

ÜROLOJİDE SİNTİGRAFI KULLANIMI | THE USE OF SCINTIGRAPHY IN UROLOGY

Dinamik ve Diüretikli Böbrek Sintigrafisi
Dynamic and Diuretic Renal ScintigraphyNeşe Torun¹, Funda Üstün², Gülay Durmuş-Altun¹¹Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Edirne²Onsekizmart Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, Çanakkale

Özet | Abstract

Dinamik böbrek sintigrafisi böbrek fonksiyonu konusunda bilgi veren nükleer tıp yöntemidir. Üriner sistem obstrüksiyonları organ kaybına yol açabilmesi nedeniyle üroloji pratiğinde önemli bir yere sahiptir. Obstrüksiyon tedavi edilmediği takdirde hidronefroza ya da böbrek fonksiyon kaybına yol açabilir. Bu nedenle obstrüksiyonun teşhisi ve uygun tedavisinin yapılması önemlidir. Böbreğin fonksiyonel durumu ve drenaj fonksiyonu hakkında bilgi veren diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi üriner sistem obstrüksiyonlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan noninvaziv bir yöntemdir. Bu derlemede nefroürolojik hastalıkların tanısında dinamik ve diüretikli dinamik böbrek sintigrafisinin kullanımı ve önemi gözden geçirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Böbrek, diüretik, obstrüksiyon, sintigrafi

Dynamic renal scintigraphy is an imaging method in nuclear medicine which provides information about kidney function. Due to the possibility of causing organ loss, urinary tract obstruction is important in urological practice. Hydronephrosis or loss of kidney function may occur when obstruction is left untreated. Therefore, proper diagnosis and treatment of obstruction is essential. Diuretic renal dynamic scintigraphy is a noninvasive method widely used in the evaluation of urinary tract obstruction, providing information about renal functional status and drainage. In this review, the importance and use of diuretic and dynamic renal scintigraphy in the diagnosis of nephrourological disorders were reviewed.

Key words: Diuretic, obstruction, renal, scintigraphy

Giriş

Yenidoğan dönemi dâhil olmak üzere, çocuk ve erişkin hasta grubunda nefroürolojik sorunların tanı ve izleminde nükleer tıp yöntemlerinin kullanımı giderek artış göstermektedir. Sintigrafik inceleme öncesinde özel bir hasta hazırlığı veya anestezi gerektirmemesi, uygulanan radyofarmasötiklerin toksik veya alerjik etkilerinin olmaması bu yöntemlerin kullanılmasını kolaylaştırmaktadır. Nükleer tıpta kullanılan yöntemlerin diğer yöntemlere göre en önemli üstünlüğü noninvaziv olması ve nefroürolojide kullanılan İntravenöz Ürografi (IVÜ) gibi yöntemlerden daha düşük radyasyon dozuna sebep olmasıdır. Sintigrafik görüntüleme yöntemlerinin radyolojik yöntemlerden en önemli farkı ise fonksiyonel görüntüleme yöntemi olması ve sayısal parametrelerle elde edilen bilgilerin desteklenmesidir. Ayrıca sintigrafi, sistemin veya organın anatomik detayları konusunda da kısmen bilgi vermektedir.(1) Temel zaafı ise operasyon planlaması gibi kritik klinik durumlarda anatomik detayların belirlenmesinde yetersiz kalmasıdır. Anatomik olarak detay ve fonksiyonel olarak bilinenmenin tam olarak sağlanması ancak nükleer tıpta son yıllarda kullanıma giren ve yaygınlaşmaya başlayan hibrit gamma kamera sistemleri ile mümkün olmaktadır.

Dinamik Böbrek Sintigrafisi

Dinamik böbrek sintigrafisi'nin (DBS) ilk uygulaması 1962 yılında deneysel olarak yapılmıştır. Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi de 1978'den beri üriner sistem obstrüksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.(2-5) DBS, böbrek fonksiyonu ve toplayıcı sistemler hakkında bilgi veren bir nükleer tıp yöntemidir. Tek başına kullanıldığı gibi çeşitli böbrek hastalıklarının tanısında diüretik veya kaptopril ile birlikte kullanılmaktadır.(6, 7)

Dinamik böbrek sintigrafisinde, radyoaktif madde olan Teknesyum 99m (Tc-99m) ile farmasötik ajan (Merkaptoasetiltriglisin-MAG3, dietilentriaminopentaasetikasit-DTPA) işaretlenir. Oluşan radyofarmasötik (Tc-99m MAG3, Tc-99m DTPA) intravenöz yoldan uygulanır. DBS böbreklerin perfüzyonunu ve ardından radyofarmasötüğün böbreklerden glomerüller filtrasyon veya tübüler sekresyon yolu ile toplayıcı sisteme, üreterlere ve mesaneye geçişini izleyebildiğimiz bir görüntüleme yöntemidir.(4, 8)

Dinamik böbrek sintigrafisinde kullanılan ajanlar glomerüller ve tübüler ajanlar olarak ikiye ayrılır. Tc-99m DTPA rutinde kullanılan glomerüller ajandır ve ideal bir perfüzyon ajandır. Tamamına yakını glomerüller filtrasyonla atılır, tübüler sekresyonu ve reabsorbsiyonu yoktur. Bu nedenle DBS

ile birlikte glomerüler filtrasyon hızının (GFR) ölçümünde kullanılır. Günümüzde en yaygın kullanılan tübüler ajan Tc-99m MAG3 dür. Tc-99m MAG3 ün tamamı tübüler sistemle böbreklerden atılır. Teknesyum-99m etilendisistein (Tc-99 EC) diğer bir tübüler ajandır ve Tc-99m MAG3 e benzer özellikler gösterir.(9-11)

Dinamik böbrek sintigrafisi klinikte günlük uygulamalar içerisinde farklı hasta gruplarında farklı sorulara cevap aramak üzere kullanılmaktadır. DBS'nin mutlak katkı sağladığı klinik endikasyonlar Tablo 1'de özetlenmiştir.

Sintigrafi uygulaması özel bir hasta hazırlığı gerektirmemekle birlikte, hastanın klinik öyküsünün bilinmesi uygulanan önceki sintigrafik tetkiklerinin ve ultrasonografi (USG) bulgularının incelenmesi, hastaya standart ya da diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi protokollerinden uygun olanının seçimine yardımcı olacaktır. Hastanın hidrasyon durumu görüntüleme için önemli olduğundan sintigrafi öncesi yeterli miktarda sıvı alımı sağlanmalıdır.(11-14) Sintigrafik çalışma öncesinde mesane boş olmalıdır. Günlük klinik uygulamada her hastaya yapılmamakla birlikte, idrar drenajının tam olduğundan emin olunamayan hastalarda mesane kateterizasyonu uygulanabilmektedir. Kateterizasyon özellikle nörojenik mesane, veziköüretal reflü, mesane disfonksiyonu, posterior üretral valv ve mesane kapasitesi az olan hastalarda gereklidir.(7, 13, 15)

Dinamik böbrek sintigrafisi sırasında görüntü kaydı, arada zaman boşluğu bulunmayan ardışık görüntülerin en az 20 dakikalık süre ile kaydedilmesi esasına dayalıdır. Elde edilen görüntüler sinematik görüntüleme tekniği ile bir film akışı içinde değerlendirilir. Sintigrafik görüntüleme hasta oturur veya yatar pozisyonda iken posterior projeksiyondan yapılır. Böbrek transplantasyonunda, at nalı veya pelvik böbreği olan hastalarda görüntüleme anterior projeksiyondan yapılır. Rutin DBS çalışmasının süresi 20-30 dakikadır. Sintigrafik çekimin bitiminde, hastaya postüral drenaj yapılarak miksiyon sonrası toplayıcı sistemler ve mesane, 5 dakikalık statik görüntüleme ile yeniden değerlendirilir.(9)

Görüntü analizi ve değerlendirme

Elde edilen görüntüler ve renogram eğrisi, önce görsel ve ardından sayısal olarak değerlendirilir.

Görsel değerlendirmede; radyoaktif maddenin aorta izleyerek böbreklere ulaşması, böbrekler içinde dağılımı ve maksimum aktiviteye ulaşması, parankimden ve üreterlerden temizlenmesi, mesanenin izlenmesi birbiri ile ve bilinen normal paternler ile karşılaştırılarak değerlendirilir.(9, 14) Normal fonksiyonlu bir böbreğin sintigrafik görüntüleri Şekil 1'de verilmiştir.

Zamanaktivite eğrisi (renogram eğrisi) böbrekler ve böbrek etrafındaki zemin aktivitenin üzerine ilgi alanları çizilerek elde edilir (Şekil 2). Renogram eğrisi böbrek fonksiyonunu temsil eder. Böbrek ilgi alanı çizilirken böbrek ve böbrek pelvisi ilgi alanı içine alınmalıdır. Bu durum pelvis dahil tüm böbrek fonksiyonu hakkında bilgi verir. Bazı durumlarda ise

pelvisi içine almadan sadece böbrek korteksi üzerine ilgi alanı çizilebilir. Bu ise böbrek korteksinin fonksiyonunu gösterir. (8, 11)

Renogram eğrisinin temel olarak üç fazı bulunmaktadır:

I. Faz: (Vasküler faz) (Perfüzyon) İlk 30-60 saniyelik dönemdir. Her iki böbreğin perfüzyon miktarı; ana vasküler yapılarla (abdominal aorta) ve zamansal olarak kıyaslanarak değerlendirilir.

II. Faz: (Ekstraksiyon fazı) (Konsantrasyon). Enjekte edilen radyofarmasötüğün böbrekteki konsantrasyonu ve maksimum aktiviteye ulaşma zamanı değerlendirilir.

III. Faz: (Ekskresyon fazı) (Klirens). Maksimuma ulaşmış olan radyofarmasötüğün toplayıcı sisteme geçişi ve üreterler yoluyla mesaneye atılışı değerlendirilir.

Zamanaktivite eğrileri kullanılarak bazı sayısal parametreler elde edilebilir. Ekstraksiyon ve ekskresyon fazlarını değerlendirmek için en sık kullanılan parametreler; renogram eğrisinde radyoaktivitenin maksimum aktiviteye ulaşma zamanı (Tmax), maksimum aktivitenin yarısının temizlenme süresi (T1/2) ve rölatif fonksiyonlardır.(9,16)

Tmax: Böbrek fonksiyonu ile ilişkili olup; renogram eğrisinin maksimum aktiviteye ulaşma zamanıdır.(16)

T1/2: Maksimum aktivitenin yarısının temizlenme süresidir. Önceleri T1/2 <10 dakika normal (nonobstrüktif dilatasyon), T1/2 >20 dakika obstrüksiyonun göstergesi ve T1/2=10-20 dakika arasında ise belirsiz olarak değerlendirilse de; günümüzde bu değerlerin artık güvenilir olmadığı bilinmektedir.(11, 13)

Rölatif fonksiyon: Böbreklerin total fonksiyona katılım oranlarıdır ve her iki böbrek için verilen değerlerin toplamı her zaman "100"dür. "Split fonksiyon", "separe fonksiyon" veya "differansiyel fonksiyon" olarak da isimlendirilmektedir. Bu oran böbreklerin anlık fonksiyonel durumunu gösterdiği gibi takip sırasında tek taraflı fonksiyon kaybı izlemi açısından oldukça önemlidir. Rölatif fonksiyonların takibi, klinik izlem ve tedavi etkinliğinin değerlendirilmesinde önemlidir. Ancak bilateral bozulmuş böbrek fonksiyonunda rölatif fonksiyonların (her bir böbreğin var olan total böbrek fonksiyonuna katkısını gösterdiği için) normal sınırlar içinde olabileceği unutulmamalıdır.

Diüretik Uygulaması

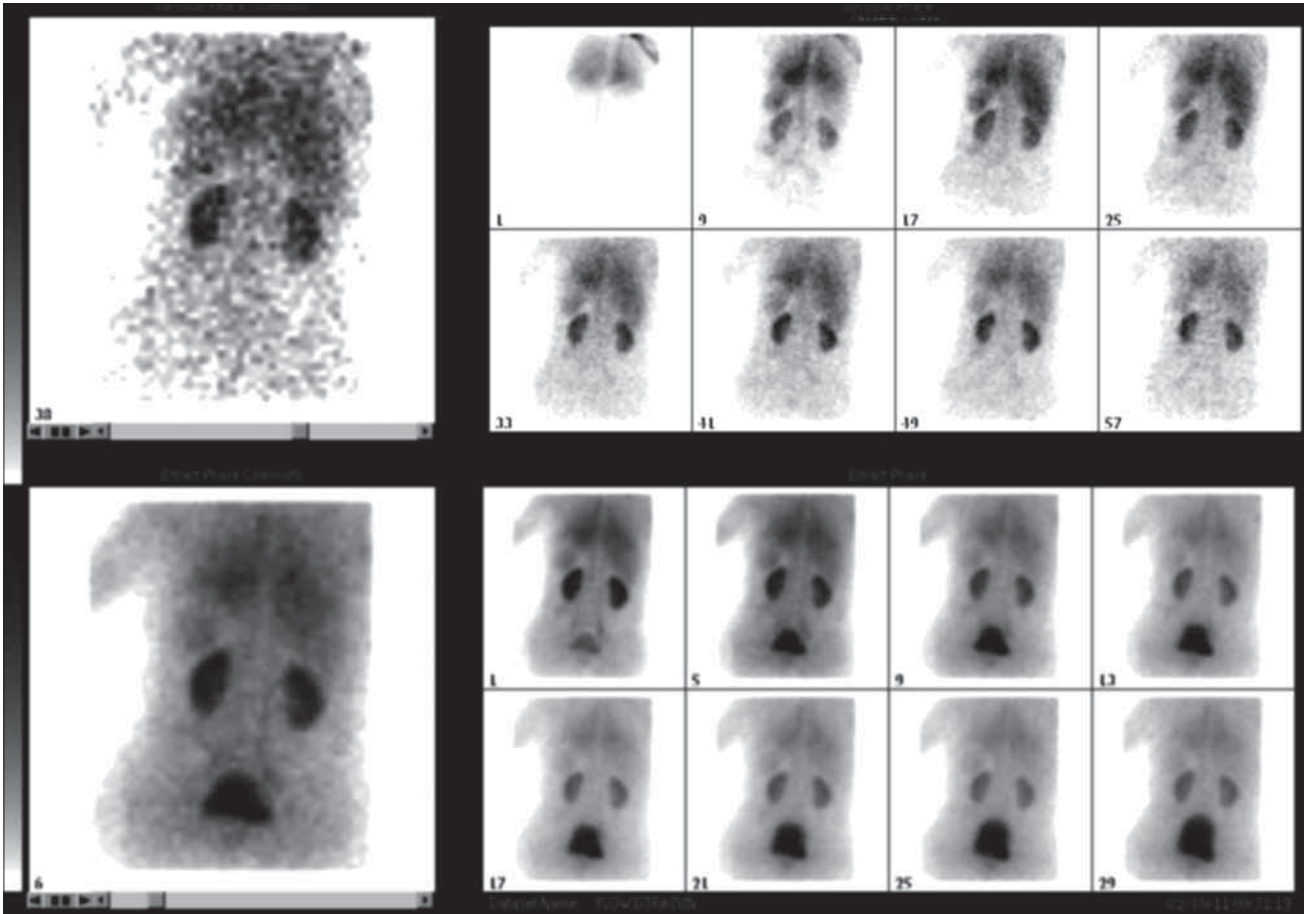
Diüretikli böbrek sintigrafisi intrapelvik basıncın ölçülmesi prensibine dayanan invaziv bir yöntem olan Whitaker testine alternatif noninvaziv bir yöntem olarak geliştirilmiştir. (3, 10, 16) Böbreğin fonksiyonel durumu ve drenaj fonksiyonu diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi ile görsel ve sayısal olarak değerlendirilebilmektedir.(4)

Üriner sistem obstrüksiyonu, idrar akımının her hangi bir nedenle engellenmesi sonucu ortaya çıkar. Obstrüksiyon sıklıkla üreteropelvik bileşke seviyesinde olup üreterovezikal bileşkede, posterior/prostatik üretrada ve nadiren de üreter seviyesinde görülebilir.(10) Üriner sistemin dilatasyonuna neden olan pek çok etken bulunmakta olup, dilatasyonun

Tablo 1. Dinamik böbrek sintigrafisinin mutlak katkı sağladığı klinik endikasyonlar.(6, 9, 13, 14, 17, 18)

Hastalık	Endikasyonlar	Girişim
Böbrek fonksiyon bozukluğu- böbrek yetmezliği	Böbrek patolojilerinde ve/veya böbrek fonksiyonlarının etkilendiği sistemik hastalıklarda böbrek fonksiyonun değerlendirilmesi ve takibi Rölatif renal fonksiyonun değerlendirilmesi	
Obstrüktif sistem şüphesi (hidronefroz-hidroüreter)	Basınca bağlı parankim fonksiyon bozukluğunun değerlendirilmesi Obstrüksiyonun tipinin ayırımında-fonksiyonel veya organik etyolojinin belirlenmesi İdrar drenaj bozukluğunun düzeyinin tespiti Tedavi öncesi ve sonrasında tedavi etkinliğini değerlendirilmesi	Diüretik Diüretik
Konjenital böbrek anomalileri	Anomalili böbreğin fonksiyonunun ve idrar drenajının değerlendirilmesi	
Böbrek travması	Zarar görmüş böbreğin perfüzyon ve fonksiyonlarının değerlendirilmesi İdrar kaçağının tespiti	
Kistik ve polikistik böbrek	Böbreğin drenaj fonksiyonunda kistin etkisinin değerlendirilmesi	
VUR* ve reflü nefropati	Etkilenen böbrek parankiminin fonksiyonunun değerlendirilmesi	
Böbrek tümörü	Nefrektomi öncesinde diğer böbreğin fonksiyonun değerlendirilmesi	
Renovasküler hipertansiyon	Renal arterin hemodinamik olarak anlamlı darlıklarının tespiti Renovasküler hipertansiyonun ayırıcı tanısı Anjioplasti öncesinde ve sonrasında tedavi etkinliğini izleme	Kaptopril Kaptopril Kaptopril
Renal kolik ve nefrolitiazis	Kronik parankim fonksiyon bozukluğunun tanısı Etiyolojisi bilinmeyen hastalıklarda obstrüksiyonun tipinin ayırımı Cerrahi girişim sonrası komplikasyonları değerlendirme ve tedavi etkinliğini izleme	Diüretik
Renal transplant	Transplantasyon öncesi Vericinin böbrek fonksiyonlarının değerlendirilmesi Alıcının rezidüel fonksiyonlarının değerlendirilmesi Transplantasyon sonrası Böbreğin perfüzyonun ve fonksiyonunu değerlendirilmesi Üriner stazın tespiti ve drenaj fonksiyonlarının değerlendirilmesi Abdominal kaviteye idrar kaçağının tespiti ATN** ve rejeksiyonun ayırıcı tanısı Afonksiyone greftin gösterilmesi	
Diğer	Cerrahi girişim ve renal biyopsi sonrası fonksiyonel değerlendirme Üreterointestinal anastomozlarda idrar drenajının gösterilmesi Küçük pelvis ve idrar yollarının tümöral infiltrasyonuna bağlı üriner drenaj bozukluğunun tespiti Pelvik operasyonlardan sonra postoperatif üreter hasarının tespiti	

*VUR: Vezikoüreteral reflü, **ATN: Akut tübüler nekroz



Şekil 1. Normal böbrek fonksiyonlu erişkin bir hastada Tc99m-DTPA ile yapılmış dinamik böbrek sintigrafisi görüntüleri.

her zaman obstrüktif bir nedene bağlı olmadığı, böbrek fonksiyonunun ve kişinin genel sağlığının bundan etkilenmediği bilinmektedir. Obstrüksiyonlar tedavi edilmediği takdirde hidronefroza ya da böbrek fonksiyon kaybına yol açabilir. Bu nedenle obstrüksiyonun teşhisi ve uygun tedavinin yapılması önemlidir.(3, 5, 14)

Hasta üriner sistem obstrüksiyonu tanısı ile geldiğinde ya da sintigrafik görüntüleme sırasında pelvikaliksiyel yapılarda radyoaktif staz izlendiğinde, ayırıcı tanı yapmak amacıyla intravenöz yoldan diüretik uygulanır. Hastaya diüretik enjekte edilerek böbreklerin diüretiğe verdiği cevap görüntülenir.

Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisinde furosemid kabul görmüş tek diüretiktir. Diüretik dozu 1 yaşından küçük çocuklarda 1 mg/kg, 1-16 yaş arasında 0,5 mg/kg, ve erişkinde 40 mg'dır. Normal fonksiyonlu böbrekte, diüretiğin etkisi intravenöz yoldan uygulandıktan 1-2 dakika sonra başlar maksimum etkisi enjeksiyondan 15-18 dakika sonra ortaya çıkar.(4, 7, 13, 14) Furosemid idrar akım hızını artırır. Dolayısıyla diüretik uygulaması ile üst toplayıcı sistemden radyoaktif maddenin temizlenme hızı değerlendirilir.(3, 8, 16) İntravenöz yoldan diüretik uygulamasından sonra, toplayıcı sistemin radyofarmasötikten temizlenip temizlenmediğine

ve radyofarmasötüğün mesaneye geçip geçmediğine bakılır. Obstrüksiyonun yokluğunda uygulanan radyofarmasötik hızla ve tamamen toplayıcı sistemden temizlenir. Obstrüksiyon var ise toplayıcı sistemden radyofarmasötüğün drenajı gecikir.(10, 13) Şekil 3'de sol tarafta diüretiğe yanıtı nonobstrüktif dilate sistemli ve sağda diüretiğe yanıtı olmayan obstrüksiyon saptanan bir hastada diüretik renogram görüntüleri verilmiştir.

Diüretik uygulamasının 3 farklı protokolü mevcuttur.(5, 10-12):

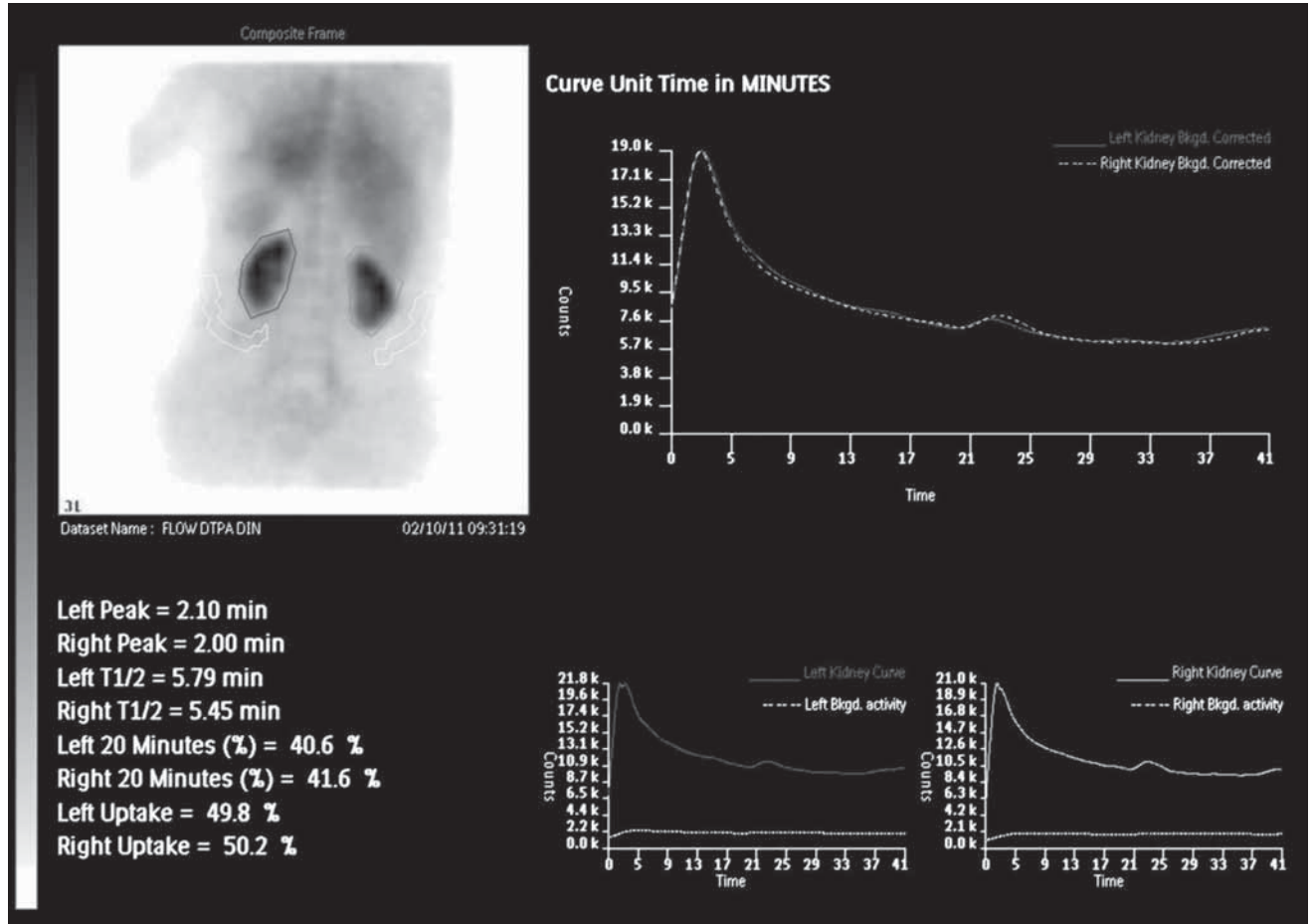
F+20: Diüretik radyoaktif madde enjeksiyonunu takiben 20. dakikada uygulanır.

F-0: Diüretik radyoaktif madde enjeksiyonu ile birlikte uygulanır.

F-15: Diüretik radyoaktif madde enjeksiyonundan 15 dakika önce uygulanır.

Geleneksel diüretik renogram protokolü F+20 protokolü ile diüretik uygulamasıdır. İleri derecede toplayıcı sistem hacmi ve kompliyansı artmış olan hastalarda F+20 protokolü tercih edilmeli ve böbrek pelvisi maksimum doluluğa ulaştığında diüretik enjeksiyonu yapılmalıdır.(8, 10)

İlk kez değerlendirme yapılan hastalarda F-0 ve F+20 protokolü karşılaştırıldığında renogram eğrilerinin benzer



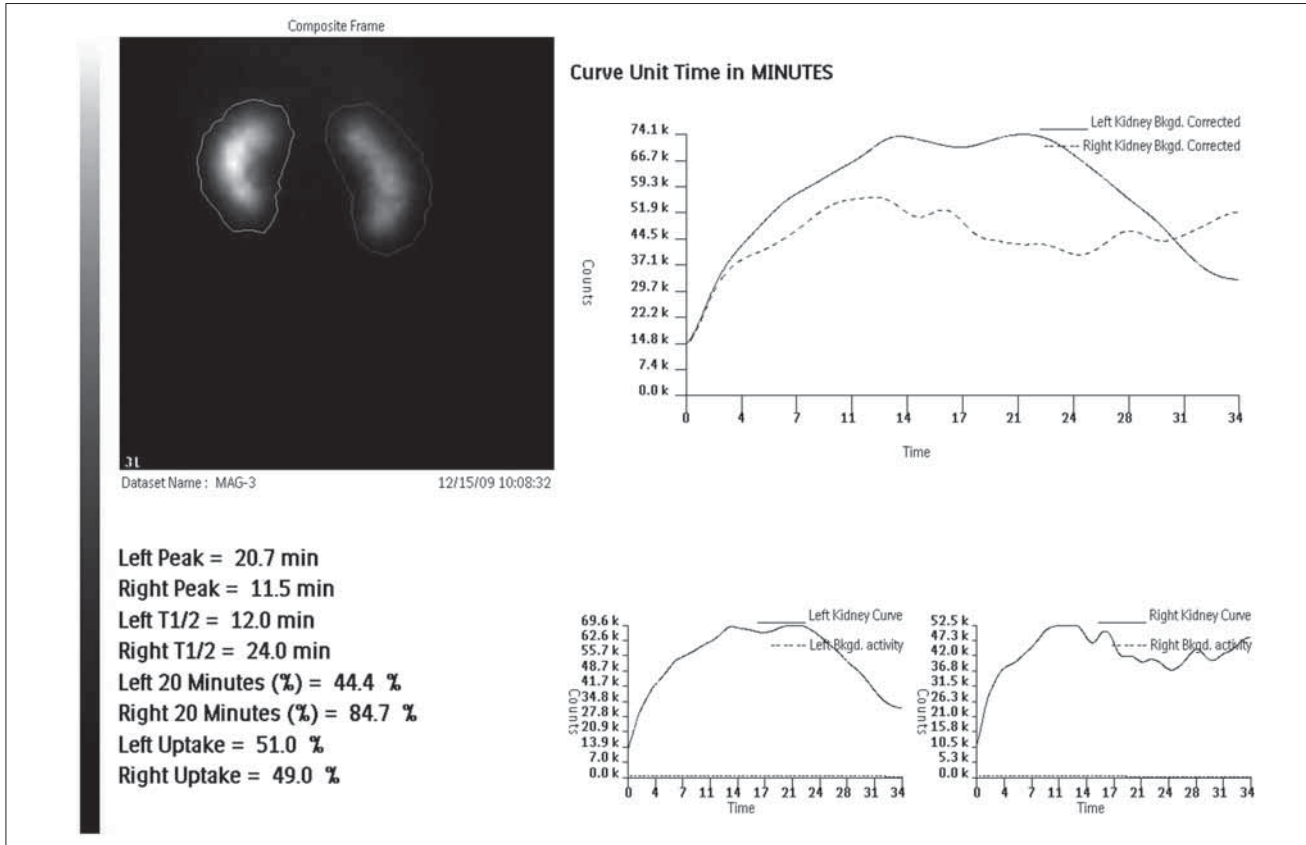
Şekil 2. Normal böbrek fonksiyonlu erişkin bir hastada Tc99m-DTPA ile yapılmış dinamik böbrek sintigrafisine ait renogram eğrisi.

olduğu görülmüştür. İleri derecede üst üriner sistem dilatasyonu olan veya değerlendirmeyi güçleştiren faktörlerin olduğu hastalarda, bu iki protokolle elde edilen renogram özellikleri farklılık gösterir. F+20 protokolü ile diüretik uygulandığında doğru değerlendirme yapabilmek için hastanın böbrek parankim fonksiyonlarının ve hidrasyon durumunun bilinmesi gerekmektedir.(5, 12) Eğer hastanın böbrek parankim fonksiyonu ve hidrasyon durumu hakkında yeterli bilgi sağlanamamışsa, F-15 protokolü daha güvenilir bir yöntemdir. Böbrek parankim fonksiyonu yetersiz olsa bile böbrek parankiminin diüretiğe yanıt vermesi için yeterli süre sağlanmış olur.(5, 10, 12)

Diüretiğe cevabın en iyi değerlendirildiği protokol olması nedeniyle ileri derecede hidronefrozda ve F+20 protokolü ile şüpheli renogram paterni oluştuğunda etkileyen diğer parametreleri dışlamak için F-15 protokolü tercih edilmelidir.(5, 8, 12) F-0 ve F-15 diüretik renogram eğrisi arasında korelasyon iyidir. Ayrıca F-0 ve F-15 protokolleri hastanın klinikte geçirdiği süreyi kısaltır. Hastanın klinik bilgileri doğrultusunda hangi protokolün kullanılacağı nükleer tıp kliniğinin kendi tercihine bırakılmıştır.(11)

Hastaya seçilen diüretik protokolü uygulandıktan sonra, elde edilen görüntülerde toplayıcı sistemlerin boşalması değerlendirilir. Yukarıda anlatıldığı gibi elde edilen renogram eğrisinin şekli bilinen renogram paternleri ile kıyaslanır (Şekil 4). Renogramdan elde edilen sayısal parametreler de yoruma katkı sağlar

Uygulanan diüretik cevabına; hastanın yaşı, böbrek matürasyonu, hidrasyon düzeyi, böbrek fonksiyon düzeyi, mesane doluluğu, diüretik uygulama zamanı, yerçekimi etkisi, böbrek ve zemin aktivite üzerine çizilen ilgi alanları seçimi, böbrek pelvis volümü ve elastikiyeti etkilidir. Tmax, T1/2 gibi sayısal parametreler bu faktörlerden etkilenmektedirler (Tablo 2). Bu faktörler içinde en önemlileri böbrek fonksiyon düzeyi ve toplayıcı sistem hacmidir. İleri derecede fonksiyonu azalmış bir böbreğin (GFR 15 ml/dk'nın altında) diüretiğe yanıtı normal fonksiyonlu böbreğin yanıtından zayıf olacaktır. Benzer şekilde fonksiyonel durumları aynı, pelvis hacmi farklı olan olgularda pelvis genişliği arttıkça idrar drenajı uzayacaktır (T1/2 de uzama).(3, 8, 10, 14, 19) Bu nedenle artık günümüzde renogram eğri tipinin veya T1/2 parametresinin obstrüksiyon tanısında güvenilir olmadığı kabul edilmektedir.



Şekil 3. Diüretikli Tc99m-MAG3 sintigrafisi yapılan ve bilateral UPJ darlığı şüphesi olan hastada, sol tarafta diüretığe yanıtı nonobstrüktif dilate sistemli ve sağda diüretığe yanıtı olmayan obstrüksiyon saptanan bir hastada diüretik renogram görüntüleri.

Tablo 2. Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisinde diüretik yanıtını etkileyen faktörler.

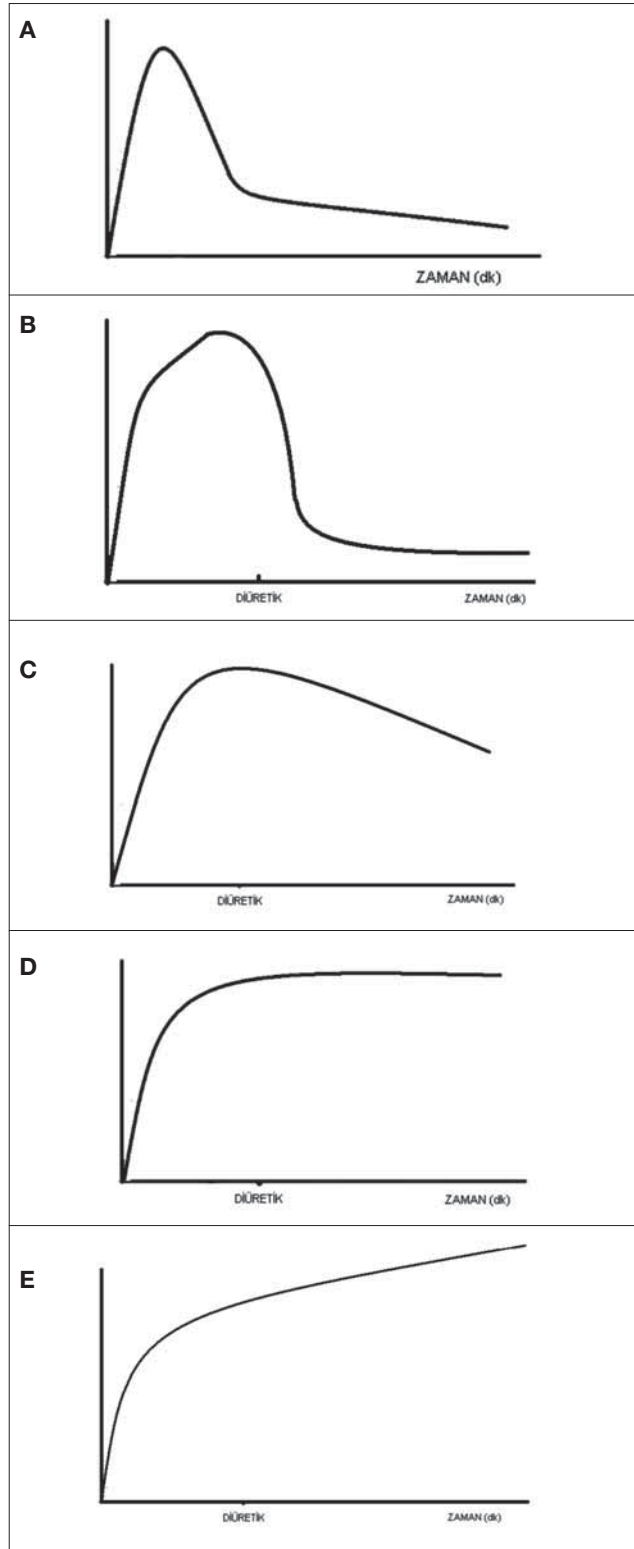
Faktör	Etki
Yaş ve böbrek matürasyonu	Çocuk ve yaşlı hastada Tmax ve T1/2 değeri uzayabilir
Yetersiz Hidrasyon	Tmax ve T1/2 değerini uzatır, yetersiz diüretik cevabına neden olur
Böbrek fonksiyon kaybı	Tmax ve T1/2 değerini uzatır, yetersiz diüretik cevabına neden olur
Dolu mesane	T1/2 değerini uzatır
Diüretik uygulama zamanı	Diüretik cevabını ve T1/2 değerini değiştirebilir
Yerçekimi etkisi (görüntüleme pozisyonu)	T1/2 değerini değiştirebilir
İlgi alanları seçimi	Tmax ve T1/2 değerlerini değiştirebilir
Artmış böbrek pelvis volümü ve elastikiyeti	T1/2 değerini uzatır

Son dönemlerde bu klasik parametreler dışında yeni sayısal parametreler rezidüel kortikal aktivite (RCA), normalize edilmiş rezidüel aktivite (NORA), pelvik ekskresyon etkinliği (PEE) ve drenaj etkinliği (OE) gibi parametreler de kullanıma girmiştir.(11, 1921)

Renogram eğrisinin görsel ve sayısal değerlendirilmesi tanıda önem taşımaktadır. Ancak en değerli olan her zaman uzmanın yorumu olduğundan, sayısal parametrelerin yar-

dımcı araçlar olduğu unutulmamalı ve görüntüleme raporunun sonunda yapılan yorum mutlaka daha değerli kabul edilmelidir.

Dinamik böbrek sintigrafisi klinikte diğer radyolojik yöntemlerle korele bir şekilde kullanılmaktadır ve her yöntemin güçlü ve zayıf yönleri bilinmelidir. Üriner sistem dilatasyonlarında ve obstrüksiyonunda direk üriner sistem grafisi (DG), USG, intravenöz ürografi (İVÜ), bilgisayarlı tomografi (BT),



Şekil 4. Renogram Paternleri. (A) Normal renogram eğri- si, (B) Dilate non-obstruktif patern, (C) Dilate parsiyel obstruktif patern, (D) Dilate obstruktif patern, (E) Kümülatif patern.

manyetik rezonans ürografi (MRÜ) nükleer tıp yöntemleri ile birlikte kullanılan radyolojik yöntemleridir. Görüntüleme yöntemleri obstrüksiyonun nedeni, yeri, tek veya çift taraflı oluşu, şiddeti (komplet-inkomplet) hakkında bilgi vermekte ve tedavi sonrası izlem olanağı sağlamaktadır.(22-24)

Direk üriner sistem grafisi ürolitiazis şüphesi olan hastalarda radyoopak taşların izlenmesinde faydalı olmakla birlikte obstrüksiyon tanısında rolü oldukça sınırlıdır. USG dilate sistemi gösterebilir, böbrek ve mesane anatomisi hakkında bilgi verir. Obstrüksiyonun bulgusu olan hidronefrozu saptamada sık olarak kullanılır. Prenatal USG rutin olarak yapılması antenatal hidronefrozun saptanma sıklığını artırmıştır. Bununla birlikte dinamik böbrek sintigrafisi ile belirlenen parankim ve drenaj fonksiyonu USG ile saptanamaz. (25-27) İVÜ toplayıcı sistemin anatomik değerlendirmesinde faydalı olup fonksiyonu hakkında indirek bilgi verir hastanın maruz kaldığı iyonizan radyasyon dozunun sintigrafik yöntemle göre yüksek oluşu, intraabdominal yapıların süperpozisyonu, alerjik olduğu bilinen kontrast maddelerin kullanımı, böbrek fonksiyonuna bağımlı olması dezavantajlardır.(27, 28) BT renal tümörün, taşın gösterilmesinde kullanılabilir ancak hastanın yüksek doz iyonizan radyasyona maruz kalması, böbrek fonksiyonu bozuk olan hastalarda kontrast nefropatisi gelişebilmesi, kontrast maddelerin alerjik etkisinin olabilmesi en önemli dezavantajdır.(22, 29) MRÜ iyonizan radyasyon içermeyen noninvazif radyolojik yöntemdir obstrüksiyonun tanısında kullanılmaktadır. MRÜ' de yumuşak doku rezolüsyonu ve anatomik detaylar çok iyi bir şekilde saptanır ve Gd-DTPA uygulaması ile fonksiyonları da sintigrafiye benzer şekilde değerlendirmek mümkündür. Maliyetinin yüksek olması, çocuk hastalarda anestezi gerektirmesi, vücudunda protez bulunan bazı kişilere uygulanamaması en önemli dezavantajdır.(27-29) Ayrıca Gd-DTPA böbrek üzerine oluşturduğu bildirilen bazı olumsuz etkilerde çekince yaratmaktadır.(30)

Sonuç olarak üriner sisteme yönelik sintigrafik görüntüleme yöntemleri nükleer tıp yöntemlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi üriner sistem obstrüksiyonun tanısında, obstrüksiyonun şiddetinin belirlenmesinde, böbrek parankim fonksiyonun değerlendirilmesinde, hastalığın takibinde, tedaviye yanıtın değerlendirilmesinde anatomik detay dışında radyolojik görüntüleme yöntemlerine üstün fonksiyonel ve noninvaziv görüntüleme yöntemleridir.

Kaynaklar

1. Conway JJ. The role of scintigraphy in urinary tract infection. *Semin Nucl Med.* 1988;18:308-19.
2. Raynaud C. A technique for the quantitative measurement of the function of each kidney. *Semin Nucl Med.* 1974;4:51-60.
3. Fommei E, Volterrani Duccio. Renal nuclear medicine. *Semin Nucl Med.* 1995;25:183-94.
4. O'Reilly P, Aurell M, Britton K, Kletter K, Rosenthal L, Testa T. Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract. *Radionuclides in Nephrourology*

- Group. Consensus Committee on Diuresis Renography. *J Nucl Med.* 1996;37:1872-6.
5. Taghavi R, Ariana K, Arab D. Diuresis renography for differentiation of upper urinary tract dilatation from obstruction: F+20 and F-15 methods. *Urol J* 2007;4:36-40.
 6. Ergün E, Erbaş B, Alan N, Dirlık A, Güngör F, Kabasakal L et al. Kaptoprilli böbrek sintigrafisi. *Turk J Nucl Med* 2001;10:72-7.
 7. Rossleigh MA. Renal cortical scintigraphy and diuresis renography in infants and children. *J Nucl Med.* 2001;42:91-5.
 8. Erbaş B, Sayman H, Alan N, Dirlık A, Ergün E, Güngör F, et al. Diüretikli dinamik böbrek sintigrafisi kılavuzu. *Turk J Nucl Med* 2001;10:57-62.
 9. Erbaş B, Sayman H, Alan N, Dirlık A, Ergün E, Güngör F et al. Dinamik böbrek sintigrafisi kılavuzu. *Turk J Nucl Med* 2001;10:85-91.
 10. Shulkin BL, Mandell GA, Cooper JA, Leonard JC, Majd M, Parisi MT, et al. Procedure guideline for diuretic renography in children 3.0. *J Nucl Med Technol.* 2008;36:162-8.
 11. Güngör F, Gökçora N, Alan N, Dirlık A, Erbaş B, Ergün E et al. Çocuklarda standart ve diüretik dinamik renal sintigrafisi protokolü. *Turk J Nucl Med* 2001;10:153-9.
 12. O'Reilly PH. Obstructive uropathy. *Q J Nucl Med.* 2002;46:295-303.
 13. Mandell GA, Cooper JA, Leonard JC, Majd M, Miller JH, Parisi MT, et al. Procedure guideline for diuretic renography in children. *Society of Nuclear Medicine. J Nucl Med.* 1997;38:1647-50.
 14. Sfakianakis GN, Vonorta K, Zilleruelo G, Jaffe D, Georgiou M. Scintigraphy in acquired renal disorders. *Nuclear Medicine Annual 1992.* New York: Raven Press. Ltd.1992;157-224.
 15. Piepsz A, Arnello F, Tondeur M, Ham HR. Diuretic renography in children. *J Nucl Med.* 1998;39:2015-6.
 16. Taylor A Jr, Nally JV. Clinical applications of renal scintigraphy. *AJR Am J Roentgenol.* 1995;164:31-41.
 17. Dirlık A, Erbaş B, Alan N, Ergün E, Güngör F, Kabasakal L et al. Transplant böbrek sintigrafisi klavuzu. *Turk J Nucl Med* 2001;10:96-4.
 18. Vizda J, Lepej J, Krizova H, Urbanova E. Atlas of renal scintigraphy. Prague Lacomed, Praha; 2002.p.18-32.
 19. Semirgin SU, Yapıcı O, Özormancık Z, Sever A, Başoğlu T. Miksiyon sonrası görüntülerin eklenmesi ile elde edilen yeni renogram eğri paterninin obstrüktif böbrek patolojisi tanısına katkısı. *OMÜ Tıp Dergisi.* 2008;25:5-15.
 20. Chaiwatanarat T, Padhy AK, Bomanji JB, Nimmon CC, Sonmezoglu K, Britton KE. Validation of renal output efficiency as an objective quantitative parameter in the evaluation of upper urinary tract obstruction. *J Nucl Med.* 1993;34:845-8.
 21. Nimmon CC, Sámal M, Britton KE. Elimination of the influence of total renal function on renal output efficiency and normalized residual activity. *J Nucl Med.* 2004;45:587-93.
 22. Dacher J. *Pediatric uro radiology.* Berlin: Springer; 2008.p.1-16.
 23. Dacher J. *Pediatric uro radiology.* Berlin: Springer; 2008.p.17-36.
 24. Dacher J. *Pediatric uro radiology.* Berlin: Springer; 2008.p.37-53.
 25. Becker AM. Postnatal evaluation of infants with an abnormal antenatal renal sonogram. *Curr Opin Pediatr.* 2009;21:207-13.
 26. Tabel Y, Haskologlu ZS, Karakas HM, Yakinci C. Ultrasonographic screening of newborns for congenital anomalies of the kidney and the urinary tracts. *Urol J.* 2010;7:161-7.
 27. Kocaoğlu M, Ilica AT, Bulakbaşı N, Ergin A, Ustünsöz B, Sanal T, et al. Üriner sistem dilatasyonuna sebep olan pediyatrik üropatilerde MR ürografi. *Diagn Interv Radiol* 2005;11:225-32.
 28. Erdoğan B, Bozkurt M, Bakır Z. Üriner sistem obstrüksiyonlarında HASTE tekniğinin ve ekskretuar MR ürografinin tanı değeri. *Tanısıl Ve Girişimsel Radyoloji.* 2004;10:309-15.
 29. Borthne A, Nordshus T, Reiser T, Geitung JT, Gjesdal KI, Babovic A, et al. MR urography: the future gold standard in paediatric urogenital imaging? *Pediatr Radiol.* 1999;29:694-701.
 30. Perazella MA. Renal vulnerability to drug toxicity. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2009;4:1275-83.