



Çocuk Hastalarda Üreteropelvik Bileşke Darlıklarının Değerlendirilmesinde Dinamik MR Ürografi

[Dynamic MR Urography in the Assesment of Ureteropelvic Junction Obstruction in Pediatric Patients]

Rabia Mihriban Kılınç¹, Afak Durur Kaya²

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Kliniği, Muğla, Türkiye

² Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Erzurum, Türkiye

Abstract

The aim of this study was to determine morphologic and functional benefits of dynamic magnetic rezonans urography (MRU) at pediatric patients with ureteropelvic junction obstruction. Between 2009-2012, sixteen pediatric patients with known ureteropelvic junction obstruction were evaluated by ultrasound and dynamic MRU retrospectively. Eight of them also had diuretic renal scintigraphy. The findings of MRU were then compared with ultrasonography for morphological evaluation, diuretic renal scintigraphy for functional evaluation and against the results of final diagnosis established at surgery. MRU failed in one patient to find obstruction like ultrasound. MRU and ultrasound was successful to evaluate morphology of urinary system all of the other patients. Results were confirmed with surgery. MRU and diuretic renal scintigraphy were similar for functional evaluation. Dynamic MRU is reliable method for morphologic and functional evaluation of pediatric ureteropelvic junction obstruction.

Key Words: Ureteropelvic junction obstruction, dynamic magnetic rezonans urography, pediatric patients

(Rec.Date: Apr 30, 2013

Accept Date: May 21, 2013)

Corresponding Author: Rabia Mihriban Kılınç, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyoloji Kliniği, 48000, Muğla, Türkiye.

E-mail: rabiaguner@hotmail.com **Phone:** +90 5052549709



Çocuk Hastalarda Üreteropelvik Bileşke Darlıklarının Değerlendirilmesinde Dinamik MR Ürografi

[Dynamic MR Urography in the Assesment of Ureteropelvic Junction Obstruction in Pediatric Patients]

Rabia Mihriban Kılınç¹, Afak Durur Kaya²

¹ Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Radyoloji Kliniği, Muğla, Türkiye

² Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Radyoloji Kliniği, Erzurum, Türkiye

Özet

Bu çalışmada üreteropelvik bileşke obstrüksiyonlarına bağlı hidronefroz bulunan çocuklarda dinamik manyetik rezonans (MR) ürografinin morfolojik ve fonksiyonel katkılarını saptamayı amaçladık. 2009-2012 yılları arasında pediatri kliniğine başvuran ve üreteropelvik bileşke darlığı tanısı ile dinamik MR ürografi ile incelenen 16 hastanın kayıtları retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Hastaların hepsine aynı zamanda renal ultrasonografi de uygulanmıştı. Ayrıca 8 hasta diüretikli renal sintigrafi ile tetkik edilmişti. MR ürografi sonuçları, morfolojik ve fonksiyonel açıdan ultrasonografi bulguları, diüretikli renal sintigrafi sonuçları ve operasyon bulguları ile karşılaştırılmıştı. Morfolojik değerlendirme bakımından dinamik MR ürografi bir hastada, US ile benzer şekilde obstrüksiyonun seviyesini belirlemede başarısız oldu. Diğer hastaların tamamında dinamik MR ürografi ve ultrasonografi obstrüksiyonun seviyesini doğru olarak belirledi. Bu sonuçlar operasyonda teyit edildi. Fonksiyonel değerlendirmede bu hasta grubunda dinamik MR ürografi ve diüretikli renal sintigrafi benzer sonuçlar gösterdi. Dinamik MR ürografi, üreteropelvik bileşke darlıklarının morfolojik ve fonksiyonel değerlendirmesinde, doğru ve güvenilir bir yöntemdir.

Anahtar Kelimeler: Üreteropelvik bileşke darlığı, dinamik manyetik rezonans ürografi, pediatrik hasta

(Rec.Date: Apr 30, 2013)

Accept Date: May 21, 2013)

Corresponding Author: Rabia Mihriban Kılınç, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Tıp Fakültesi Radyoloji Kliniği, 48000, Muğla, Türkiye.

E-mail: rabiaguner@hotmail.com **Phone:** +90 5052549709

Giriş

Konjenital üriner sistem malformasyonlarında erken tanı ve tedavi, prognozda önemli rol oynar [1-3]. Ayrıca üriner sistem patolojilerinde takip ya da girişim kararının verilmesinde fonksiyonel ve anatomik bilgilere birlikte ihtiyaç duyulur. Bu açıdan üriner sistemin değerlendirilmesinde ultrasonografi, diüretikli renal sintigrafi (DRS), intravenöz ürografi (İVÜ) ve voiding sistoüretrografi (VSÜG) konvansiyonel tanısal metodlar olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır [4]. Tüm bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri olduğu gibi bazı sınırlılıkları da bulunmaktadır.

Üriner sistemin incelenmesinde, yukarıda adı geçen konvansiyonel inceleme yöntemlerine alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkan dinamik manyetik rezonans (MR) ürografi, üriner sistem anatomisi ve fizyolojisi hakkında değerli bilgiler vermektedir. İyonizan radyasyon kullanılmaması, her üç düzlemde elde edilen görüntülerin yüksek kontrast ve uzaysal çözünürlüğe sahip olması MR ürografinin en önemli avantajlarını oluşturmaktadır [1-6]. Ayrıca ağır T2 ağırlıklı (T2A) görüntülerde kontrast madde verilmeden üriner sistemdeki idrarın statik sıvı özelliğinden yararlanarak toplayıcı sisteme ait görüntüler elde edilmektedir. Bunun yanı sıra T1 ağırlıklı (T1A) dinamik gradient eko sekanslar ile kontrast madde enjeksiyonu sonrası alınan dinamik serilerle üriner sistem fonksiyonu değerlendirilebilmektedir [1-3,7-9]. Böylelikle dinamik MR ürografi sayesinde, tek bir yöntemle, üriner sistem, anatomi ve fonksiyonu ile ilgili değerli bilgiler elde edilmektedir.

Bu çalışmada, üreteropelvik bileşke obstruksiyonu (ÜPBO) bulunan çocuklarda dinamik MR ürografi bulguları, ultrasonografi ve DRS ye ait morfolojik ve fonksiyonel bulgularla ve operasyon sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Böylece dinamik MR ürografinin tanı ve izlem aşamalarındaki katkıları tartışılmıştır.

Gereç ve Yöntem

Çalışma Grubu:

2009-2012 yılları arasında Erzurum Bölge Eğitim ve Araştırma Hastanesi' nde üreteropelvik bileşke obstruksiyonu tanısı konan ve dinamik MR ürografi ile tetkik edilen yaşları 1 ay ile 17 yaş arasında değişen, 12 erkek ve 4 kız olmak üzere toplam 16 hastanın kayıtları retrospektif olarak

gözden geçirilmiştir. Bu 16 hastaya toplam 19 MR ürografi incelemesi yapılmıştı. İncelenen 5 hasta 1 yaşından küçük iken 8 hasta 1-6 yaş arasındaydı. Üç hasta ise 6-17 yaş arasındaydı. Hastalardan 3'üne postoperatif kontrol inceleme de yapılmıştı.

Hasta Hazırlığı:

Kayıtlardan 6 aydan küçük olan çocuklarda (n=4) sedasyona gerek duyulmadan tetkik yapıldığı anlaşılmıştır. Bu yaş grubu için rutin olarak hastaların ebeveynlerine, randevu sırasında, tetkik öncesi çocuklarını uykusuz bırakmaları öğütlenerek ve bebeklere işlem başlamadan önce anne sütü veya mama verilerek sedatif etki oluşturulmaya çalışılmaktadır. Altı ay-6 yaş arasındaki grupta ise (n=9) sedasyona ihtiyaç duyulmuştu. Altı yaşından daha büyük olanlara ise sedasyon gerekmemişti (n=3). Bu hastalar uygun sözel bilgilendirme sonrası incelenmişlerdi.

Tüm hastalara inceleme öncesi intravenöz (İV) kateter uygulanmıştı. Bu ünitedeki rutin dinamik MR ürografi protokolü, incelemeden 30 dakika öncesinde 10 ml/kg dozda serum fizyolojik infüzyonuna başlanması ve 8 ml/kg/saat düzeyinde olacak şekilde inceleme boyunca devam ettirilmesi şeklindedir. Tuvalet eğitimi olan hastalar işlem öncesi tuvalete gönderilerek mesaneleri boşaltılır. Hastaların işlemleri buna uygun olarak yapılmıştı.

Sedasyon gereken hastalarda rutin protokole uygun olarak 50 mg/kg dozda oral kloral hidrat kullanılmıştı. Yine pediatrik inceleme rutinine uygun olarak anne veya baba hasta ile birlikte inceleme odasına alınmıştı.

Teknik:

Dinamik MR ürografi incelemeleri,1,5-Tesla tarayıcı (Magnetom, Symphony Siemens, Germany) ile supin pozisyonda gerçekleştirilmişti. İncelemeye üç planda yer belirleyici kesitler alınarak başlanmış ardından anatomik değerlendirmeyi desteklemek ve diğer sekanslarda üriner sistemin doğru şekilde lokalize edilebilmesini sağlamak amacıyla koronal ve aksiyel planlarda single shot spin echo (SSSE) sekanslarında görüntüler elde edilmişti. Aksiyel kesitlerin alınmasına başlanmadan hemen önce 0,3 mg/kg dozda furosemide (Lasix; Aventis Pharma, Bad Soden, Germany) İV bolus şeklinde uygulanmıştı (F-15 protokolü). Yer belirleyici görüntülerin rehberliğinde böbreklerin, üreterlerin ve mesanenin tamamını içine alacak şekilde T1A ve yağ baskılı T2A görüntüler elde edilmiş koronal planda kalın slab ağır T2A imajlar ile anatomik görüntüleme tamamlanmıştı. Dinamik inceleme için kontrastlı T1A 3D spoiled gradient-echo-

recalled (SPGR) sekansı kullanılmıştı (Tablo 1). Simfisis pubis ile diyafragma arasında kalan mesafe, anteriorda renal arterleri, posteriorda böbrek parankiminin tamamını ve üreterovezikal bileşkeleri içine alacak şekilde hafif açlandırılmış koronal planda taranmıştı. İnceleme süreleri 12-15 saniye arasında değişmekteydi. İlk tekrar kontrastsız olarak alınmış ve hemen ardından 0.1 mmol/kg dozda İV bolus kontrast enjeksiyonu ile tekrar kesitler alınarak devam edilmişti. Rutin dinamik inceleme protokolüne uygun olarak ilk 5 dakika arka arkaya, sonraki 5 dakika ise dakika başı işlem tekrarlanmıştı. Bu süre içinde üreterlerin tamamında kontrastlanma izlenemeyen hastalarda beşer dakika aralıklarla 20. dakikaya kadar incelemelere devam edilmişti. İnceleme süresi ortalama 45 dakikaydı.

Tablo 1. MR Sekanslarının Parametreleri

Sekanslar	TR (msn)	TI	TE (msn)	FA (der)	KK/gap (mm)	FOV	Matriks (mm)	nex
Pilot T1A GRE	15	-	5	40	10.0/0.2		256x256	
SSSE(aks ve kor)	2500	-	60	90	8.0/0.0	30x20	256x256	0.54
T1A(aks)	700	-	20	90	5.0/1.0	30x30	288x224	2.0
T2A(aks)	4000	-	105	90	5.0/1.0	30x22	288x224	2.0
Kalın 'slab' ağır T2	5150	-	1030	90	40.0/0.0	28x28	256x256	0.94
Kontrastlı T1A 3D GRE(kor)	5.3	21	1.7	30	2.0/-1.0	48x24	256x160	0.5

GRE:Gradient eko, SSSE: Single shot spin echo, aks.Aksiyel, kor:Koronal, msn: Milisaniye, der: Derece, kk:Kesit kalınlığı, mm:Milimetre, nex: Number of excitation.

Kontrast madde verildikten sonra alınan ilk tekrara ait kesitlerden vasküler yapıları ve toplayıcı sistemi gösterecek şekilde, maximum intensity projection (MIP) görüntüleri ve üç boyutlu rekonstrüksiyonlar oluşturulmuştu.

Fonksiyonel değerlendirme yapmak amacıyla, arşiv görüntülerden, kontrastlı kesitlerde manuel olarak iki farklı ilgili bölge-region of intrest (ROI) seçilerek zaman-intensite eğrileri oluşturuldu. İlk ROI, korteks ve medullayı içerecek şekilde böbrek parankimine yerleştirilerek (parankimal ROI), diğeri ise parankim ve pelvikalisyal sistemi içerecek şekilde (tüm böbrek ROI) çizildi. Bu şekilde, seçilen alan içindeki ortalama intensitelerin zamana göre değişimini gösteren, parankimal renogram eğrileri ve tüm böbrek renogramları oluşturuldu. Parankimal renogram eğrileri tek

böbrek fonksiyonunu hesaplamakta, tüm böbrek renogram eğrileri ise ekskretuar fonksiyonu değerlendirmek amacıyla kullanıldı.

Değerlendirme:

MR ürografi görüntüleri iki radyolog tarafından değerlendirildi ve konsensus ile sağlanan sonuçlar, morfolojik değerlendirme için üriner sistem ultrasonografi incelemesiyle ve operasyon bulguları ile, fonksiyonel değerlendirme için ise diüretikli renal sintigrafi ile karşılaştırıldı.

Üriner sistemin anatomik ve morfolojik özellikleri önce SSSE, T1A, yağ baskılı T2A ve kalın slab ağır T2A sekanslarda incelendi. Böbreklerin lokalizasyonu, boyutu, parankim yapısı ve kalınlığı, kalisiyel yapılar, renal pelvis büyüklüğü, üreteropelvik bileşke, üreterler, mesane ve pararenal alanlar değerlendirildi. Kontrastlı kesitlerden elde edilen görüntüler ile renal arter ve venlerin değerlendirilmesi mümkün oldu. Ayrıca kontrastlı görüntüler, her iki böbrek parankiminin kontrastlanma paterninin, pelvikalisyel yapılar içerisindeki kontrast madde birikiminin ve homojenitesinin, üreteropelvik bileşkenin, üreterlerin yapısının, üreterovezikal bileşkenin ve mesanenin yapısal özelliklerinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesine de olanak verdi.

Tüm hastaların aynı radyologlar tarafından yapılmış üriner sistem ultrasonografi incelemeleri vardı. Böbrek morfolojisi, toplayıcı sistem, renal parankim kalınlığı, ekojenitesi değerlendirilmişti.

Fonksiyonel değerlendirme için parankimal renogram eğrileri kullanıldı. Bu eğrilerde unilateral patoloji taşıyan hastalarda normal böbreğin renogram eğrisi diğeri ile karşılaştırıldı. Parankimlerin maksimum intensite değerleri karşılaştırıldı. Ayrıca bazı hastalarda tek böbrek fonksiyonları hesaplandı.

Üriner ekskresyon tüm böbrek renogram eğrilerinden ve renal transit zamanı (RTZ) hesaplanması ile değerlendirildi. Buna göre; tüm böbrek renogramında akümülayon eğrisi oluşuyor ise ve görsel olarak renal pelvisden yıkanma minimal veya gecikmişse o böbrekte obstrüksiyon olduğuna karar verildi. Eğer böbreklerde toplayıcı sistemde kontrast madde görülmediyse bu durum konsantrasyon kapasitesinde anlamlı azalma lehine değerlendirildi ve zayıf fonksiyonlu-fonksiyonsuz böbrek olarak kabul edildi. Ayrıca RTZ'na göre; 4 dakikanın altı, normal; 4-8 dakika, şüpheli; 8 dakika üzeri, obstrüksiyon; 15 dakika üzeri, ciddi obstrüksiyon olarak derecelendirildi.

Diüretikli renal sintigrafide tek böbrek fonksiyonu ile birlikte, üriner sistemin ekskretuar fonksiyonu da karşılaştırmaya dahil edildi. Buna göre; 0, normal;1, boşaltımda uzama ve parsiyel obstrüksiyon; 2, diüretiğe yetersiz yanıt ve belirgin obstrüksiyon olarak derecelendirildi.

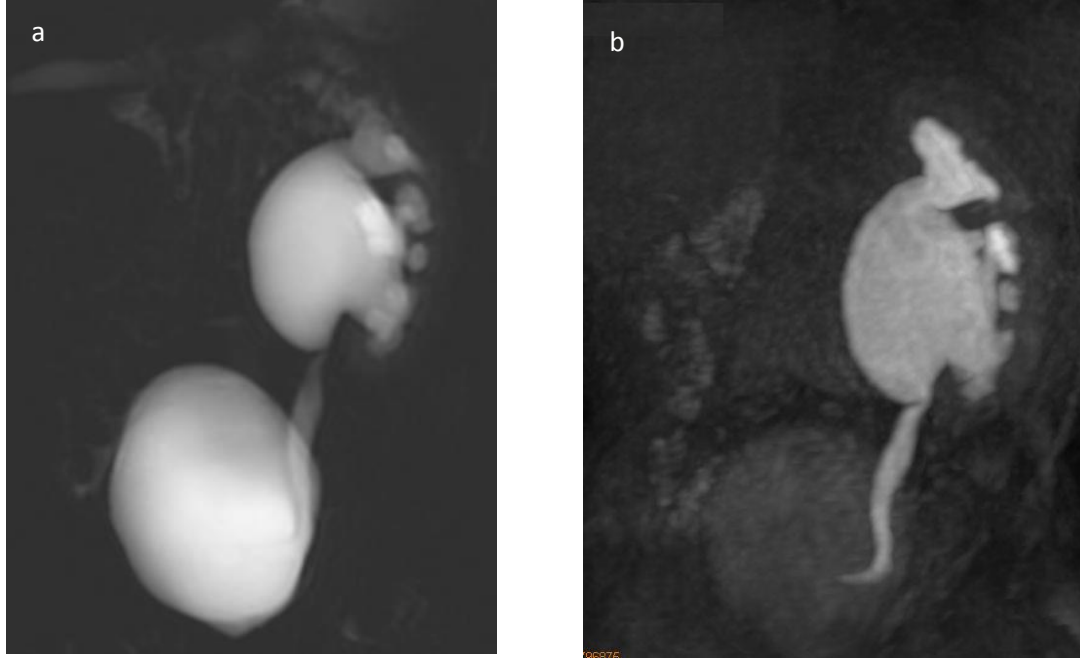
Bulgular

Çalışmamızda, 16 hastaya toplam 19 dinamik MR ürografi incelemesi yapılmıştı. Hastalardan 3'üne ait operasyon öncesi ve sonrasında elde edilmiş dinamik MR ürografiler bulunmaktaydı. Bütün hastalarda rutin protokol kullanılmıştı. Hastaların 9'una sedasyon uygulanmıştı. Hastaların 8'inde hastanemizde veya dış merkezde yapılmış diüretikli renal sintigrafi incelemesi elde edilmişti.

Morfolojik Bulgular

Çalışmamızdaki 16 hastaya dinamik MR ürografi ile üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu (ÜPBO) tanısı konmuştu. Bunların 4'ü bilateral, 11'i sol, 1'i sağ taraflı ÜPBO idi (Resim 1-6). Bilateral üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olarak tarif edilen hastalarda; bilateral parsiyel obstrüksiyon (n=2), bilateral tam obstrüksiyon (n=1) veya sol parsiyel ve sağ tam obstrüksiyon (n=1) saptanmıştı. Ayrıca bunlardan biri bilateral pyeloplasti ameliyatı sonrasında değerlendirilmişti. Hastaların 3'ünde hem preoperatif hem postoperatif MR ürografi incelemeleri yapılmıştı.

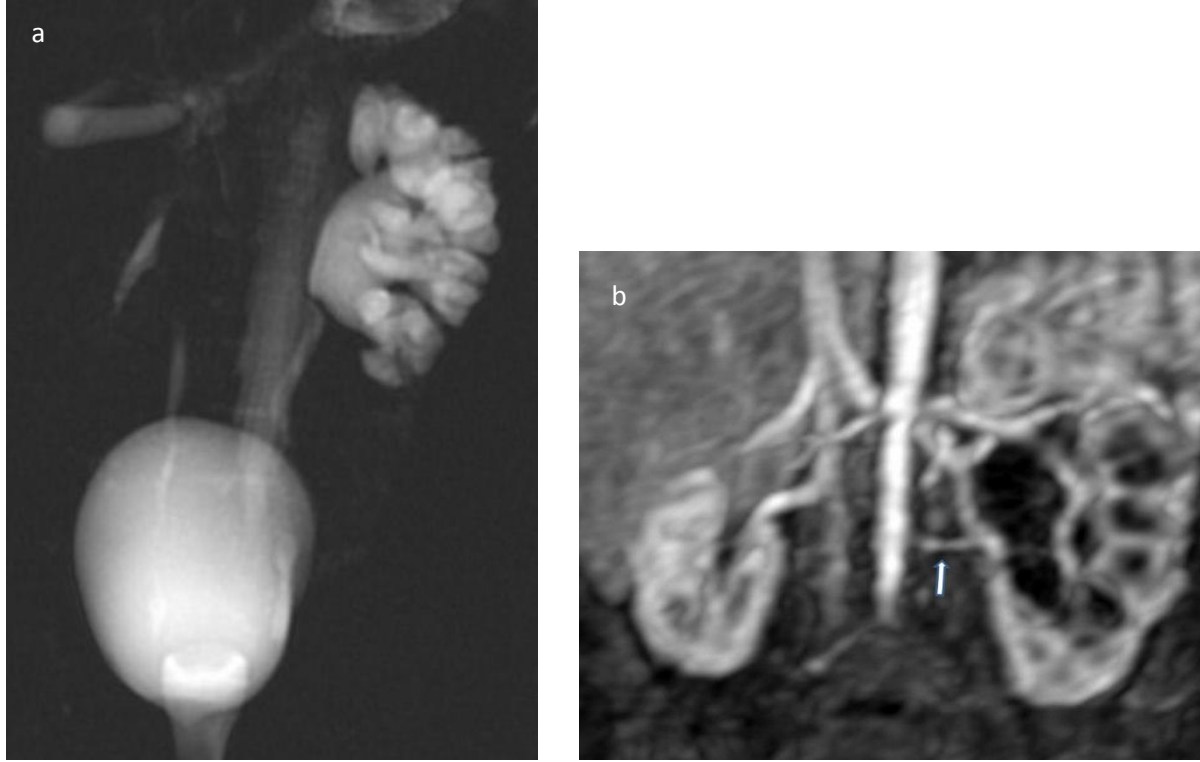
Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu bulunan hastalarda MR ürografide; renal pelviste dilatasyon, kalikslerde küntleşme, parankim kalınlığında azalma, renal pelviste balonlaşma, üreteropelvik bileşkede sivrilerek daralan pelvis yapısı tüm hastalarda tariflenmişti (Resim 1). Kontrast madde enjeksiyonu sonrası alınan kesitlerde ise kontrast maddenin dilate pelvikalisyel sistemde seviyelenme gösterdiği izlendi.



Resim 1. İki yaşında erkek hasta. Kalın slab ağır T2 (a) ve kontrast madde sonrası 20.dk T1A MIP (b) görüntülerde sol böbrekte grade IV dilatasyon izleniyor. Sol ÜPBO tanısı alan hastada sağ böbrek görüntülenemiyor (agenezi).

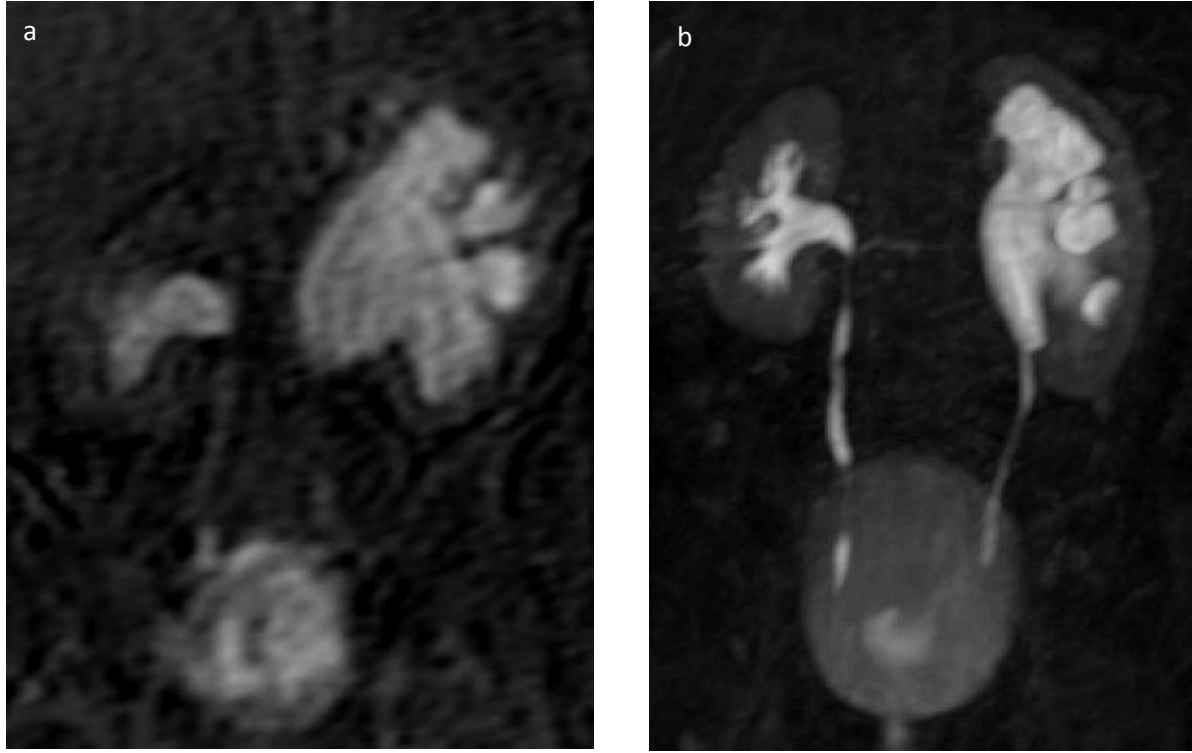
Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olarak tanımlanan hastaların pelvikalisiyel dilatasyonlarının ultrasonografi derecelendirmeleri parsiyel obstrüksiyonda (n=5) 2-3, tam obstrüksiyonda (n=11) ise 4. derece ile uyumlu bulundu. Bu gruptaki hastaların 8'inde diüretikli renal sintigrafi sonucu elde edildi. Sintigrafik incelemede bu hastaların 4'ü 2, 4'ü de 1 olarak değerlendirilmişti.

Unilateral ciddi üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olarak tanımlanan hastaların üçünde postkontrast arteriyel incelemede renal pelvisi çaprazlayan aksesuar renal arter görüldü (Resim 2). Bu hastaların 1'inde pelvisi çaprazlayan renal arter ultrasonografide tariflenmemişti.



Resim 2. Altı aylık kız hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hastada ağır T2 görüntülerde sol böbrekte renal pelviste dilatasyon, kalikslerde küntleşme, renal pelviste balonlaşma, üreteropelvik bileşkede sivrilerek daralan pelvis yapısı izleniyor. Ayrıca arterial fazda postkontrast serilerde renal pelvisi çaprazlayan aksesuar renal arter görülüyor (ok).

Tek taraflı üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu tanısı alan 3 hastada operasyon sonrası MR ürografi kontrolü yapılmıştı. Bu hastalarda morfolojik olarak ÜPBO bulguları saptanmakla birlikte, renal pelvis boyutlarında azalma, parankim kalınlıklarında artış ve üretere kontrast geçişinde belirgin hızlanma gibi iyileşme bulguları saptandı (Resim 3). Bu hastaların preoperatif ve postoperatif RTZ ile pelvis boyutları tablo 2 de sunulmuştur.



Resim 3. Bir aylık erkek hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hasta operasyon öncesi (a) ve operasyon sonrası (b) 7. ayda incelenmiştir. Postkontrast imajlarda pelvis çaplarında azalma ve parankim kalınlığında artış gözleniyor.

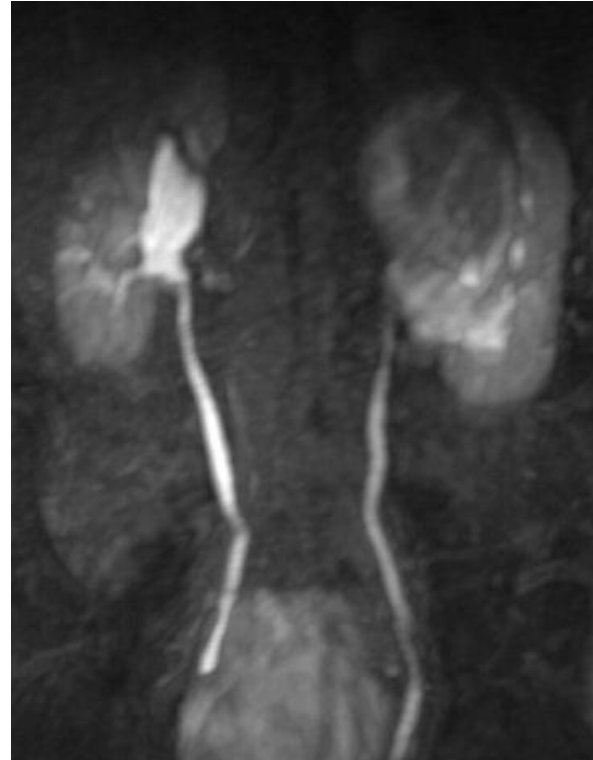
Tablo 2. Ameliyat Öncesi ve Sonrası MR Ürografi İncelemesi Yapılan Hastaların Pre-Post Operatif RTZ Değerleri ile Pelvis Boyutları:

Hasta adı	Tanı	RTZ (sn)				Pelvis çapları (mm, KKxTRxAP)	
		preoperatif		postoperatif		preoperatif	postoperatif
		sağ	sol	sağ	sol		
MRK	L ÜPBO	170	1200↑	180	340	L33x31x24	L33x19x17
MK	L ılımlı, R ciddi ÜPBO	1200↑	300	450	280	R53x32x32	R50x24x23
TU	L ÜPBO	1200↑	150	500	150	L90x55x45	L55x32x30

RTZ: renal transit zamanı, sn: saniye, mm: milimetre, KK:kraniokaudal, TR:transvers, AP:anteroposterior, L:sol, R:sağ, US: Ultrasonografi, VSÜG: voiding sistoüretrografi, ÜVBO: üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu, ym: Yapılmadı, VÜR: vezikoüreteral reflü

Bir hasta dışında tüm hastalarda MR ürografi patolojiyi tanımlamada başarılı bulundu. Operasyon sırasında sol çift toplayıcı sistem ve sol üst ÜPBO tanısı alan bu hastada dilate pelvis böbrek üst kesimindeki parankimi baskılamış ve ileri derecede inceltmişti. Alt kesim ise normaldi. Bu nedenle hasta parapelvik kist veya kaliks divertikülü olarak yorumlandı (Resim 4).

İncelenen 16 hasta üriner sistem patolojileri nedeniyle opere edilmişti. Manyetik rezonans ürografi ile elde edilen morfolojik bulgular ameliyat bulguları ile, ultrasonografi bulguları ile karşılaştırıldı. Tüm hastalarda üriner sistem dilatasyonu US ile uyumlu ve benzer derecelerde gözlemlendi. Ancak opere edilen hastaların 1'inde MR ürografi dilatasyonun sebebini belirlemede başarısız oldu. Bu hastada ise ultrasonografi ile MR ürografideki benzer şekilde kaliks divertikülü- kist tanımlaması yapılmıştı. Buna göre MR ürografinin operasyon bulguları ile karşılaştırıldığında dilatasyon etyolojisini belirlemede duyarlılığı %93.7 olarak hesaplandı.

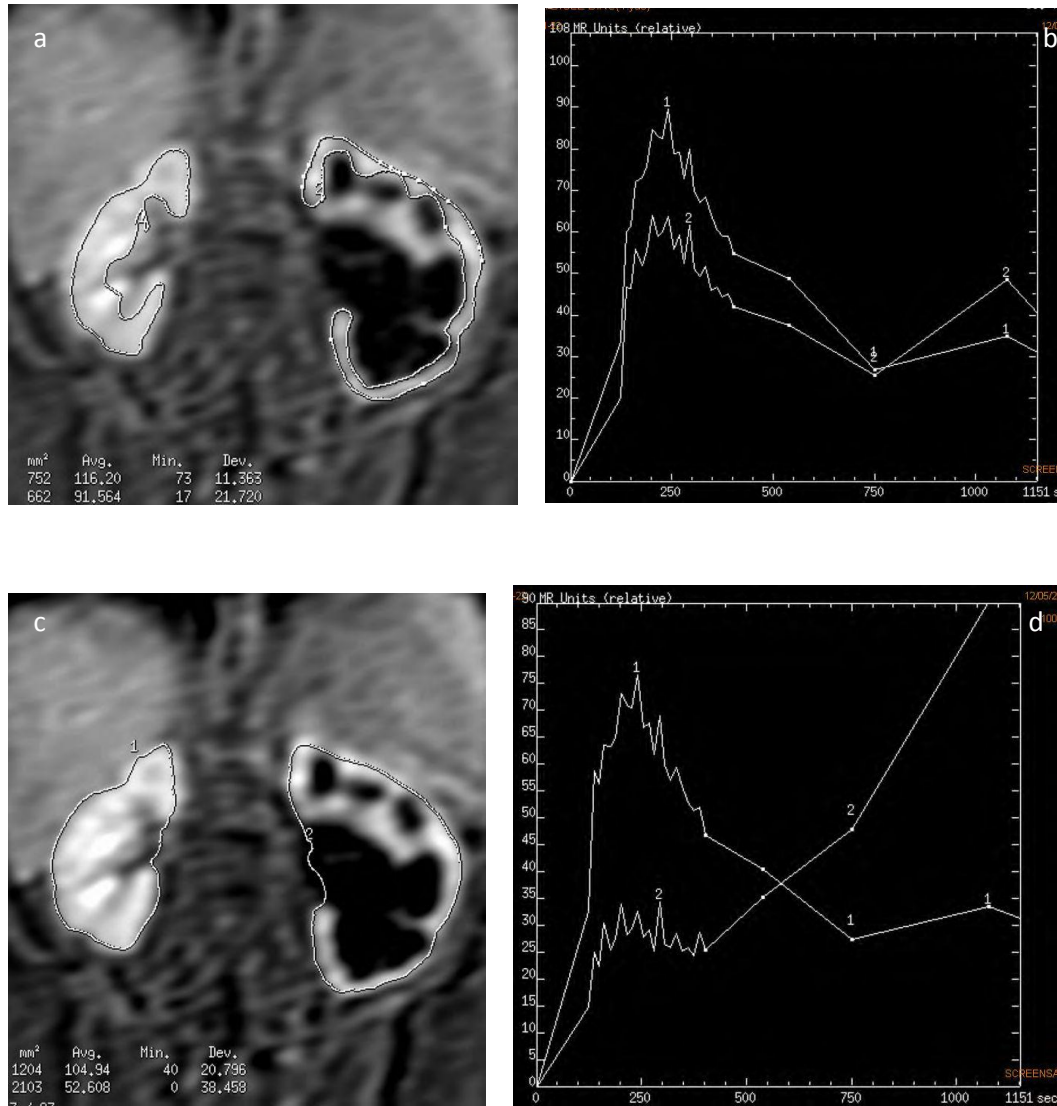


Resim 4. Onyediyedi yaşında erkek hasta. Hastanın ağır T2 ve postkontrast 10. dakika postkontrast görüntülerde sol böbrek üst kesiminde belirgin kontrastlanma göstermeyen sıvı içerikli yapı görülüyor. Ultrasonografi ve MR ürografide parapelvik kist olarak tanımlanan hasta operasyon sırasında ÜPBO tanısı almıştır.

Fonksiyonel Bulgular

Sekiz hastanın hem diüretikli renal sintigrafisi hem de MR ürografik parankimal renogram eğrileri elde edildi. Bunlardan 2' si tek böbrekliydi ve karşılaştırmalı değerlendirmeye alınamadı. Bu nedenle toplam 6 hastada tek böbrek fonksiyon değerleri karşılaştırıldı. Patolojik böbreğin hesaplanan fonksiyonu sintigrafik incelemedeki değerle karşılaştırıldı.

Tüm hastaların MR ürografik parankimal renogramları elde edildi. Bu renogramlarda tek böbrekli olan iki hasta dışında, maksimum intensite değeri sağ ve sol böbrekler için birbiri ile karşılaştırıldı. Buna göre 9 hastanın patoloji gösteren böbreğinin maksimum intensitesi simetriğine göre düşük bulundu (Resim 5). Beş hastada eğriler heriki böbrek için benzerdi ve patolojik böbrekte aşikar fonksiyonel kayıp olmadığı lehine değerlendirildi. Bunların 3'ünde ılımlı ÜPBO, 1'inde operasyon sonrası ÜPBO, 1' inde ise üst sistemde ÜPBO bulunan çift toplayıcı sistem bulunmaktaydı.



Resim 5. İki yaşında erkek hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hastanın parankimal (a, b), tüm böbrek (c,d) renogram eğrileri. Parankimal renogram eğrisinde sağ böbrek (1) maksimum parankim intensitesinin sola (2) göre belirgin yüksek olduğu görülüyor. Bu hastanın tek böbrek fonksiyonu MR ürografi ile L %30, R %70, diüretikli renal sintigrafi ile L %36, R %64 olarak bulunmuştur. Tüm böbrek renogram eğrilerinde, sağ böbrekte hemen maksimum noktasından sonra başlayan 3. segment hızlı bir düşüş gösteriyor solda ise artmaya devam ederek akümülayon eğrisi oluşturuyor. Bu hastanın sol böbrek RTZ 15 dakikanın üzerindeydi.

Çalışmamızdaki hastaların MR ürografi ve DRS ile bulunan tek böbrek fonksiyon değerleri Tablo 3' te sunulmuştur.

Tablo 3. MR Ürografi ve DRS ile 16 Hastanın Tek Böbrek Fonksiyon Değerleri:

	HASTA ADI	DRS		MR ÜROGRAFI	
		L (%)	R (%)	L (%)	R (%)
1	MRK*	44	56	48	52
2	BF	24	76	24	76
3	ADD	48	52	40	60
4	ASA	36	64	30	70
5	İK	48	52	47	53
6	İK	55	45	52	49

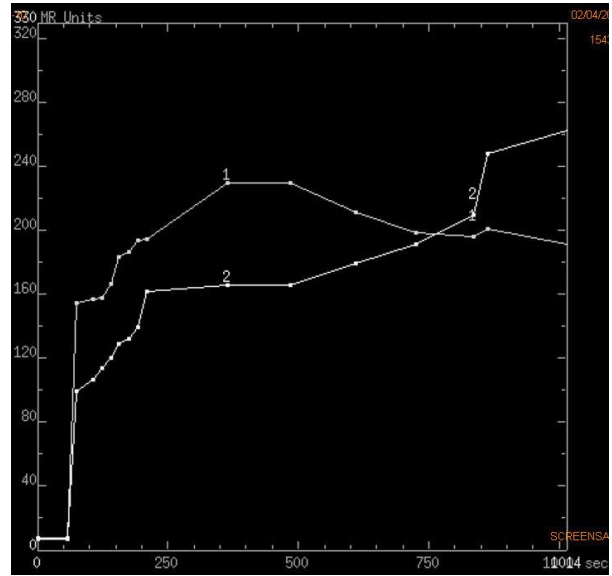
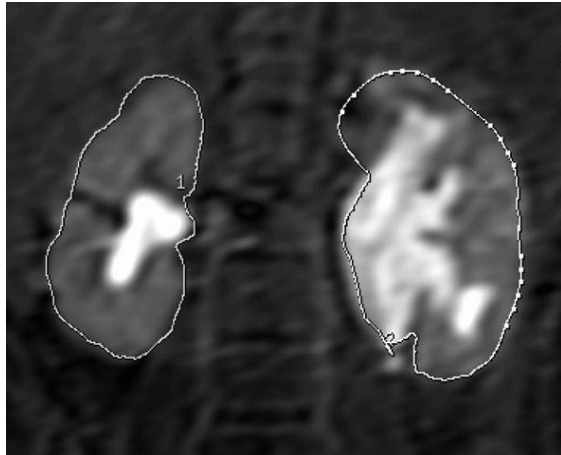
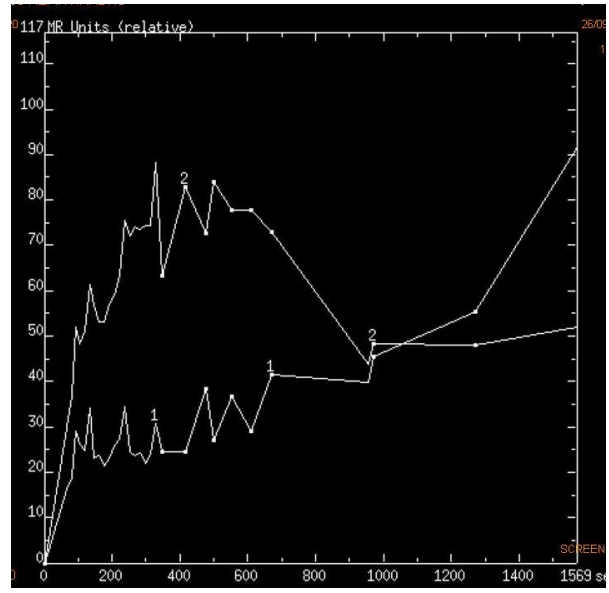
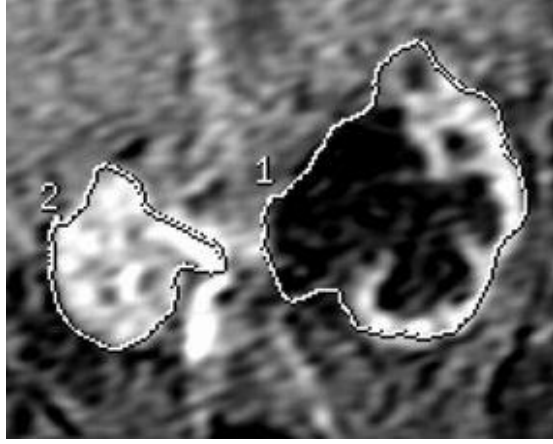
DRS: Diüretikli renal sintigrafi *Postoperatif değerlendirme

Üriner Ekskresyon Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızdaki 16 hastanın tamamında tüm böbrek renogram eğrileri elde edildi. Bu hastaların ultrasonografi ile grade 3-4 derece dilatasyon tarif edilenlerin tamamında obstruksiyonu düşündürecek şekilde akümülayon eğrileri gözlemlendi (n=14). Bu hastalarda RTZ obstruktif düzeydeydi.

Tüm hastalar opere edilmişti ve tamamında değişik düzeylerde obstrüksiyon izlendi. Hastalardan biri operasyon sonrası değerlendirilmişti. Sol kaliks divertikülü olarak MR ve ultrasonografide tariflenen hastada ise operasyonda sol çift toplayıcı sistem ve üst sistemde ÜPBO mevcuttu. Bu hastada RTZ alt sistemden hesaplandığından obstruktif düzeyde değildi. Tüm hastaların 14 ünde RTZ yüksek bulunmuştu.

Üreteropelvik bileşke obstruksiyonu nedeni ile incelenen 4 hastanın operasyon sonrası elde edilen renogramlarında akümülayon eğrisi görünümü sebat ediyordu. Ancak RTZ'ları kısalmıştı (4. dereceden 2. dereceye geriledi, bkz. tablo 2). Bu bilgilerle hastalardaki obstrüksiyonun büyük oranda gerilediği kanısına varıldı (Resim 6).



Resim 6. Resim 5 ile aynı hasta. Operasyon öncesi (üst sıra), ve operasyon sonrası (alt sıra) tüm böbrek renogram eğrilerinde, operasyon öncesinde belirgin akümülayon eğrisi oluştuğu gözleniyor. Operasyon sonrasında da akümülayon eğrisi devam etmektedir. Hastanın RTZ'ları preoperatif 20 dakika üzerinde iken postoperatif incelemede 5 dakikadır. Morfolojik bulgular ile birlikte değerlendirildiğinde sol böbrekteki obstrüksiyonun gerilediği düşünülmüştür. Postoperatif dönemde akümülayon eğrisi oluşması bir miktar obstrüksiyonun devam ettiğine veya MR ürografik tüm böbrek renogramlarının akümülayonu abartma etkisine bağlanabilir.

Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olan bir hasta MR ürografi ile yanlış tanımlandığından tüm böbrek renogramında akümülyasyon izlenmedi. Diğer bir hastada ise inceleme öncesinde ÜPBO nedeniyle operasyon yapılmıştı, bu hastada da akümülyasyon eğrisi oluşmadı. Buna göre MR ürografide RTZ ile obstrüksiyon varlığı % 87.5 duyarlılık ile saptanabildi. Çalışmamızdaki hastaların, yaşları, cinsiyetleri, USG, DRS, VSÜG, RTZ derecelendirmeleri, MR ürografi bulguları ve tanıları tablo 4' te sunulmuştur.

Tablo 6. MR Ürografi Yapılan Hastaların Yaşları, Cinsiyetleri, US, DRS, VSÜG, RTZ Derecelendirmeleri, MR Ürografi Bulguları ve Tanıları

	İSİM/YAŞ	US	DRS	VSÜG	MR ÜROGRAFI		TANI
					Bulgular	RTZ	
1	MK/9y* K	4/3	1/2		Bilateral ÜPBO L-PO R-TO Sol retroaortik renal ven	2/ 4-2	L ılımlı, R ciddi ÜPBO
2	MRK/1ay*E	4/0, R nefrolitiazis	1/0**	N	L ÜPBO, TO	4-2/1	L ÜPBO
3	NÖ/17y***E	0/0 parapelvik kist	0/2		L kaliks divertikülü?	1/1	L ÜPBO, L çts
4	BF/ 4 ay E	4/0	2/0		L ÜPBO, TO	4/1	L ÜPBO
5	OK/3 ay E	4/4			Bilateral ÜPBO, L-TO R-TO	4/4	Bilateral ÜPBO
6	BD/15 y E	4 /opere	2/-		L ÜPBO, TO, R opere böbrek	4/-	L ÜPBO, R opere böbrek
7	İK/9 y E	3/0	2/0		L ÜPBO,PO	3/1	L ÜPBO
8	AA/4 y K	0/4			R ÜPBO, TO	1/4	R ÜPBO
9	TU/9 y* E	4/0	1/0**		L ÜPBO,TO	4-2/1	L ÜPBO
10	ADD/1 y K	4/0	2/0	N	L ÜPBO, TO	4/1	L ÜPBO
11	ASA/2 y E	4/0	2/0	L gr 3 VÜR	L ÜPBO, TO (Vasküler çapraz)		L ÜPBO
12	İK/3 y E	3/2	2/1		Bilateral ÜPBO, PO	3/2	Bilateral ÜPBO
13	BA/4 y E	2/2	1/1		Bilateral ÜPBO, PO	2/2**	Bilateral ÜPBO
14	FEG/2 y E	4/agenesi	2/af		R agenezi, L ÜPBO, TO	4/-	R agenezi, L ÜPBO
15	ÖFŞ/8 ay E	4/0	2/0		L ÜPBO, TO R çift renal arter	4/1	L ÜPBO
16	İA/6 ay K	4/0, vasküler çapraz	2/0		L ÜPBO, TO Vasküler çapraz	4/1	L ÜPBO

ÜPBO: Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu, R: Sağ, L: Sol, N:Normal, TO: Tam obstrüksiyon, PO: Parsiyel obstrüksiyon, çts: Çift toplayıcı sistem, af: Afonksiyone

* : Bu hastalara MR ürografi incelemesi operasyon öncesi ve sonrası olmak üzere 2 kez yapıldı.

** : Postoperatif değerlendirme

***: Operasyonda sol ÜPBO tanısı almıştır.

Tartışma ve Sonuç

Pediyatrik gruptaki hastalarda üriner sistem patolojilerinin görüntülenmesinde, tanı ve izlemde US uzun yıllardır kullanılan temel tetkiktir [5]. Ayrıca VÜR tanısında VSÜG ve renal fonksiyonların değerlendirilmesinde diüretikli renal sintigrafi başvuru olan görüntüleme yöntemleridir. MR ürografi, doğru ve yeterli anatomik bilgi ile birlikte fonksiyonel veriler de sunması, iyonize radyasyon içermemesi, kullanılan kontrast maddenin güvenlik aralığının geniş olması ve hızlı görüntüler elde edilmesi nedeniyle tercih edilen, diğerlerine göre nispeten yeni bir görüntüleme

yöntemidir [1-9, 17-27]. Bu çalışmada 2009-2012 yılları arasında, kliniğimizde ultrasonografi ile toplayıcı sistem dilatasyonu saptanan pediatrik hastalarda, MR ürografi, ultrasonografi ve diüretikli renal sintigrafinin morfolojik ve fonksiyonel tanısal özellikleri tartışılmıştır.

Radyolojide pediatrik hastaların güvenli sedasyonu tetkik kalitesi açısından önem taşımaktadır. Bebekler için anne sütü ile beslenmenin sedatif etkisinden yararlanılabilmektedir. Hastaları tetkik öncesinde uykusuz bırakmak da sedasyona katkı sağlamaktadır. MR ürografi sekansları harekete aşırı duyarlı sekanslardır. Bu durum görüntü kalitesini bozmaktadır ve incelemenin tekrarlanmasını gerektirebilmektedir [1-5,20]. Çalışmamızda 6 ay- 6 yaş arasındaki 9 hastaya 50 mg/kg dozda oral kloral hidrat ile sedasyon uygulanmıştır. Ağır T2 sekanslarının geliştirilmesinden sonra üriner sistemin konjenital ve kazanılmış obstrüksiyonlarında MR ürografinin renal parankim toplayıcı sistemler ve üreterler hakkında doğru anatomik bilgiler verdiği ve obstrüksiyon düzeyini saptamada yüksek duyarlılığı pek çok çalışmada kanıtlanmıştır. [1-3,7-9,10,12,14,15,18-25]. Duyarlılık dilate olmayan sistemlerde daha düşük bulunmuştur. Üriner sistem içerisindeki idrarın intrinsek kontrast madde olarak kullanıldığı bu sekanslarda hastaya kontrast madde verilmesine gerek duyulmamaktadır [1-6,3,7-9,10,12,14,15].

Böbrek fonksiyonlarının azaldığı ve ileri derecede dilate sistemlerde İVÜ ile toplayıcı sistemin ve üreterlerin görüntülenmesi çok uzun sürebilmekte ve bazı hastalarda da mümkün olmamaktadır [3,8,11,20-25]. Literatürde İVÜ'de 15 dk. ile 20 saat arasında ortalama 53 dk.'da obstrüksiyon düzeyi gösterilmiştir, aynı hastalar MR ürografi ile değerlendirilmiş ve koronal ağır T2 sekansta ilk 13 sn.'de patoloji saptanmıştır [22]. Çalışmamızda kalın 'slab' ağır T2 sekans ile birlikte, aksiyel yağ baskılı T2A sekans da alınmıştır. Ayrıca anatomik görüntüleme T1A aksiyel ve (nispeten hareket artefaktlarını bertaraf edebilmek için) SSSE imajlarla da desteklenmiştir. İVÜ'ye benzer şekilde postkontrast kesitlerde bilateral ileri üriner sistem dilatasyonu olan hastalarda 20. dakikanın sonunda üriner sistemler kontrast süzülmesi olmadığından görüntülenememişti. Bu hastalarda dilate üriner sistem ağır T2 imajlar ile kolaylıkla görüntülenmişti.

Literatürde 115 hastada 130 dilate üriner sistemin değerlendirildiği geniş bir hasta grubuna sahip Blandino ve arkadaşları MR ürografide obstrüksiyon düzeyini doğru tespit etme oranını %100 olarak bildirmiştir [21]. Regan ve arkadaşları 56 hastada 111 böbrek üzerinde yaptıkları çalışmada üreter obstrüksiyonunda MR ürografi sonuçlarını İVÜ ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada İVÜ'de 41 böbrekte değişik düzeylerde obstrüksiyon görüntülenmiştir. MR ürografide üreter obstrüksiyon düzeyi %88 oranında doğru olarak gösterilmiştir. İVÜ'de obstrüksiyon düzeyini

saptama oranı %80 bulunmuştur. Obstrüksiyon düzeyini saptamada MR ürografiye göre İVÜ'nün duyarlılığının düşük olması yüksek dereceli obstrüksiyonda fonksiyon azlığı, perirenal sıvı varlığı ve yetersiz barsak temizliği ile açıklanmıştır [20]. Bizim çalışmamızda da MR ürografide obstrüksiyon düzeyini doğru tespit etme oranını %100 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca opere edilerek tanısı doğrulanan hastalarda, obstrüksiyonun etyolojisinin belirlenmesinde duyarlılık %93.7 olarak bulunmuştur.

Kontrast madde verilerek oluşturulan T1A gradient eko sekanslarda böbreklerin kontrastlanma ve kontrast maddeyi boşaltma fonksiyonu değerlendirilmektedir. Diüretik ile toplayıcı sistemde distansiyon ve homojen kontrast artımı sağlanmaktadır. Kontrast madde ile konvansiyonel ürografide olduğu gibi inceleme süresince kontrast madde geçişine göre obstrüksiyonun tam ya da kısmi olduğu yorumu yapılabilmektedir [23]. Ayrıca işlenmemiş görüntüler temel alınarak MIP prosedürleri ile üç boyutlu görüntüler oluşturulmaktadır. Ancak üç boyutlu görüntülerin asıl görüntülerden daha tanısal olmadığı bildirilmiştir [14,15].

Riccabona ve arkadaşları üst üriner sistem anomalisi olan 29 yenidoğan ve bebek hasta üzerinde bir çalışma yapmışlardır. Ultrasonografide anomali saptanan hastalara koronal ağır T2 ve kontrast madde sonrası üç boyutlu gradient sekanslar alınmıştır. MR ürografinin görüntü kalitesi ve anatomik değerlendirmede İVÜ'den daha iyi olduğu bildirilmiştir. Renal parankim yapısı ve obstrüksiyon saptamada MR ürografinin ultrasonografiye üstünlük göstermediği saptanmıştır. Ancak bu çalışmada 2 hastada ultrasonografide tanımlanan küçük renal parankimal kistler MR ürografide toplayıcı sistem olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ÜPBO olan 22 böbrekte toplayıcı sistem dilatasyon derecesi USG, MR ürografi ve İVÜ'de eşit olarak görülmüştür. Dilate olmayan sistemleri ve üreteral patolojileri göstermede MR ürografi ultrasonografiden üstün bulunmuştur [3]. Hvvang ve arkadaşları İVÜ ile üriner sistemin yeterli derecede opasifiye edilemediği 12 hastada HASTE MR ürografi ile ultrasonografinin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Obstrüksiyon düzeyinin ve nedeninin gösterilmesinde MR ürografi ultrasonografiden daha etkin bulunmuştur [20]. Bizim çalışmamızda renal parankim yapısı ve obstrüksiyon saptamada MR ürografi ile ultrasonografi benzer bulunmuştur. Pelvikalisyel dilatasyon derecesini belirlemede MR ürografi ve ultrasonografi ile eşit düzeyde bilgi verdiği saptandı. Manyetik rezonans ürografi ile tüm üriner sistemin morfolojik özelliklerinin bütün olarak görüntülenebilmesi nedeniyle, üreterler daha ayrıntılı olarak değerlendirilebildi.

Literatürde MR ürografi ile renal fonksiyonu sayısal olarak değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda ulaşılan sonuçlar diüretik renal sintigrafinin alternatifi olabileceği yönündedir [1,2,4-6,11,23]. Bizim çalışmamızda da sintigrafideki benzer yöntemle tek böbrek fonksiyonunun hesaplanmasına olanak veren bir dinamik MR ürografi tekniği kullanılmıştı. Dinamik MR ürografi ile hesaplanan tek böbrek fonksiyonları renal sintigrafideki değerler ile karşılaştırıldığında MR ürografinin sensivite ve spesifitesi %100 hesaplanmıştır. Bu bulgu literatüre göre fazladır. Ancak bu durum hasta sayısının azlığı ile açıklanabilir [1,2,4-6,11,23].

Manyetik rezonans ürografide üriner ekskresyonun değerlendirilmesi sintigrafiye benzer şekilde tüm böbrek renogramlarındaki 3. segmentin düşüşüne dayanılarak yapılır. Normal böbreklerde ajanın toplayıcı sisteme ekskresyonunun verimliliğini gösterecek şekilde renogramın 3. segmenti hızlı bir konkav düşüş gösterir. Bu düşüş hemen maksimum noktasında sonra başlar [27,28,29]. MR ürografide eğri tipik olarak başlangıç noktası olarak kabul edilen (P noktasına) veya hafif altı değere geri döner. Obstrüksiyonda ise bu geri dönüş gecikir veya olmaz. Rohrschneider ve arkadaşları, diüretikli renal sintigrafi ile iyi yıkanma gösterdikleri doğrulanmış morfolojik olarak normal böbrek-üreter ünitelerinde bu normal paternin görüldüğünü, ancak anormal böbrek-üreter ünitelerinde üriner ekskresyonunun tanımlanmasında diüretikli renal sintigrafi ve MR ürografinin uyumluluğunun yaklaşık %80 olduğunu bildirmişlerdir. Kalan kısımda ise MR ürografinin ekskresyon bozukluğunu abarttığı belirtilmektedir. Bu durum diüretikli renal sintigrafi ve dinamik MR ürografide kullanılan ajanların farklı olmasından kaynaklanabilir. Bizim çalışmamızda renal transit zamanı ile obstrüksiyon öngörülen hastaların operasyon sonuçları karşılaştırıldığında MR ürografinin duyarlılığı %87,5 olarak hesaplanmıştır.

Manyetik rezonans ürografi iyonize radyasyon içermez. Bu avantaj özellikle çocuklar ve infantlarda tekrarlayan incelemeler yapılması gerektiğinde daha da önem kazanır. Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonları maturasyon ile iyileşme gösterebilir. Bunlarda yıllık veya bazen daha sık aralıklarda ultrasonografi ve sintigrafi kontrolleri yapılır [27,28,29]. Hasta ne kadar küçük yaşta ise o kadar yakın takip gerekir. Bu açıdan bakıldığında sintigrafi ve ultrasonografinin yerini tutabilecek bir yöntem çok yararlı olacaktır. Ayrıca statik-dinamik MR ürografi tüm üriner sistemin birlikte değerlendirilmesini sağlar. Yanı sıra aynı incelemede böbrek fonksiyonu ve üriner ekskresyon hakkında bilgiler edinilebilir.

Manyetik rezonans ürografinin en büyük dezavantajlarından biri koopere olmayan hastalarda sedasyon gerekmesidir. Kullanılan sedatif ajanların derin sedasyon oluşturmaması ve derin

sedasyon oluşturan ajanların ise ayrı bir anestezi ekibi gerektirmesi ayrıca hasta için çeşitli riskler barındırması nedeniyle incelemelerde hareket artefaktları oluşabilmektedir.

Gadolinyum şelatörlerinin klinik dozlarda çok düşük nefrotoksisteye sahip oldukları bildirilmiştir [4,5,14,15,18]. Ancak son yıllarda orta derecede böbrek yetmezliği (glomerüler filtrasyon hızı < 60ml/dk) ve ileri derecede böbrek yetmezliği (glomerüler filtrasyon hızı < 15 ml/dk) olan olgularda gadolinyum içeren kontrast madde ile manyetik rezonans görüntüleme yapılması Nefrojenik Sistemik Fibrozis (NSF) adı verilen ve ölümcül olabilen bir hastalığa yol açabileceğini bildiren yazılar yayınlanmıştır [30,31]. Bununla birlikte MR ürografi incelemesi yapılacak hastaların kontrast kullanımı öncesi böbrek fonksiyonları açısından uygunluğunun değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması zorunlu olduğu açıktır.

Sonuç

Magnetik rezonans ürografi ile ağır T2 imajlar ve kontrastlı T1A teknik kullanılarak her üç düzlemde, doğru anatomik bilgiler sağlayan görüntüler elde edilebilmektedir. Bu şekilde dilate veya dilate olmayan üriner sistemlerde ve kompleks patolojilerin değerlendirilmesinde ultrasonografiden daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Sintigrafi ile karşılaştırıldığında dilatasyonun tanımlanmasında bulgular sintigrafi sonuçları ile uyumludur. Manyetik rezonans ürografi ile renal fonksiyon değerleri sintigrafidekine benzer şekilde hesaplanabilir. Tüm böbrek renogram eğrileri değerlendirilerek ve RTZ hesaplanarak renal ekskresyon değerlendirilebilir. Manyetik rezonans ürografi çocuklarda üriner sistemin değerlendirilmesinde önemli üstünlükleri olan bir tekniktir. Aynı incelemede hem morfolojik hem de fonksiyonel bilgiler sağlayarak ultrasonografi ve sintigrafik incelemelere alternatif oluşturmaktadır. Radyasyon kullanmaması ayrıca bir avantajdır. Bu özellikleri sayesinde tanıda kullanılabileceği gibi takip amacıyla tekrarlayan incelemeler şeklinde kullanılabilir. Hastalara sedasyon verilmesinin gerekliliği, kontrast madde gerekliliği ve bazı teknik sınırlamalar ise dezavantajlarıdır. Ancak harekete daha az duyarlı ve daha hızlı tekniklerin ortaya çıkması ve üriner sistem değerlendirilmesinde MR ürografinin daha yaygın kullanılması ile bu sorunların kısmen giderilebileceği düşünülmektedir.

Kaynaklar

1. Borthne A, Nordshus T, Reisetter T, Geitung JT, Gjesdal KI, Babovic A, Bjerre A, Loe B. MR urography: the future gold standard in paediatric urogenital imaging ? Pediatr Radiol. 1999;29(9): 694-701.

2. Borthne A, Pierre-Jerome C, Nordshus, Reiser T. MR urography in children: current status and future development. *Eur Radiol.* 2000; 10(3): 503-11.
3. Riccabona M, Simbrunner J, Ring E, Ruppert-Kohlmayr A, Ebner F, Fotter R. Feasibility of MR urography in neonates and infants with anomalies of the upper urinary tract. *Eur Radiol.* 2002;12(6):1442-50.
4. Rohrschneider WK, Haufe S, Weisel M, Tönshoff B, Wunsch R, Darge K, Clorius JH, Tröger J. Functional and morphologic evaluation of congenital urinary tract dilatation by using combined static-dynamic MR urography: findings in kidneys with a single collecting system. *Radiology.* 2002;224(3):683-94.
5. Avni FE, Bali MA, Regnault M, Damry N, Degroot F, Metens T, Matos C. MR urography in children. *Eur J Radiol.* 2002;43(2):154-66.
6. Verswijvel GA, Oyen RH, Van Hoppel HP, Goethuys H, Maes B, Vaninbrouckx J, Bosmans H, Marchal G. Magnetic resonance imaging in the assessment of urologic disease: an all-in-one approach. *Eur Radiol.* 2000;10(10):1614-9.
7. Hennig J, Freidburg H. Clinical applications and methodological developments of the RARE technique. *Magn Reson imaging.* 1988;6(4):391-5.
8. Rothpearl A, Frager D, Subramaniam A, Bashist J, Baer J, Kay C, Cooke K, Raia C. MR urography: Technique and application. *Radiology.* 1995;94(1):125-30.
9. Klein LT, Frager D, Subramaniam A, Lowe F. Use of magnetic resonance urography. *Eur J Radiol.* 1998;52(4):602-8.
10. Rohrschneider WK, Hoffend J, Becker K, Clorius JH, Darge K, Kooijman H, Tröger J. Combined static- dynamic MR urography for the simultaneous evaluation of morphology and function in urinary tract obstruction (I). Evaluation of the normal status in an animal model. *Pediatr Radiol.* 2000; 0(8): 511-22.
11. Rohrschneider WK, Becker K, Hoffend J, Clorius JH, Darge K, Kooijman H, Tröger J. Combined static- dynamic MR urography for the simultaneous evaluation of morphology and function in urinary tract obstruction (II). Findings in experimentally induced ureteric stenosis. *Pediatr Radiol.* 2000;30(8):523-32.
12. Roy C, Saussine C, Jacqmin D. Magnetic resonance urography. *BJU Int.* 2000; 86(1):42-7.
13. Spencer JA, Tomlinson AJ, Weston MJ, Lloyd SN. Early report: Comparison of Breath-hold MR excretory urography, Doppler ultrasound and isotope renography in evaluation of symptomatic hydronephrosis in pregnancy. *Clin Radiol.* 2000;55(6):446-53.
14. Nolte-Ernsting CCA, Adam GB, Günther RW. MR urography. examination techniques and clinical applications. *Eur Radiol.* 2001;11(3):355-72.
15. Nolte-Ernsting CCA, Tacke J, Adam GB, Haage P, Jung P, Jakse G, Günther RW. Diuretic-enhanced gadolinium excretory MR urography: comparison of conventional gradient-echo sequences and echo-planar imaging. *Eur Radiol.* 2001;11(1):18-27.
16. Szopinski K, Szopinska M, Borowka A, Jakubowski W. Magnetic resonance urography: initial experience of low dose Gd-DTPA-enhanced technique. *Eur Radiol.* 2000;10(7):1158-64.
17. Zielonko J, Studniarek M, Markuszewski M. MR urography of obstructive uropathy: Diagnostic value of method in selected clinical groups. *Eur Radiol.* 2003;13(4):802-9.

18. Frush DP, Bisset GS 3rd, Hail SC. Pediatric sedation in radiology: the practise of safe sleep. *AJR*. 1996;167(6):1381-7.
19. Nakayama Y, Yamashita Y, Matsuno Y, Tang Y, Namimoto T, Kadota M, Mitsuzaki K, Abe Y, Katahira K, Arakawa A, Takahashi M. Fast breath-hold T2- weighted MRI of the kidney by means of Half- Fourier single shot turbo spin echo: comparison with high resolution turbo spin echo sequence. *J Comput Assist Tomogr*. 2001;25(1):55-60.
20. Regan F, Bolhman ME, Khazan R, Rodriguez R, Schultze-Haakh H. MR urography using HASTE imaging in the assessment of ureteric obstruction. *AJR*. 1996;167(5):1115-20.
21. Blandino A, Gaeta M, Minutoli F, Scribano E, Vinci S, Famulari C, Pandolfo I. MR pyelography in 115 patients with a dilated renal collecting system. *Acta Radiol*. 2001;42(5):532-6.
22. Prasad VP, Priatna A. Functional imaging of the kidneys with fast MRI techniques. *Eur J Radiol*. 1999;29(2):133-48.
23. Koff SA, Campbell K. Nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis. *J Urol*. 1992;148(2 pt 2) 525-36.
24. Harbert JC, Fraley EE, Deckers PJ. Alternation in radioactive isotope renogram pattern with urinary bladder filled. *JAMA*. 1970;211(5):810-1.
25. Cartwright PC, Duckett JW, Keating MA, Snyder HM 3rd, Escala J, Blyth B, Heyman S. Managing apparent ureteropelvic junction obstruction in the newborn. *J Urol*. 1992;148(4):1224-8.
26. Conway CC, Maizels M. The 'well-tempered' diuretic renogram: a standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. *J Nucl Med*. 1992;33(1):2047-51.
27. O'Reilly P, Aureli M, Britton K, Kletter K, Rosenthal L, Testa T. Consensus on diuresis renography for investigating the dilated upper urinary tract. *J Nucl Med*. 1996;37(11):1872-6.
28. Kade H, Meredith OM Jr, Taplin GV, Winter CC. Radioisotope renogram; external test for individual kidney function and upper urinary tract patency. *J Lab Clin Med*. 1956;48(6):886-901.
29. English PJ, Testa HJ, Lawson RS, Edwards EC. Modified method of diuresis renography for the assessment of equivocal pelviureteric junction obstruction. *Br J Urol*. 1987;59(1):10-4.
30. Sadowski EA, Bennett LK, Chan MR, Wentland AL, Garrett AL, Garrett RW, Djamali A. Nephrogenic systemic fibrosis: risk factors and incidence estimation. *Radiology*. 2007;243(1):148-57.
31. Kuo PH, Kanal E, Abu-Alfa AK, Cowper SE. Gadolinium-based MR contrast agents and nephrogenic systemic fibrosis. *Radiology*. 2007;242(3):647-9.