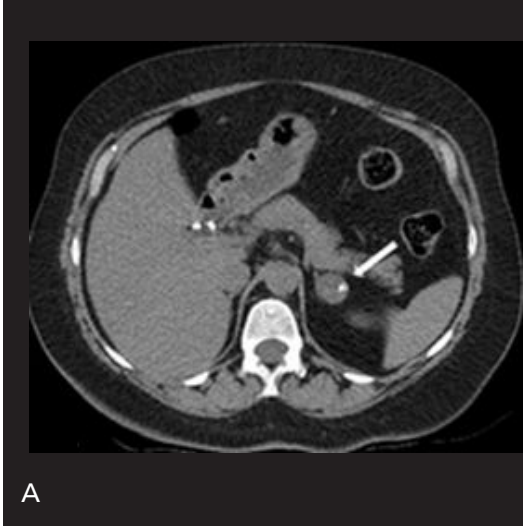


Resim 7. BT Ürografi. Koronal MIP görüntüde sağ böbrekte bulunan parapelvik kistin renal pelvise bası etkisinin bulunduğu izlenmekte (ok).

kesiminde opasifikasyonu ve distansiyonu artırdığı bildirilmektedir [30, 32].

ADRENAL BEZ

Adrenal bezde primer veya metastatik malin tümörleri de içeren neoplazik hastalıklar görülebilmektedir. Adrenal bezin en sık rastlanan tümörü ise çoğunluğu rastlantısal saptanan adenomlardır [33]. Adenomların başta metastaz olmak üzere diğer neoplazik lezyonlar ile ayrımının yapılması gerekmektedir. Adrenal lezyonlara yönelik olarak gerçekleştirilen BT incelemede lezyon boyutu, kontrast madde enjeksiyonundan önceki atenüasyon değeri, 60. sn'deki kontrastlanma seviyesi ve geç faz yıkanma değerleri gibi tanıya katkıda bulunabilecek birçok bulgu değerlendirilebilir [34]. Adenomların önemli bir kısmı intraselüler yağ içerdiğinden, karaciğer ve pankreasa yönelik dinamik incelemelerden farklı olarak kontrast verilmeden alınan görüntülerde ROI ile lezyondan ölçüm yapılmaktadır. Literatürde genel olarak kabul gören 10 HU eşik değerinin altındaki ölçümlerde tetkik kontrast madde verilmeden sonlandırılmakta ve yüksek bir özgüllükle yağdan zengin adenom tanısı konulabilmektedir. Yapılan bir çalışmada kontrastsız olarak yapılan taramalarda düşük kVp (80 kVp) kulla-



Resim 8. A-C. Dinamik adrenal BT. (A) Kontrastsız, (B) erken ve (C) geç faz görüntülerde sol adrenal bezde mutlak yıkanma oranı %76, rölatif yıkanma oranı %54 olarak hesap edilen adrenal adenom ile uyumlu lezyon (oklar).

nılmasının adenom ve adenom dışı lezyonların ayrımında daha iyi olduğu gösterilmiştir [35]. Ölçüm sonucu 10 HU'dan yüksek dansite değeri tespit edilen ve yağdan zengin adenom tanısı konulamayan lezyonlar için tetkike devam edilerek dinamik inceleme gerçekleştirilmekte, kontrast verilmesi sonrası 60. sn'de erken faz ve 10-15. dk'da geç faz görüntüler alınmaktadır (Tablo 5). Kontrastsız, erken faz ve geç faz görüntülerde lezyondan ölçülen dansite değerleri kullanılarak lezyonun mutlak yıkanma oranı aşağıda verilen formülle hesaplanmaktadır: Mutlak Yıkanma: $100 \times (HU_{\text{erken faz}} - HU_{\text{geç faz}}) / (HU_{\text{erken faz}} - HU_{\text{kontrastsız}})$

Spesifik bir patolojiye yönelik olarak yapılmayan, dolayısıyla kontrastsız kesitlerin bulun-

madığı rutin abdominal incelemede rastlantısal olarak adrenal lezyon saptanırsa, 10-15. dk'da geç faz görüntülerin alınması suretiyle de lezyon karakterize edilebilir. Bu durumda, aşağıda belirtilen formülle lezyonun rölatif yıkanma oranı hesaplanır: Rölatif Yıkanma: $100 \times (HU_{\text{erken faz}} - HU_{\text{geç faz}}) / (HU_{\text{erken faz}})$

Adenom hızlı kontrast tutup hızlı yıkanmakta (Resim 8), metastaz ise hızlı kontrastlanmakla birlikte adenoma göre daha yavaş yıkanmaktadır. Bir diğer sık görülen adrenal lezyon olan feokromositoma ise erken dönemde yoğun kontrastlanma göstermektedir [34]. Formüllere göre konuşulacak olursa, mutlak yıkanma oranı %60'ın, rölatif yıkanma oranı %40'ın üzerinde olan lezyonlar adenom olarak tanımlanmakta,

Tablo 5: Adrenal Bez İçin Dinamik BT Fazları

Faz	Zaman	Kesit kalınlığı
Kontrastsız	-	
Erken	60. sn	3-5 mm*
Geç	10-15. dk	

*İdeal kesit kalınlığı 3 mm'dir; 5 mm'yi geçmemelidir.



Resim 9. BT enterografi. Yeterli barsak distansiyonu sağlanmış tetkikte barsaklarda obstrüksiyon, dilatasyon veya duvar kalınlaşması izlenmiyor.



Resim 10. BT enterografi. Oral yolla nötral kontrast madde (su ve laktuloz) verilerek gerçekleştirilmiş tetkikte, koronal MIP görüntüde, terminal ileum duvarında kalınlaşma ve artmış kontrastlanma ile lümenal inceltme (ok) izlenmektedir.

bu değerlerin %60 ve %40'ın altında olması durumunda ise adenom dışı lezyon tanısına varılmaktadır. Her adenom dışı lezyon metastaz olmasa da adrenal bezde adenom dışı lezyon saptanan ve primer malin hastalığı olan hastalarda metastaz ön planda düşünülmelidir.

BT ENTEROGRAFİ

Çok kesitli BT teknolojisindeki gelişmelerle birlikte gastrointestinal sistemin görüntülenmesinde geçmişte kullanılmış olan ince bağırsak pasaj grafisi, konvansiyonel enteroklizis gibi yöntemler yerine BT enterografi tercih edilen görüntüleme yöntemi hale gelmiştir [36-38]. Raptopoulos ve ark. [39] 1997'de helikal BT ile gerçekleştirdikleri çalışmada BT enterografinin bağırsakların görüntülenmesinde faydalı olduğunu ortaya koymuşlardır. Konvansiyonel enteroklizis ile karşılaştırıldığında, tekniğinin kolaylığı, hasta tarafından daha kolay tolere edilmesi ve kesitsel görüntülemenin avantajlarını içeriyor olması nedeniyle BT enterografinin ince bağırsak hastalıklarının tanısında kullanımı giderek artmaktadır. "American College of Radiology" tarafından ortaya konan uygunluk kriterlerinde, Crohn hastalığı şüphesi olan erişkin hastanın ilk başvurusunda tercih edilmesi gereken görüntüleme yöntemi olarak BT enterografi belirtilmiştir [40]. BT enterografi ayrıca, klinik olarak stabil hastalarda şüpheli gastrointestinal kanamanın değerlendirilmesinde kullanışlı ve tamamlayıcı bir görüntüleme yöntemidir [41].

Bilgisayarlı tomografi enterografi teknik olarak, nötral veya düşük dansiteli oral kontrast madde ile sağlanan ince bağırsak distansiyonu, intravenöz kontrast madde verilmesi sonrası enterik fazda yapılan abdominopelvik BT inceleme ile birleştirmektedir (Resim 9 ve 10) [36]. Nötral kontrast, suya yakın atenüasyon değeri olan maddeler için kullanılan bir tanımlama olup etkili bir kullanım için, yeterli bağırsak distansiyonu sağlanacak şekilde ve intravenöz kontrast madde ile birlikte verilmelidir [37]. Lümenal distansiyon için nötral kontrast madde olarak kullanılabilen su görece güvenli olarak bilinse de suyun çabuk absorpsiyonu ileoçekal

valvin görülmesini engelleyebilmektedir [37, 38]. Nötral kontrast ajan olarak, su-metilselülöz çözeltisi, polietilen glikol, düşük dansiteli baryum kullanılabilir. İyot veya baryum içeren pozitif oral kontrast ajanlar ise mukozal boyanmayı ve kanamayı gizleyebileceğinden rutin olarak kullanılmamaktadır [36, 37].

Bilgisayarlı tomografi enteroklizis, nazojejunal kateter yerleştirilmesinin ardından aktif şekilde ince bağırsak distansiyonu sağlanarak yapılması ile BT enterografiden ayrılmaktadır [37].

BT enterografi için 6-8 saat açlık yeterli olup tetkik öncesinde hastalara yaklaşık 1 saatlik süre içinde 1-1,5 L oral kontrast madde içirilmektedir [36]. Oral kontrast madde 1-1.5 L suya 250 cc laktuloz karıştırılarak elde edilebilir. Laktuloz, galaktoz ve laktozdan oluşan sentetik bir disakkaridaz olup yapısı nedeniyle emilmez ve böylece bağırsak distansiyonu sağlanır [38]. Tetkik sırasında ince barsak peristaltizmini azaltmak amacıyla 20 mg hyosin-N-butil bromür intravenöz yolla yapılabilir [38]. Oral yolla yapılan hazırlık tamamlandıktan sonra, intravenöz yolla kontrast madde verilmesini takiben yapılacak incelemenin faz sayısı ve zamanlaması tartışmalı olup, Schindera ve ark. [42] ince bağırsaklar için pik mural kontrastlanmanın kontrast madde verilmesini takiben 50. sn'de gerçekleştiğini bildirmişlerdir. Bilinen veya şüpheli Crohn hastalığı olan hastalarda, 65. sn'de diyaframdan simfizis pubise kadarki alan taranacak şekilde yapılan tek fazlı görüntülemenin yeterli olduğu belirtilmiştir [43]. Mezenterik damarların ve gastro-intestinal kanamanın değerlendirilebilmesi için arteriyel ve venöz olarak 2 fazlı veya arteriyel, enterik ve geç olmak üzere 3 fazlı görüntüleme de önerilmektedir [41, 43, 44]. Enterik faz ve geç faz için, arteriyel fazda alınan görüntülerden 20 ve 90 sn sonra tarama yapılmalıdır [41].

Çok fazlı incelemelerin daha sık yapılması ile birlikte hastaların radyasyon maruziyeti de önemli bir konu haline gelmiş olup doz azaltım teknikleri ile ilgili yeni çalışmalar yapılmaktadır. Temel amaç, mümkün olan en düşük radyasyon dozu ve en uygun protokolle en tanısal

görüntüyü elde etmek olmalıdır. Radyasyon dozunu azaltmak için değiştirilebilecek parametreler; miliamper saniye, kilovolt pik ve tarama adımı (pitch) değerleri ile faz sayısı şeklinde sıralanabilir [45]. Düşük kilovolt pik kullanımı, otomatik tüp akım modülasyonları, iteratif rekonstrüksiyon gibi tekniklerle doz azaltımı sağlanabilmektedir [46]. Abdomen BT protokolleri içinde pankreas dinamik inceleme ve BT ürografi için tanımlanan split-bolus teknikleri sayesinde faz sayısı ve dolayısıyla hasta tarafından alınan radyasyon miktarı azalmaktadır. Üriner sistem taş hastalığı için yapılan BT tetkiklerinde, BT enterografide, adrenal bez ve pankreas dinamik BT incelemede de düşük kilovolt tekniği kullanılabilir [47].

Sonuç olarak, abdomende, farklı organlar ve farklı patolojilere yönelik olarak farklı çekim protokollerinin kullanıldığı çok sayıda özel BT incelemeleri yapılmaktadır. Tetkikin doğru olarak yapılması ve yorumlanması radyoloğun sorumluluğunda olduğundan; inceleme öncesi hasta ile ilgili detaylı klinik bilgiye sahip olunması, çekim protokollerinin bilinmesi ve uygun şekilde uygulanması, gerekirse protokolün hastaya göre modifiye edilmesi, doğru tanıya ulaşmada önemlidir. Çekim sırasında elde edilen transvers görüntülerin yanı sıra, çok kesitli BT teknolojisinin sağladığı olanaklarla, MPR, "maximum intensity projection" (MIP) ve "volume rendering" görüntülerden de yararlanılmalıdır. ALARA prensibi göz önünde bulundurularak, özellikle çok fazlı incelemelerde, hastanın aldığı dozun azaltılması için azami çaba gösterilmelidir.

Kaynaklar

- [1]. Schima W, Koh DM, Baron R. Focal liver lesions. In: Hodler J, Kubik-Huch, von Schulthess G, editors. Diseases of the Abdomen and Pelvis 2018-2021. IDKD Springer Series. Cham: Springer; 2018.p.173-96. [\[Crossref\]](#)
- [2]. Yamashita Y, Komohara Y, Takahashi M, Uchida M, Hayabuchi N, Shimizu T, et al. Abdominal helical CT: Evaluation of optimal doses of intravenous contrast material--a prospective randomized study. Radiology 2000; 216: 718-23. [\[Crossref\]](#)
- [3]. Bae KT. Intravenous contrast medium administration and scan timing at CT: Considerations and approaches. Radiology 2010; 256: 32-61. [\[Crossref\]](#)

- [4]. Heiken JP, Bae KT. Contrast medium administration and scan timing for MDCT. In: Marchal G, Vogl TJ, Heiken JP, Rubin GD, editors. Multidetector-row Computed Tomography: Scanning and Contrast Protocols. Milan, Italy: Springer-Verlag Italia; 2005.p.13-20. [\[Crossref\]](#)
- [5]. Schima W, Hammerstingl R, Catalano C, Marti-Bonmati L, Rummeny EJ, Montero FT, et al. Quadruple-phase MDCT of the liver in patients with suspected hepatocellular carcinoma: effect of contrast material flow rate. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 186: 1571-9. [\[Crossref\]](#)
- [6]. Furuta A, Ito K, Fujita T, Koike S, Shimizu A, Matsunaga N. Hepatic enhancement in multiphasic contrast-enhanced MDCT: Comparison of high- and low-iodine-concentration contrast medium in same patients with chronic liver disease. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 183: 157-62. [\[Crossref\]](#)
- [7]. Dorio PJ, Lee FT Jr, Henseler KP, Pilot M, Pozniak MA, Winter TC 3rd, et al. Using a saline chaser to decrease contrast media in abdominal CT. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 929-34. [\[Crossref\]](#)
- [8]. Bae KT. Principles of contrast medium delivery and scan timing in MDCT. In: Kalra MK, Saini S, Rubin GD, editors. MDCT: From Protocols to Practice. Italy: Springer-Verlag Italia; 2008.p.10-24 [\[Crossref\]](#)
- [9]. Francis IR, Cohan RH, McNulty NJ, Platt JF, Korobkin M, Gebremariam A, et al. Multidetector CT of the liver and hepatic neoplasms: Effect of multiphasic imaging on tumor conspicuity and vascular enhancement. *AJR Am J Roentgenol* 2003; 180: 1217-24. [\[Crossref\]](#)
- [10]. Monzawa S, Ichikawa T, Nakajima H, Kitanaka Y, Omata K, Araki T. Dynamic CT for detecting small hepatocellular carcinoma: Usefulness of delayed phase imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 147-53. [\[Crossref\]](#)
- [11]. Lim JH, Choi D, Kim SH, Lee SJ, Lee WJ, Lim HK, et al. Detection of hepatocellular carcinoma: Value of adding delayed phase imaging to dual-phase helical CT. *AJR Am J Roentgenol* 2002; 179: 67-73. [\[Crossref\]](#)
- [12]. Chan MG, Cassidy FH, Andre MP, Chu P, Aganovic L. Delayed imaging in routine CT examinations of the abdomen and pelvis: Is it worth the additional cost of radiation and time? *AJR Am J Roentgenol* 2014; 202: 329-35. [\[Crossref\]](#)
- [13]. Wald C, Russo MW, Heimbach JK, Hussain HK, Pomfret EA, Bruix J. New OPTN/UNOS policy for liver transplant allocation: Standardization of liver imaging, diagnosis, classification, and reporting of hepatocellular carcinoma. *Radiology* 2013; 266: 376-82. [\[Crossref\]](#)
- [14]. Scialpi M, Reginelli A, D'Andrea A, Gravante S, Falcone G, Baccari P, et al. Pancreatic tumors imaging: An update. *Int J Surg* 2016; 28: 142-55. [\[Crossref\]](#)
- [15]. Almeida RR, Lo GC, Patino M, Bizzo B, Canellas R, Sahani DV. Advances in pancreatic CT imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2018; 211: 52-66. [\[Crossref\]](#)
- [16]. Okahara M, Mori H, Kiyosue H, Yamada Y, Sagarra Y, Matsumoto S. Arterial supply to the pancreas: variations and cross-sectional anatomy. *Abdom Imaging* 2010; 35: 134-42. [\[Crossref\]](#)
- [17]. Lu DS, Vedantham S, Krasny RM, Kadell B, Berger WL, Reber HA. Two-phase helical CT for pancreatic tumors: Pancreatic versus hepatic phase enhancement of tumor, pancreas, and vascular structures. *Radiology* 1996; 199: 697-701. [\[Crossref\]](#)
- [18]. Fletcher JG, Wiersema MJ, Farrell MA, Fidler JL, Burgart LJ, Koyama T, et al. Pancreatic malignancy: Value of arterial, pancreatic, and hepatic phase imaging with multi-detector row CT. *Radiology* 2003; 229: 81-90. [\[Crossref\]](#)
- [19]. Ichikawa T, Erturk SM, Sou H, Nakajima H, Tsukamoto T, Motosugi U, et al. MDCT of pancreatic adenocarcinoma: Optimal imaging phases and multiplanar reformatted imaging. *AJR Am J Roentgenol* 2006; 187: 1513-20. [\[Crossref\]](#)
- [20]. Brook OR, Gourtsoyianni S, Brook A, Siewert B, Kent T, Raptopoulos V. Split-bolus spectral multidetector CT of the pancreas: Assessment of radiation-dose and tumor conspicuity. *Radiology* 2013; 269: 139-48. [\[Crossref\]](#)
- [21]. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Optimizing detectability of renal pathology with MDCT: Protocols, pearls, and pitfalls. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194: 1001-12. [\[Crossref\]](#)
- [22]. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. How not to miss or mischaracterize a renal cell carcinoma: Protocols, pearls, and pitfalls. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194: 307-15. [\[Crossref\]](#)
- [23]. Israel GM, Bosniak MA. Pitfalls in renal mass evaluation and how to avoid them. *Radiographics* 2008; 28: 1325-38. [\[Crossref\]](#)
- [24]. Kawashima A, Vrtiska TJ, LeRoy AJ, Hartman RP, McCollough CH, King BF Jr. CT urography. *Radiographics* 2004; 24: 35-54. [\[Crossref\]](#)
- [25]. Sheth S, Fishman EK. Multi-detector row CT of the kidneys and urinary tract: Techniques and applications in the diagnosis of benign diseases. *Radiographics* 2004; 24: e20. [\[Crossref\]](#)
- [26]. Ljungberg B, Bensalah K, Canfield S, Dabestani S, Hofmann F, Hora M, et al. EAU guidelines on renal cell carcinoma: 2014 update. *European Urology* 2015; 67: 913-24. [\[Crossref\]](#)
- [27]. Cohan RH, Sherman LS, Korobkin M, Bass JC, Francis IR. Renal masses: Assessment of corticomedullary-phase and nephrographic-phase CT scans. *Radiology* 1995; 196: 445-51. [\[Crossref\]](#)
- [28]. Wolin EA, Hartman DS, Olson JR. Nephrographic and pyelographic analysis of CT urography: Principles, patterns, and pathophysiology. *AJR Am J Roentgenol* 2013; 200: 1210-4. [\[Crossref\]](#)
- [29]. O'Connor OJ, Maher MM. CT urography. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 195: 320-4. [\[Crossref\]](#)
- [30]. Van Der Molen AJ, Cowan NC, Mueller-Lisse UG, Nolte-Ernsting CC, Takahashi S, Cohan RH; CT Urography Working Group of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR). CT urography: Definition, indications and techniques. A guideline for clinical practice. *Eur Radiol* 2008; 18: 4-17. [\[Crossref\]](#)
- [31]. Lee D, Cho ES, Kim JH, Kim YP, Lee HK, Yu JS, et al. Optimization of split-bolus CT urography: Effect of differences in allocation of contrast medium and

- prolongation of imaging delay. *AJR Am J Roentgenol* 2017; 209: 10-7. [\[Crossref\]](#)
- [32]. Silverman SG, Akbar SA, Morteale KJ, Tuncali K, Bhagwat JG, Seifter JL. Multidetector-row CT urography: Comparison of furosemide and saline as adjuncts to contrast medium for depicting the normal urinary collecting system. *Radiology* 2006; 240: 749-55. [\[Crossref\]](#)
- [33]. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Adrenal mass imaging with multidetector CT: Pathologic conditions, pearls, and pitfalls. *Radiographics* 2009; 29: 1333-51. [\[Crossref\]](#)
- [34]. Johnson PT, Horton KM, Fishman EK. Adrenal imaging with multidetector CT: Evidence-based protocol optimization and interpretative practice. *Radiographics* 2009; 29: 1319-31. [\[Crossref\]](#)
- [35]. Stadler A, Schima W, Prager G, Homolka P, Heinz G, Saini S, et al. CT density measurements for characterization of adrenal tumors ex vivo: Variability among three CT scanners. *AJR Am J Roentgenol* 2004; 182: 671-5. [\[Crossref\]](#)
- [36]. Ilangovan R, Burling D, George A, Gupta A, Marshall M, Taylor SA. CT enterography: Review of technique and practical tips. *Br J Radiol* 2012; 85: 876-86. [\[Crossref\]](#)
- [37]. Macari M, Megibow AJ, Balthazar EJ. A pattern approach to the abnormal small bowel: Observations at MDCT and CT enterography. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 1344-55. [\[Crossref\]](#)
- [38]. Arslan H, Etlik O, Kayan M, Harman M, Tuncer Y, Temizöz O. Peroral CT enterography with lactulose solution: Preliminary observations. *AJR Am J Roentgenol* 2005; 185: 1173-9. [\[Crossref\]](#)
- [39]. Raptopoulos V, Schwartz RK, McNicholas MM, Movson J, Pearlman J, Joffe N. Multiplanar helical CT enterography in patients with Crohn's disease. *AJR Am J Roentgenol* 1997; 169: 1545-50. [\[Crossref\]](#)
- [40]. Kim DH, Carucci LR, Baker ME, Cash BD, Dillman JR, Feig BW, et al. ACR appropriateness criteria crohn disease. *J Am Coll Radiol* 2015; 12: 1048-57. [\[Crossref\]](#)
- [41]. Hara AK, Walker FB, Silva AC, Leighton JA. Preliminary estimate of triphasic CT enterography performance in hemodynamically stable patients with suspected gastrointestinal bleeding. *AJR Am J Roentgenol* 2009; 193: 1252-60. [\[Crossref\]](#)
- [42]. Schindera ST, Nelson RC, DeLong DM, Jaffe TA, Merkle EM, Paulson EK, et al. Multi-detector row CT of the small bowel: Peak enhancement temporal window-initial experience. *Radiology* 2007; 243: 438-44. [\[Crossref\]](#)
- [43]. Elsayes KM, Al-Hawary MM, Jagdish J, Ganesh HS, Platt JF. CT enterography: Principles, trends, and interpretation of findings. *Radiographics* 2010; 30: 1955-70. [\[Crossref\]](#)
- [44]. Lee SS, Oh TS, Kim HJ, Chung JW, Park SH, Kim AY, et al. Obscure gastrointestinal bleeding: Diagnostic performance of multidetector CT enterography. *Radiology* 2011; 259: 739-48. [\[Crossref\]](#)
- [45]. McNitt-Gray MF. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: Topics in CT. Radiation dose in CT. *Radiographics* 2002; 22: 1541-53. [\[Crossref\]](#)
- [46]. Levinson MI, Hoerner M, Mustafa A, Pahade JK. Abdominal CT imaging applications of low kilovoltage peak techniques. *J Am Coll Radiol* 2019; 16: 482-4. [\[Crossref\]](#)
- [47]. Del Gaizo AJ, Fletcher JG, Yu L, Paden RG, Spencer GC, Leng S, et al. Reducing radiation dose in CT enterography. *Radiographics* 2013; 33: 1109-24. [\[Crossref\]](#)

Abdominal İncelemelerde İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Kaan Esen, F. Demir Apaydın

Sayfa 23

Abdominal BT tetkiklerinde gastrointestinal sistemin de değeriendirilmesi istenen veya gereken durumlarda ön hazırlık yapılması gereklidir. Bağırsak temizliği için, tetkik öncesi gece açlığı yeterlidir. Oral yolla; pozitif kontrast madde olarak iyotlu kontrast maddeler veya dilüe baryum, nötral kontrast madde olarak ise su kullanılabilir. Tetkikten yaklaşık 1-1,5 saat önce oral olarak alınmaya başlanan kontrast maddeler gastrointestinal sistemin yeterli distansiyonunu sağlar.

Sayfa 25

Arteriyel haritalamanın yapılmayacağı bir incelemede kontrastsız fazı takiben geç arteriyel, portal venöz ve geç faz olmak üzere 4 fazlı bir protokol uygulanabilir. Portal venöz faz dışındaki fazlarda diyaframdan sakroiliak eklem üst kenarına, portal venöz fazda ise diyaframdan simfizis pubis düzeyine kadar tüm abdomen taranabilir.

Sayfa 26

Pankreas için gerçekleştirilen BT incelemede pozitif oral kontrast maddelerin kullanılması, gastroduodenal bölgede artefakt oluşumuna neden olup pankreasın değeriendirilmesini güçleştirebilmektedir. Bu nedenle, tetkikten önce oral olarak alınan 1 lt su yardımıyla, mide ve duodenumun nötral kontrast maddelerle distansiyonu önerilmektedir.

Sayfa 26

Kortikomedüller faz arteriyel bir fazdır. Bu fazda renal korteks ve arteriyel yapılar maksimum kontrastlanma gösterirler; korteks ve medulla ayrımının en belirgin hale gelmesiyle Bertini kolonu veya fokal renal hipertrofi gibi durumların ayırt edilmesi mümkün olur. Ayrıca bu faz, parsiyel nefrektomi planlamasında vasküler haritalama sağlaması nedeniyle cerraha yol gösterici olabilir.

Sayfa 32

Bilgisayarlı tomografi enterografi teknik olarak, nötral veya düşük dansiteli oral kontrast madde ile sağlanan ince bağırsak distansiyonunu, intravenöz kontrast madde verilmesi sonrası enterik fazda yapılan abdominopelvik BT inceleme ile birleştirmektedir. Nötral kontrast, suya yakın atenüasyon değeri olan maddeler için kullanılan bir tanımlama olup etkili bir kullanım için, yeterli bağırsak distansiyonu sağlanacak şekilde ve intravenöz kontrast madde ile birlikte verilmelidir.

Abdominal İncelemelerde İleri BT Teknikleri ve Protokolleri

Kaan Esen, F. Demir Apaydın

1. Pankreas dinamik BT çekim protokolü ile ilgili aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
 - a. Pankreatik parankimal fazda en yüksek tümör-doku kontrastı elde edilmektedir.
 - b. Nöroendokrin tümör şüphesi var ise pankreatik parankimal faz yerine arteriyel faz kullanılabilir.
 - c. Oral olarak pozitif kontrast madde verilmesi önerilmektedir.
 - d. Sagittal ve koronal MPR görüntülerin tanıya katkısı bulunmaktadır.
2. Böbrek için dinamik BT inceleme ile ilgili hangisi/hangileri doğrudur?
 - I. Kortikomedüller faz arteriyel bir faz olup renal korteks ve arteriyel yapılar maksimum kontrastlanma gösterirler.
 - II. Nefrografik fazda korteks medulla ayrımı en belirgindir.
 - III. Ekskretuar faz kontrast enjeksiyonunu takiben 3-5. dk'dan itibaren izlenir.
 - a) Yalnız I
 - b) Yalnız III
 - c) I ve II
 - d) I ve III
3. BT enterografi ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. BT enterografi için oral pozitif kontrast maddeler tercih edilmelidir.
 - b. Barsak distansiyonu için yaklaşık 500 cc oral kontrast madde yeterlidir.
 - c. Crohn hastalığının tanısı için rutin olarak 2 fazlı (arteriyel ve venöz) görüntüleme önerilmektedir.
 - d. Laktuloz barsak distansiyonu sağlaması nedeniyle BT enterografide kullanılabilir.
4. Fokal karaciğer lezyonlarının karakterizasyonu için gerçekleştirilen dinamik incelemede hangi faz rutin olarak önerilmemektedir?
 - a. Kontrastsız
 - b. Erken arteriyel
 - c. Geç arteriyel
 - d. Portal venöz
5. Pankreatik parankimal faz hangi faza karşılık gelmektedir?
 - a. Erken arteriyel
 - b. Geç arteriyel
 - c. Venöz
 - d. Geç