

**TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ**

**ÇOCUK HASTALARDA ÜRİNER SİSTEMİN
DEĞERLENDİRİLMESİNDE MR ÜROGRAFI**

Dr. Rabia Mihriban (GÜNER) KILINÇ

**RADYOLOJİ ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ**

DANIŞMAN

Doç. Dr. Suat FİTOZ

ANKARA

2008

KABUL ONAY

Ankara Üniversitesi Radyodiagnostik Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık eğitimi çerçevesinde yürütülmüş olan, **Çocuk Hastalarda Üriner Sistemin Değerlendirilmesinde MR Ürografi** başlıklı, Dr Rabia Mihriban (Güner) Kılınç 'a ait bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **Tıpta Uzmanlık Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 07 / 10 / 2008

Ünvanı, Adı, Soyadı
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyodiagnostik Anabilim Dalı Başkanı
Jüri Başkanı
Prof Dr. Gülden Şahin

Ünvanı, Adı, Soyadı
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyodiagnostik Anabilim Dalı
Tez Danışmanı
Doç Dr. Suat Fitoz

Ünvanı, Adı, Soyadı
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Radyodiagnostik Anabilim Dalı
Üye
Prof.Dr. Cemil Yağcı

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında, en iyiyi ve en doğruyu bulmak arzusuyla beni devamlı çalışmaya özendiren, dikkat ve titizliği sayesinde çalışmanın verimliliğini artıran, gerektiği anda desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Doç. Dr. Suat Fitöz'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana hep destek olan anneme, babama, kardeşime, ayrıca sevgi, destek ve özveri ile bana kuvvet veren eşim Dr. Cem Yalın Kılınç'a, tez yazımı aşamasında neşesiyle ve becerisiyle işlerimi kolaylaştıran sevgili kuzenim Nevzat Orhan'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Çalışma verilerimin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde yardımlarından dolayı Dr. Derya Gökmen'e teşekkürler ederim.

Son olarak asistanlık eğitimim boyunca bana verdikleri eğitim ve ilgilerinden dolayı Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalımızın değerli öğretim görevlilerine, ayrıca zorlu çalışma zamanlarını ve pek çok iyi kötü anıyı paylaştığım asistan arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Dr. Rabia Mihriban (GÜNER) KILINÇ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
Kabul ve Onay.....	i
Önsöz	ii
İçindekiler	iii
Kısaltmalar Dizini	iv
Tablolar Dizini	v
1.GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Üriner Sistem Embriyolojisi	3
2.2. Üst Üriner Sistem Patolojileri.....	5
2.2.1. Pozisyon Anomalileri.....	6
2.2.2. Form Anomalileri.....	6
2.2.3. Üreteropelvik Bileşke Obstrüksiyonu	7
2.2.4. Konjenital Megaüreter	9
2.2.5. Çift Toplayıcı Sistem	9
2.2.6. Üreterosel	10
2.2.7. Veziko Üreteral Reflü.....	10
2.3. Görüntüleme Yöntemleri.....	10
2.3.1. İntravenöz Pyelografi	10
2.3.2. Voiding sistoüretrografi.....	11
2.3.3. Retrograd ve Antegrad Pyelografi.....	12
2.3.4. Ultrasonografi	12
2.3.5. Bilgisayarlı Tomografi.....	14
2.3.6. Sintigrafi.....	14
2.3.7. Magnetik Rezonans Ürografi	16
3.GEREÇ VE YÖNTEM	23
3.1. Çalışma Grubu	23
3.2. Hasta Hazırlığı	23
3.3. Teknik	24

3.4.Değerlendirme	25
4. BULGULAR.....	28
4.1.Morfolojik Bulgular.....	28
4.2. Fonksiyonel Bulgular.....	34
4.3.Üriner Ekskresyon Bulguları.....	36
4.4. Olgulardan Örnekler	39
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ	55
7. ÖZET.....	56
8 SUMMARY.....	57
9.KAYNAKLAR.....	58

KISALTMALAR DİZİNİ

RTZ	:	Renal Transit Zamanı
DRS	:	Diüretikli Renal Sintigrafi
MR	:	Magnetik Rezonans
ÜPBO	:	Üreteropelvik Bileşke Obstrüksiyonu
ÜVBO	:	Üreterovezikal Bileşke Obstrüksiyonu
VÜR	:	Vezikoüreteral Reflü
VSÜG	:	Voiding sistoüretrografi
US	:	Ultrasonografi
ROI	:	<i>Region of Interest</i>
HN	:	Hidronefroz
HÜN	:	Hidroüreteronefroz

TABLULAR DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1: MR Sekanslarının Parametreleri	25
Tablo 2: Ameliyat Öncesi ve Sonrası MR Ürografi İncelemesi Yapılan Hastaların Pre-Post Operatif RTZ Değerleri ile Pelvis Boyutları.....	29
Tablo 3: Hidroüreteronefroz Saptanan Hastaların Bulguları	31
Tablo 4: Çift Toplayıcı Sistem Anomalisi Saptanan Hastaların Bulguları.....	33
Tablo 5: MR Ürografi ve DRS ile 16 Hastanın Tek Böbrek Fonksiyon Değerleri.....	35
Tablo 6: MR Ürografi Yapılan Hastaların Yaşları, Cinsiyetleri, US, DRS, VSÜG, RTZ Derecelendirmeleri, MR Ürografi Bulgu ve Tanıları	37

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Çocuklarda üriner sistemin görüntülenmesi pek çok konjenital ve kazanılmış hastalığın tanısında temel değer taşımaktadır. Bebeklerde ve çocuklarda üriner sistem patolojileri sıklıkla konjenital nedenlere dayanmaktadır. Konjenital üriner sistem malformasyonlarında erken tanı ve tedavi prognozda önemli rol oynar (1-3).

Üriner sistemde konjenital dilatasyon olan hastalarda takip ya da girişim kararının verilmesinde fonksiyonel ve anatomik bilgilere birlikte ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla ultrasonografi (US), diüretik renal sintigrafi (DRS), intravenöz ürografi (İVÜ) ve voiding sistoüetrografi (VSÜG) konvansiyonel tanısal metodlar olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır (4). Tüm bu yöntemlerin birbirlerine göre üstünlükleri olduğu gibi sınırlamaları da bulunmaktadır. Ultrasonografi normal böbrekler ve orta derecede dilate sistemlerin görüntülenmesinde optimaldir. Ancak US'de renal skar, ileri derecede dilate sistemler ve dilate olmayan ureterlerin değerlendirilmesinde güçlükler olabilmektedir. Ultrasonografi ile renal fonksiyon hakkında yorum yapılamaz. İntravenöz ürografi, kolay uygulanabilen ve ucuz bir inceleme yöntemi olarak renal fonksiyon ve morfoloji ile ilgili bilgi vermektedir. İyotlu kontrast madde ve iyonize radyasyon kullanımı, renal yetmezlikte ve pediyatrik hastalarda İVÜ endikasyonlarını sınırlamaktadır. Voiding sistoüetrografi, vezikoüreteral reflü tanısında halen üstünlüğünü sürdürmektedir. Böbrek sintigrafisi renal skarı saptamaktadır ve fonksiyon ve drenajın değerlendirilmesinde sayısal sonuçlar vermektedir. Ancak zayıf anatomik detay vermesi nedeniyle tek başına yetersiz kalmaktadır (1-5).

Manyetik rezonans (MR) görüntüleme, üriner sistemin incelenmesinde alternatif bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Manyetik rezonans ürografi üriner sistem anatomisi ve fizyolojisi hakkında yeterli bilgiler vermektedir. Özellikle en son geliştirilen teknikler hızlı ve kaliteli görüntüler alınmasını sağlamakta ve çekim sonrası yapılan işlemler bu kaliteyi arttırmaktadır. İyonize radyasyon kullanılmaması, her üç ortogonal düzlemde elde edilen görüntülerin yüksek kontrast ve uzaysal çözünürlüğe sahip olması MR ürografinin en önemli avantajlarını oluşturmaktadır (1-6). Ağır T2 ağırlıklı (T2A) görüntülerde kontrast madde verilmeden

üriner sistemdeki idrarın statik sıvı özelliğinden yararlanarak görüntüler elde edilmektedir. T1 ağırlıklı (T1A) dinamik gradient eko sekanslar ile kontrast madde sonrası üriner sistem fonksiyonu değerlendirilebilmektedir (1-3,7-9).

Bu çalışma, US ile üst üriner sistemde konjenital anomaliler ve dilatasyon saptanan çocuklarda MR ürografi, US ve DRS'nin morfolojik-fonksiyonel bulgularının birlikte değerlendirilerek karşılaştırılması ve MR ürografinin tanı ve izlemde katkılarını saptamak amacıyla yapılmıştır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Üriner Sistem Embriyolojisi

Çocuklarda üriner sistem patolojileri büyük oranda konjenital nedenlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (2). Üriner sistem gelişiminin anlaşılması üriner sistemin konjenital anomalilerinin tanısı ve tedavisinde önemli yer tutmaktadır.

Ürogenital sistem erken embriyolojik dönemde büyük oranda intermediate (ara) mezodermden köken almaktadır. Bu mezoderm epitelyal transformasyona uğrayarak böbrekleri ve ürogenital traktı oluşturan duktuslara dönüşmektedir. Mezonefrik duktus üst üriner trakt, seminal transport sistem ve dişi üreme sisteminin gelişiminde önemli rol oynamaktadır (10-15).

Böbreklerin gelişimi epitelyal ve mezenşimal öncü dokuların karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır (11). Böbrek gelişimi nefrik, gonadal ve genital duktus öncüllerini içinde bulunduran ürogenital kabartının varlığına bağlıdır. Ürogenital kabartı içerisinde böbrek gelişiminin üç farklı evresi pronefroz, mezonefroz ve metanefroz birbirini izleyerek ortaya çıkmaktadır (11-13).

İlk evre pronefrozdur. Gebeliğin üçüncü haftasının sonunda fetal böbreklerin sefalik pozisyonda yerleştiği bu evrede böbrekler fonksiyon göstermemektedir. Nefrojenik kord epitelyal transformasyonla tübüllere dönüşmektedir. Pronefroz dördüncü haftada tam olarak kaybolmakta ve yerini mezonefroza bırakmaktadır.

İkinci evre olan mezonefroz, pronefroza göre daha kaudal yerleşimli olarak gerçekleşmektedir. Bu evre gebeliğin dördüncü ve sekizinci haftaları arasında tamamlanmaktadır. Mezonefrozun üniferoz tübülleri bir grup kan damarı ile ilişkiye girerek primitif glomerüller şeklini almaktadır ve bu evrede her iki tarafta yaklaşık yirmi kadar glomerül ve kalın duvarlı tübüller idrar atımı yapmaktadır. Üniferoz tübüller nefrojenik kord olarak da bilinen her iki yanda yeralan mezodermal yapılardan gelişmektedir. Tübüller her iki taraftan medyalde yerleşmiş bulunan ve mezonefrik ya da Wolfian duktuslar denilen yapıları drene etmektedir. Mezonefrik duktus gerilemektedir ve erişkin hayatta her iki cinsiyette kalıntı olarak kalmaktadır. Erkeklerde mezonefrik duktus vas deferens, seminal veziküller ve ejakülatör

duktusların öncü yapılarını oluşturmaktadır. Kadınlarda mezonefrik duktus kalıntısı vestigialdir (10-15).

Gebeliğin beşinci haftasından sonra insan böbreğinin gelişiminin son evresi metanefroz başlamaktadır. Yirmisekizinci somit düzeyinde (gelecekte birinci sakral vertebra) mezonefrik duktustan bir divertikülüm şekillenmektedir. Bu keselenmeye üreteral tomurcuk da denmektedir. Üreteral tomurcuk nefrojenik kordun alt ucundan gelişen metanefrik blastem denilen dokunun etrafını sarmaktadır. Metanefrik blastem üreteral tomurcuk olmadıkça nefronlara dönüşemez. Nefron, glomerül, proksimal kıvrımlı tübül, Henle lupu ve distal kıvrımlı tübülden oluşmaktadır ve metanefrozdan köken almaktadır (10-12).

Metanefrik mezenşim, üreteral tomurcuğun toplayıcı kanallar, minör ve majör kaliksler, pelvis ve üreter şeklini alacak olan daha sonraki bölümlerine ve dallarına dönüşmesine neden olmaktadır. İlk dört ya da beş polar ve iki ya da üç interpoler dallanma birleşerek renal pelvis şeklini almaktadır. Sonraki üç ve beş arası dallanma majör kaliksleri ve daha ileri ayrılma minör kaliksleri oluşturmaktadır. İlk oluşan toplayıcı tübüller papiller duktuslardan ve minör kalikslerin distal dallanmalarından ortaya çıkmaktadır. Üreterler embriyolojik hayatta yaklaşık dördüncü haftada mezonefrik duktustan (Wolfian duktus) köken alan üreterik tomurcuktan gelişmektedir. Üreteral tomurcuk hızla büyüyerek metanefrik blastemal kabartıya penetre olmaktadır. Gebeliğin beşinci haftasında renal pelvis ayırt edilebilir hale gelmektedir (10-13).

Gebeliğin 20. haftasında yaklaşık 30 milyon tübül gelişmiştir ve renal toplayıcı sistem ayrılaşması tamamlanmıştır. İdrar yapımı sekizinci haftada başlayarak tüm gebelik boyunca sürmektedir. Fetal böbrekler idrarı amniotik kaviteye boşaltmaktadır ve normal akciğer gelişiminde temel olan sıvı volümünün yeterliliğini sağlamaktadır. Ayrıca esas olarak plasenta tarafından düzenlenen tuz ve su dengesinde de küçük bir rol oynamaktadır (10,13).

Nefron oluşumu tam olarak gebeliğin 36. haftasında tamamlanmaktadır. Bundan sonra 2-3 yaşa kadar nefronların maturasyonu ve 12 yaşa kadar da hipertrofisi sürmektedir.

Dördüncü ve sekizinci haftalar arasında gelişmekte olan böbrekler pelvis dışına yukarı doğru çıkmaktadır. Sekizinci haftanın sonunda büyük fetal adrenal bezler ile

ilişkisi sonucunda yukarı çıkışı tamamlanmaktadır. Başlangıçta ön yüzde olan renal pelvis yukarı çıkış sırasında uzunlamasına aksı boyunca 90° mediale dönerek normal rotasyonunu yapmaktadır. Bu basamaklardaki herhangi bir yetersizlik sayı, boyut, pozisyon ve şekil anomalileri ile sonuçlanmaktadır (10-16).

Mezonefroz evresinde fetal böbrekler dorsal aortadan ayrılan lateral dallar ile beslenmektedir. Mezonefrozun gerilemesi ile lateral dalların büyük çoğunluğu kaybolurken bazıları inferior frenik, adrenal, renal ve gonadal arterler gibi kalıcı hale gelmektedir.

Alt üriner sistem gelişimi genital trakt ile yakın ilişkilidir. Erkek ve kadında ürogenital sinüs farklı gelişim göstermektedir. Alt üriner sistem gelişimi dört farklı evrede gerçekleşmektedir:

- a) Kloakanın gelişimi,
- b) Kloakanın dorsal ve ventral kısımlarına ayrılması,
- c) Mesane, allantois ve ürogenital sinüsün gelişimi,
- d) Mesanenin ventral ve vezikoüretal kısımlarının gelişimi ve ürogenital sinüsün pelvik ve fallik kısımlarına ayrılması.

Mezonefrik duktus ürogenital sinüsün dorsal kısmında absorbe olmaktadır. Üreterler yukarı, laterale hareket ederken mezonefrik duktus aşağı doğru hareket etmektedir. Trigon mezodermal orjinlidir, epiteli ürogenital sinüs endodermi tarafından oluşturulmaktadır. Lamina propria, kas tabaka ve serozası etrafını saran mezenşimden kaynaklanmaktadır. Mesanenin gelişimi epitelyum ve mezenşim arasındaki kompleks etkileşimler sonucunda gerçekleşmektedir. Distal üretra gelişimi her iki cinsiyette farklı olup ürogenital sinüsün pelvik kısmından köken almaktadır (12).

2.2.Üst Üriner Sistem Patolojileri

Üreteral tomurcuk ve metanefroz arasındaki biyokimyasal etkileşim tüm üriner traktın normal gelişiminde kritik rol oynamaktadır. Üreterik tomurcuk ve metanefrozun anormal farklılaşması çok değişik derecelerde konjenital renal ve toplayıcı sistem anomalisi ile ilişkilidir (11).

2.2.1.Pozisyon Anomalileri

Malrotasyon böbreklerin vertikal ekseninde yaptıkları 90° rotasyonun tamamlanmaması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Tek ya da iki taraflı görülebilen bu anomalide renal pelvis anterior ya da anteromedial lokalizasyonda kalmaktadır (10,12,15).

Fetal böbreklerin pelvisten yukarı çıkışı sırasında her iki böbreğin kanlanması komşuluğundaki damarlar aracılığı ile sağlanmaktadır. Başlangıçta eksternal ve internal iliak damarlardan sağlanan kan akımı, bu süreç içerisinde gebeliğin sekizinci haftası döneminde direkt olarak aortadan kaynaklanmaktadır. Beslenmedeki herhangi bir anormallik ya da ilişkili vertebral kolon anomalisi yukarı yer değiştirmeyi engelleyebilmektedir. Bunun sonucunda renal ektopi ya da böbreklerin anormal yerleşimi ortaya çıkmaktadır. En sık formu pelvik böbrek olan bu anomalide hidronefroz ve vezikoüreteral reflü sık olarak saptanmaktadır. Çok nadir görülen bir başka anomali de intratorasik böbrektir (10).

2.2.2.Form Anomalileri

Renal agenezis böbrek dokusunun tam yokluğudur. Embriyolojik hayatta üreterik tomurcuk oluşumundaki yetersizlik ya da metanefrik blastemden kaynaklanan defekt nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Gerçek ageneziste aynı tarafta üreteral orifis, trigon ve renal arter de gelişmemektedir. Renal agenezis ile aynı taraftaki adrenal bez de normal ters V şeklini kaybetmektedir (10,12,16).

Renal hipoplazide böbrek normalden %50 küçüktür ve tipik olarak normalden az sayıda kaliks içermektedir. Bu anomali genellikle tek taraflıdır ve böbrek boyutu ile orantılı fonksiyon göstermektedir. Kronik iskemi, reflü ve uzun süreli obstrüksiyona bağlı akkiz tek taraflı atrofik böbrekten ayrımı kaliks sayısının az olması ile yapılmaktadır (12). Renal displazide de böbrek normalden küçüktür ancak genellikle fonksiyon göstermez ve toplayıcı sistemi belirgin yapısal bozukluğa sahiptir.

Fazla sayıda böbrek çok nadir bir anomalidir ve metanefrik blastemin ayrılması sonucunda ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. Genellikle normal böbreğin altında yerleşmiştir ve hipoplaziktir (12,16).

Çapraz ektopik böbrek orta hattı geçerek karşı tarafta ve genellikle normal böbreğin altında yerleşmiştir. Çapraz ektopik böbreğin üreten normal lokalizasyondadır. Olguların yaklaşık %90'ında her iki böbrek arasında parsiyel füzyon görülmektedir. Bu anomali umblikal arterin anormal yerleşimli olmasına bağlı sefalik migrasyonun tamamlanmaması sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Atnalı böbrek en sık görülen renal anomalidir. Her iki böbrek orta hatta istmuslarından bağlıdır. Bu anomali de umblikal arterin anormal yerleşimli olması sonucunda embiyolojik gelişimin erken döneminde sefalik migrasyonun tamamlanamaması nedeniyle her iki tarafta gelişen metanefrik blastemin parsiyel füzyonuna bağlıdır. Beraberinde aks anomalileri ve hidronefroz sık görülmektedir.

2.2.3.Üreteropelvik Bileşke Obstrüksiyonu

Üreteropelvik (UP) bileşke konjenital üreteral obstrüksiyonun en sık görüldüğü lokalizasyondur. Epitelyal ve mezenşimal öncü dokular arasındaki etkileşim nefron gelişimi ile eş olarak renal pelvis ve üreter farklılaşmasını da sağlamaktadır. Üreteral farklılaşmanın uzaysal ve zamansal deseni tam olarak anlaşılammıştır. Erken gelişim döneminde üreterik tomurcuğun ekstrarenal bölümü tek katlı küboidal epitel ve bunu saran gevşek iyi ayrılmamış mezenşimal hücrelerden oluşmaktadır. Gelişen üreter orta üreteral seviyeden kranial ve kaudal yönlere doğru rekanalize olmaya başlar (11). Pek çok araştırmacı konjenital üreteral obstrüksiyonların üreteropelvik ve üreterovezikal bileşke düzeyinde tamamlanmamış rekanalizasyon nedeniyle ortaya çıktığını savunmaktadır. Fetüste üriner sistemde düz kas hücre farklılaşması ilk olarak mesanede yedinci haftada ve üst üreterde on altıncı haftada görülmektedir. Üreteropelvik bileşke düzeyinde üreteral farklılaşmanın durması üreterik tomurcuğun intra ve ekstra renal bölümleri arasındaki geçiş zonunda aperistaltik üreteral segmentin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (11,13,14).

Fetal üreterler başlangıçta redundan ve tortüyozdur, vücudun uzunlamasına büyümesi ve böbreklerin pelvisten üst retroperitoneal pozisyonlarına çıkışı sırasında gerginleşir. Fetal katlantıların ve tortiyozitenin kalıcı olması da hidronefroz gelişiminde bir başka faktör olarak ortaya atılmaktadır (11).

İntrensek lüminal daralmanın neden olduğu obstrüksiyon tüm üreter boyunca görülebileceği gibi en sık üreteropelvik bileşke düzeyinde ortaya çıkmaktadır. İntrensek lezyonlar stenoz ya da valvlere ait olabilir. Bu bölgede fizyolojik olarak etkin peristaltizm yokluğu ve yetersiz lüminal distansiyon birlikte bulunmaktadır. Stenotik UP bileşkede normal transizyonel epitelin var olduğu, ancak bunu çevreleyen düz kas hücrelerinin normalden az sayıda bulunduğu histolojik olarak gösterilmiştir (11,14,15).

Bazı olgularda da UP bileşke lokalizasyonunda anormal müsküler hipertrofi saptanmıştır. Kazanılmış UP bileşke stenozları asendan piyeloüreterit ve bunu izleyen stenoz gibi inflamasyona bağlı ortaya çıkabilmektedir (13,14).

Üreteral valvler ilk olarak Fenger tarafından 1894'te 'flap valv' şeklinde tanımlanmıştır. Embiyolojik olarak fetal pililerin kalıntısı olduğu düşünülmektedir (15).

İnsersiyon anomalisinde geniş kalibreli renal pelvisten dar üretere idrar akışının etkin olabilmesi üreterin pelvise en alt düzeyde bağlanması ile sağlanmaktadır. UP bileşke obstrüksiyonu yüksek ve sıklıkla oblik üreter insersiyosu varlığında da ortaya çıkmaktadır (11,13).

Böbrekler mobil organlardır, retroperitona asılı ve asıl olarak hilusundan bağlıdır. İntrensek stenoz ya da çaprazlayan damarlara bağlı üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olması halinde renal pelviste ilerleyici dilatasyon gerçekleşecektir. Böbrek büyür ve renal pelvis genişledikçe üreteropelvik bileşke bükülür, döner ve yukarı doğru yer değiştirir. Bu değişikliklerin sonucunda da sanal flap valv ortaya çıkar (11).

Fibröz bantlar ve adezyonlar tekrarlayan üriner trakt enfeksiyonları ve perkütanöz nefrostomiler sonucunda gelişmektedir. Renal pelvis ve proksimal üreterde fibrozis oluşumuna neden olarak var olan stenozu daha da belirgin hale getirebilmektedir (13-14).

Çaprazlayan damarlar 1909'da Mayo tarafından tanımlanmıştır ve böbrek alt polünü besleyen aberan renal vasküler yapıların proksimal üreterde açılanmaya ve obstrüksiyona neden olduğu gösterilmiştir. Böbreklerin intrauterin dönemde retroperitoneal yukarı çıkışı sırasında üreterovasküler konfigürasyonun anormal gerçekleşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır (11).

2.2.4.Konjenital Megaüreter (Üreterovezikal Bileşke Obstrüksiyonu)

Konjenital megaüreter distal üreterin fonksiyonel obstrüksiyonudur ve tipik olarak üreter orifisinin yaklaşık 2-4 cm üzerindeki üreter segmentinde görülmektedir. Bu anormal segment normal kalibrededir ve proksimaldeki normal fonksiyonel üreter dilatedir. Caulk'un orijinal yayınında primer obstrüktif megaüreter olarak tanımlanmıştır ve Hirschsprung hastalığına benzetilmiştir (17). Ancak çok sayıda histolojik çalışmada nörolojik yetersizlik ya da parasempatik ganglia hücrelerinin yokluğu tanımlanmamıştır. Konjenital megaüreterde distal adinamik segmentin bu lokalizasyondaki düz kas hücrelerinin yetersizliğine ve kollajen miktarının artışına bağlı geliştiği öne sürülmektedir (12,17).

2.2.5.Çift Toplayıcı Sistem

Çift toplayıcı sistem parsiyel ya da komplet olabilir. Normal üreter embriyolojisinde üreterik tomurcuk metanefrik blasteme invajine olduktan sonra toplayıcı sistemi ve distal toplayıcı duktusları oluşturan dallara ayrılır. Parsiyel duplikasyon üreterik tomurcuğun metanefrik blastem ile birleşmeden önce dallara ayrılması sonucunda gelişmektedir. Tam duplikasyonda ise iki ayrı mezonefrik duktustan gelişen üreterik tomurcuklar metanefrik blastem ile ayrı ayrı birleşerek üst ve alt intrarenal toplayıcı sistemleri oluşturmaktadır ve her sistem ayrı üreter tarafından drene edilmektedir. Mezonefrik duktusun kaudale migrasyonu ile alt toplayıcı sistemin üreterovezikal bileşkesi trigonda yaklaşık olarak normal lokalizasyonuna yerleşmektedir. Buna karşılık üst toplayıcı sistem mesaneye alt-iç düzeyde açılmaktadır. Meyer-Weigert kanununa göre üst sistemi drene eden üreter (ektopik üreter), alt sistemi drene eden üreterin (ortotopik üreter) alt-iç lokalizasyonunda yer almaktadır. İyi gelişmemiş valv mekanizması nedeniyle alt sistemde reflü gelişirken, ektopik ekstrevezikal insersion ve sıklıkla üreterosel ile birlikte bulunması nedeniyle üst sistemde obstrüksiyon görülmektedir (10,17,19).

2.2.6. Üreterosel

Üreterosel ortotopik ya da ektopik distal üreterin fokal submukozal dilatasyonudur. Ortotopik üreteroselde bu dilatasyon mesane boynundan posterior üretraya kadar uzanabilir. Ektopik üreteral açılımda üreter trigondaki normal açılım yeri dışında mesane, üretra, seminal veziküller veya vajene açılabilir (17,18).

2.2.7. Veziko Üreteral Reflü

Vezikoüreteral reflü (VÜR) üreterovezikal bileşkede üreterden mesaneye idrarın serbestçe akışını sağlayan tek yönlü valv mekanizmasının bozulmasıyla ortaya çıkmaktadır. Normalde üreter hafif oblik açı ile mesaneye girer ve daha sonra trigonda yaklaşık 2 cm submukozal olarak ilerler. Mesane dolduğunda ve miksiyon sırasında intravezikal basınç artar ve mesane duvarı her yönde eşit olarak düzleşerek submukozal üreter kaslarını sıkıştırır ve reflü engellenir. Eğer üreter mesane duvarına direkt veya submukozal segmenti daha kısa olacak şekilde açılırsa bu valv mekanizması bozulur ve reflü gelişir (10,12,17-20).

2.3. Görüntüleme Yöntemleri

2.3.1. İntravenöz Ürografi

İntravenöz ürografi (İVÜ), genitoüriner sistemin değerlendirilmesinde uzun yıllardır kullanılmaktadır. Genellikle klinik uygulamalarda ilk başvuru görüntüleme yöntemlerinden biridir (21). Kesitsel görüntüleme tekniklerinin ve US'nin gelişimi ile birlikte kullanımı azalmış olmakla birlikte, ucuz, kolay uygulanabilir ve ürologlar tarafından kabul edilmiş olması nedeniyle tercih edilmektedir (21-23). İntravenöz ürografi, ile toplayıcı sistemin morfolojik değerlendirilmesi ve indirekt olarak fonksiyon hakkında bilgi alınması mümkündür (5). Geometrik çözümüleme (spatial resolution=birbirine komşu iki yapının ayırt

edilebilme gücü) MR'dan daha yüksektir (7). Üriner sistemde üstün anatomik nitelendirme yapabilmesi, taş ve kalsifikasyona duyarlılığı, obstrüksiyon düzeyini ve renal skarı saptayabilmesi avantajlarını oluşturmaktadır. Ancak pediatrik hastalarda İVÜ endikasyonları son 20 yılda US ve izotop görüntülemenin kullanımının yaygınlaşması ile azalmıştır (8,9,20-23). Bebeklerde böbrek maturasyonunun henüz tamamlanmadığı dönemde toplayıcı sistem içerisinde yeterli kontrast madde konsantrasyonunun sağlanması ancak doğumdan 2-3 hafta sonra ve 2-3 ml/kg dozda kontrast madde verilmesi ile mümkün olmaktadır. Ayrıca çocuk hastalarda yeterli barsak temizliğinin elde edilememesi ve abdominal gaz distansiyonunun engellenememesi görüntü kalitesini azaltmaktadır (18).

Kontrast madde enjeksiyonuna ihtiyaç duyulması ve iyonize radyasyon kullanımı İVÜ' nin dezavantajlarıdır. İyotlu kontrast madde alerji riski ve böbrek yetmezliği varlığında uygulanımı mümkün olmamaktadır. Ayrıca sistemin ileri derecede dilatasyonu veya renal fonksiyonel yetersizlik söz konusu olduğunda üriner sistemde kontrast madde konsantrasyonu sağlanamaması da kullanımını kısıtlamaktadır (24-27).

2.3.2.Voiding Sistoüretrografi

Mesane anatomisi, divertikül ya da alt üriner sistem konjenital anomalileri, yüksek basınçlı vezikoüreteral reflü (VÜR) tanısında ve üretranın değerlendirilmesinde VSÜG kullanılmaktadır. Diğer görüntüleme yöntemleri ile indirekt bulguları saptanabilen VÜR'ü direkt olarak göstermesi ve infravezikal obstrüksiyonların tanısında kullanımı nedeniyle üstünlüğü devam etmektedir (19).

Yenidoğanda VSÜG endikasyonları; prenatal tanımlanmış hidronefroz, tek taraflı multikistik displastik böbrekte karşı tarafta reflü varlığının ekarte edilmesi, olası mesane çıkışı obstrüksiyonu (posterior üretral valvler ve üretral anomaliler), üreterosel ile birlikte ya da tek başına çift toplayıcı sistem gibi patolojilerdir. Ayrıca bebekte ambigüs genitalya varsa kontrast madde tüm genitoüriner kavite içine doldurularak genitogramı alınarak, mesane ve diğer genital boşlukların anatomisi tanımlanabilmektedir (18,19).

Ancak floroskopi eşliğinde X ışını kullanılarak uygulanması ve görece invaziv bir tetkik olması dezavantajlarıdır (3,18,19).

2.3.3.Retrograd ve Antegrad Piyelografi

Kontrast maddenin direkt olarak üreterden verilerek renal toplayıcı sisteme doldurulduğu retrograd piyelografi yönteminde böbreğin kontrast maddeyi süzmesine gerek duyulmamaktadır. Antegrad piyelografi perkütan yolla yerleştirilmiş kateter aracılığıyla pelvikalisyel sistem içerisine kontrast madde verilerek yapılmaktadır.

Sıklıkla toplayıcı sistem ve üreter morfolojisinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Ancak üreteral orifiste zedelenme, aşırı distansiyona bağlı pelvikalisyel rüptür ve kontrast maddenin piyelosinüs, piyelotübüler, piyelovenöz ve piyelolenfatik geri kaçıışı olası komplikasyonlarıdır. İnvaziv teknikler olduğundan çocuklarda ancak genel anestezi verilerek yapılabilmektedir ve üriner sistemin küçük bir bölümü hakkında bilgi sağladığından ilk uygulanacak görüntüleme yöntemlerinden biri değildir (1,2,5,10).

2.3.4.Ultrasonografi

Ultrasonografi (US) pediatrik üroradyolojide temel görüntüleme modalitesi olarak yaklaşık 20 yıldır önemini sürdürmektedir (9). Özellikle prenatal US ile fetal üriner sistemin değerlendirilebilmesi konjenital hidronefrozun erken tanısını sağlamaktadır (3).

Prenatal US'de amniotik sıvı miktarı, renal pelvik dilatasyon, renal parankim ve mesane boyutu ve boşalması 30 haftadan önce değerlendirilmelidir. Şiddetli obstrüktif üropatilerde ya da renal displazilerde oligohidroamniyoz ve anhidroamniyoz nedeniyle pulmoner hipoplazi gelişmektedir ve bu durum doğum sonrası yaşam şansını azaltmaktadır. Prenatal US takiplerinde artan renal pelvis dilatasyonu (15 mm'den daha fazla), kaliyektazi ve renal parankimal incelleme uzun süreli obstrüksiyonların belirtileridir. Eğer fetüste şiddetli yapısal anomali, karyotip anomalisi ya da renal displazi yoksa ve fetüs yeterli renal fonksiyonel değerlere

sahipse bilateral ya da soliter böbrekte devam eden veya artan hidronefroz ve oligohidroamniyoz antenatal girişim için endikasyon olabilmektedir.

Fetüste üriner sistemde dilatasyon nedenleri UP bileşke obstrüksiyonu, retrokaval üreter, primer obstrüktif megaüreter (üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu), primer obstrüktif olmayan megaüreter, VÜR, midüreteral striktür, üreterosel (ektopik-ortotopik), ektopik üreter, posterior üretral valvler, Prune-belly sendromu, üretral atrezi, hidrokolpos, pelvik tümör ve kloakal anomaliler olabilir.

Doğumdan sonra da üriner sistemin değerlendirilmesinde ilk tanı yöntemi US'dir. Ultrasonografi ile renal parankimde yer kaplayan lezyonun kistik-solid ayrımı yapılabilmektedir. Böbrek morfolojisi, toplayıcı sistem, renal parankim kalınlığı, ekojenitesi değerlendirilmektedir. Ayrıca toplayıcı sistemdeki opak ve opak olmayan taşların saptanmasında ve nefrokalsinozis tanısında da duyarlı bir görüntüleme yöntemidir.

Mesanenin US ile incelenmesinde morfolojik özellikleri tanımlanabilmekte ve taş, yabancı cisim, divertikül gibi patolojilerin tespiti yapılabilmektedir. Genital sistem ve olası anomalileri de değerlendirilebilmektedir (10,12,18)

Kolay uygulanabilir, hızlı ve ucuz olması yanında radyasyon riski taşınmaması ve kontrast madde gereksinimi duymaması tercih edilme nedenleridir. Ayrıca gerekli görülmesi halinde US eşliğinde girişim yapılması mümkündür.

Ancak tüm bu avantajlarına rağmen US'nin de dezavantajları vardır. Öncelikle renal fonksiyon hakkında bilgi almak mümkün değildir. İleri derecede dilate sistemlerin ya da renal skarın değerlendirilmesi kolaylıkla olmamaktadır (5). Normal kalibredeki üreterler yeterli görüntülenemez. İntestinal gaz nedeniyle üreterdeki obstrüksiyon düzeyinin tam olarak saptanamaması US'nin kör noktasını oluşturmaktadır (22). Hastanın hidrasyon düzeyi ve mesane doluluğuna bağlı olarak değerlendirmede farklılıklar ortaya çıkabilmektedir. US'nin kullanıcıya bağlı bir tetkik olması diğer bir dezavantajdır.

2.3.5. Bilgisayarlı Tomografi

Bilgisayarlı tomografi (BT), genellikle diğer görüntüleme modaliteleri ile saptanan üriner sistem patolojilerinin ileri düzeyde değerlendirilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Travmada ilk başvuru olan görüntüleme yöntemi olabilmektedir (28).

Spiral BT ile görüntü kalitesinde kayıp olmadan özellikle çocuk hastalarda birkaç dakika içerisinde çok hızlı bilgi sağlanabilmektedir. Renal ve pelvik maligniteler, tüberküloz ve ksantogranülomatöz piyelonefrit gibi kronik ve atipik enfeksiyonlar, US ile yeterli bilgi alınamayan ürolitiazis, konjenital ürogenital anomaliler ve angiyoğrafi gereksinimi BT endikasyonlarını oluşturmaktadır .

Multi-dedektör veya çok kesitli spiral BT'nin gelişimi ile 1 mm kesit kalınlığına kadar görüntü alınabilmektedir ve geometrik rezolüsyonun artması ile iyi anatomik detay kalitesine sahip multiplanar ve üç boyutlu rekonstrüksiyonlar yapılabilmektedir. Kalsifikasyon ve taşı saptama duyarlılığı yüksektir. Hızlı uygulanması nedeniyle derin sedasyon ihtiyacı azalmıştır (22,28). Ancak radyasyon dozu gonadlar için kaçınılmazdır. Çok kısa bir süre de olsa çocukların yatar pozisyonunda kalması gerekmektedir. Potansiyel nefrotoksik ve allerji riski olan iyotlu kontrast maddeye ihtiyaç duyması da kullanımını kısıtlamaktadır (22).

2.3.6.Sintigrafi

Pediyatrik üronefrolojide sintigrafik çalışmaların ana işlevi diğer tanısal modaliteler ile kolaylıkla belirlenemeyen fonksiyonun sayısal değer olarak tanımlanmasıdır. Radyasyon dozu tüm prosedürlere göre daha düşüktür ve sedasyon çok nadiren gerekmektedir (24).

Glomerüler filtrasyon hızı, intravenöz enjeksiyonla verilen Cr-51 EDTA (ethylenediamine tetraacetic acid) veya Tc-99m DTPA (diethylene triamine pentaacetic acid) gibi radyoaktif maddelerin glomerüler filtrasyonla plazmadan kaybolması taranarak ölçülmektedir.

Kortikal sintigrafi; Tc-99m DMSA (dimercaptosuccinic acid) ile yapılır ve akut piyelonefrit sırasında, sonrasında oluşan bölgesel kortikal hasar değerlendirilir. Diğer endikasyonları küçük böbrek, displazi, multikistik fonksiyon göstermeyen böbrek ve ektopik böbrektir. Ancak Tc-99m DMSA sintigrafisi, renal apse, kist, çift böbrek ve hidronefroz gibi lezyonlarda spesifik olmayıp benzer bulgular verir. Ultrasonografi ile kombine edilerek bu lezyonların ayrımı daha iyi yapılabilmektedir. Ayrıca belirgin hidronefroz varlığında radyoaktif madde renal kavite içerisinde birikebilmekte ve buna bağlı olarak kortikal imajların ayrımı güçleşebilmektedir.

Radyoaktif maddenin kandan böbrek tarafından temizlenme kapasitesi (renal klerens) ve böbrekten atılarak mesaneye boşaltılması renografi ile ölçülmektedir. İdeal radyoaktif madde renal hücrelerde herhangi bir retansiyona uğramamalı ve sadece böbrek tarafından atılmalıdır. Tc-99m MAG 3 (mercaptoacetyltriglycine) özellikle bebeklerde renografide tercih edilmektedir.

Normal renogram eğrisi böbrek klerensine dayanan çıkan bir segment, 3 dk. civarında bir pik ve normal boşaltım için tipik hızla inen bir segmentten oluşmaktadır. Üriner sistemde obstrüksiyon varlığında başlangıçtaki çıkan segment normaldir ancak toplayıcı sistemdeki staz nedeniyle inen segment görülmemektedir ya da gecikmektedir. Staz renal obstrüksiyonun bir kriteridir, diüretik enjeksiyonu ve miksiyon sonrası çıkan eğrinin devam etmesi yüksek dereceli obstrüksiyona işaret etmektedir (5,24,29-31).

Diferansiyel renal fonksiyon (relatif klerens, split fonksiyon ya da DRF); her iki böbrek için toplam %100 olacak şekilde, sağ ve sol böbrek için ayrı ayrı 2-3 dk zaman aralığı sırasındaki aktivitesi hesaplanarak bulunmaktadır. Normal değerler %45-55 arasındadır. (24).

Diüretik renografi tüm üropatilerde her bir böbreğin renal fonksiyonunun veya drenaj fonksiyonunun değerlendirilmesinde tanı ve takipte kullanılmaktadır. Özellikle hidronefrotik böbrekte obstrüksiyon derecesinin ve DRF'nin belirlenmesi amacıyla uygulanmaktadır. Diferansiyel renal fonksiyonun %40 altında olması cerrahi sınır olarak kabul edilmektedir.

Nükleer sistogram da VÜR tanısında kullanılmaktadır. Anatomik detay bilgisi standart VSÜG'e göre daha zayıftır ve VÜR'ü derecelendirme imkanı bulunmamaktadır (24).

Üriner sistemin sintigrafik çalışmalarla değerlendirilmesinde fonksiyon hakkında sayısal değerlerde bilgi almak mümkündür ancak anatomik detay ve doku karakterizasyonu yeterli değildir ve elde edilen sonuçların bir görüntüleme yöntemi ile kombine edilmesi gerekmektedir (24,29-33).

2.3.7. Manyetik Rezonans Ürografi

Pediyatrik ürogenital sistemin değerlendirilmesinde kullanılan tüm modalitelerin avantajları, dezavantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Bir incelemede tüm modalitelerin faydalarının hepsini sağlayabilen yöntem ideal görüntüleme yöntemi olacaktır. Manyetik rezonans ürografi üriner sistemin morfolojisi ve fonksiyonunun birlikte değerlendirildiği görece yeni bir modalitedir. Manyetik rezonans ürografinin tek avantajı radyasyon kullanılmaması değildir. Özellikle konvansiyonel tekniklerle karşılaştırıldığında her üç ortogonal düzlemde yüksek kontrast ve uzaysal rezolüsyona sahip görüntüler elde edilmektedir (1,2,5,6,34,35).

Manyetik rezonans görüntülemenin üriner sistem görüntülenmesinde üstünlüğü giderek artmaktadır (2,6,34). Son birkaç yıl içerisinde ilk olarak deneysel modeller üzerinde başlatılan ve daha sonra hastalara uygulanan hızlı MR teknikleri ile üriner sistemin statik incelemesinin yanısıra fonksiyonel değerlendirmesi de yapılabilmektedir (5,25,30,31).

Manyetik rezonans ürografi temel sekansları ağır T2A ve kontrast sonrası T1A sekanslardır. T2A MR ürogramlar statik suya bağlı görüntülerdir. Statik suya intrinsek kontrast madde denebilir. İdrar ağır T2A sekanslarda yüksek sinyal intensitesine sahiptir ve üriner sistemi çevreleyen solid dokular ile arasında yüksek kontrast oluşmaktadır. Statik sıvı MR ürografinin tanısal avantajı böbrek boşaltım fonksiyonundan bağımsız olmasıdır. Bu önemli avantaj fonksiyon göstermeyen böbrekleri olan hastalarda da MR ürografiyi kullanılabilir duruma getirmektedir.

Diğer taraftan statik sıvı MR ürografi ile böbrek fonksiyonu hakkında bilgi sağlanamaz (1,2,6-9,32,34,35).

Konvansiyonel spin eko sekanslar, kısa veri toplama (data acquisition) süreli ağır T2A görüntülerin sağlanmasında denenmektedir. İlk olarak 1980'lerin ortalarında Hennig ve arkadaşları tarafından temel prensibi spin eko görüntülemeye dayanan yeni bir teknik geliştirildi ve relaksasyon artırımı hızlı veri toplama (Rapid Acquisition with Relaxation Enhancement =RARE) adı verildi. RARE ürograma benzer MR görüntülerinin sağlandığı ilk sekanstır (7-9,29,36).

RARE görüntüleme çok genel olarak spin eko görüntülemeden temel alınarak geliştirilmiştir. Standart spin ekoda her 90° RF puls 180° RF puls ile birlikte uygulanmaktadır.

Hızlı T2A sekansta tek 90° eksitasyon puls sonrası faz kodlama step sayısı kadar 180° RF puls uygulanma ile eko elde edilmektedir ve her 180° RF puls sonrası faz kodlama basamağı değiştirilmektedir. Pulsar arası zaman (TR) her ekoda eşittir. Bir 90° pulsu izleyen ekoların sayısı yani bir TR süresinde kaç defa eko elde edildiği echo train length (ETL) ya da TSE faktör (RARE faktör) olarak tanımlanmaktadır. Ekolar arası mesafe ESP (echo space) ile tanımlanır. TE, efektif ETL'nin ortasında bulunan k-space'de santrale yerleştirilen ekoyu tanımlar ve oluşturulacak görüntüdeki kontrastı belirleyen ana unsuru oluşturur.

$$TE_{eff} = ESP \times ETL / 2$$

Multi-shot SE sekansında çok sayıda 90° RF puls ile tek bir MR görüntüsü elde edilmektedir. Single-shot TSE sekansının daha hızlı olmasının nedeni sadece tek bir 90° RF puls uygulanmasıdır.

Spin eko görüntülemedeki bir başka önemli faktör de 'echo time'dır. TE 90° RF puls ile eko sinyali arasındaki süredir. Single-shot TSE'de effective echo time eko profilini yansıtır, k-space çizgisinin santraline yerleşmiştir.

Spin eko sekansında k-spacenin doldurulması yukardan aşağıya doğru ve birbirini takip eder şekildeyken, single-shot TSE'de yine yukarıdan aşağıya doğrudur ancak her eko birbirini takip etmez, orta eko k-spacenin merkezinde olmak üzere atlayarak doldurulur.

Single-shot TSE sekansı ve half-Fourier data sağlamanın kombinasyonu RARE tekniğinin en hızlı varyantı olan HASTE (half-Fourier acquisition single-shot turbo spin echo) sekansını ortaya çıkarmaktadır (32,34-37).

T2A HASTE sekansından sonra ikinci MR ürografi tekniği T1 ağırlıklıdır ve konvansiyonel ürografiye benzer şekilde intravenöz kontrast madde verilerek alınan sekanstır. Bu teknikte böbreklerin hem morfolojik hem de fonksiyonel özellikleri değerlendirilebilmektedir. Gadolinium şelatörlerinin renal boşaltım fonksiyonu hakkında bilgi sağlamada kullanımı önceki pek çok çalışmada ispatlanmıştır (26,29,32,34,35,38).

T1A sekans çok hızlı görüntü elde edilen ve buna bağlı olarak hareket artefaktlarından en az etkilenen, gradient eko özellikleri taşıyan sekanstır. Tekniğin hızlı olması nedeniyle üç boyutlu (3D) görüntüler elde edilebilmektedir. Gradient eko görüntülemeye spin eko'da kullanılan 180° RF puls kullanılmamaktadır. Küçük açıda (90°den küçük flip angle) olmak üzere tek bir RF puls çok kısa TR sürelerinde kullanılmaktadır. Üç boyutlu teknikte RF puls incelenmesi planlanan tüm dokuya aynı anda uygulanmaktadır. Buna bağlı olarak elde edilen sinyal geniş bir volüm içindeki protonlardan geldiği için çok yüksek amplitüde olacaktır. Sinyal amplitüdünün yüksek olması sinyal-gürültü oranının (SNR) yüksek olmasına neden olmaktadır. Üç boyutlu görüntülerde uzaysal rezolüsyon da belirgin derecede artmaktadır. Üç boyutlu tekniği yüksek Tesla değerleri olan cihazlarda ve 1 mm gibi çok ince kesit kalınlığında uygulanabilmektedir (6,36,37).

Elde edilen üç boyutlu ana görüntülerden MIP (maximum intensity projection) işlemleri sonrasında daha ayrıntılı anatomik inceleme yapmak mümkün olmaktadır. Üç boyutlu kontrast sonrası MR anjiyografi ile renal arterler, renal parankimal perfüzyon ve renal venler değerlendirilebilmektedir (34,35).

Gadolinium ve öncesinde verilen düşük doz diüretik üriner sistemin tam ve üniform kontrast madde ile görünür hale gelmesini sağlamaktadır. Bu, özellikle üreterlerin değerlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Gadolinium şelatörleri düşük moleküler ağırlığa sahiptir ve intravenöz yoldan verilmesini takiben hızla böbreklerden glomerüler filtrasyon yoluyla elimine edilmektedir. Klinik dozlarda gadolinium çok düşük nefrotoksisteye sahiptir ve

diyalize uyumludur. Kinetik özellikleri ve güvenlik profili nedeni ile gadolinium MR ürografide güçlü kontrast madde olarak kullanılmaktadır (4,5,29,34,35,38).

Paramanyetik kontrast ajanlar sıvıların ve dokuların T1 ve T2 relaksasyon zamanlarını kısaltmaktadır. Gadolinium T1 kısaltma etkisi ile T1A görüntülerde idrarın sinyal intensitesinde artışa neden olmaktadır. İdrardaki düşük gadolinium konsantrasyonlarında T1 artırıcı etkisi belirgin olmaktadır. Tam tersine gadoliniumun T2 etkisi (ya da gradient eko sekansındaki T2* etkisi) istenmeyen etkidir, çünkü idrardaki pozitif kontrast artımını azaltmaktadır ve sinyalsizliğe yol açmaktadır. T2/T2* etkisi özellikle gadolinium yüksek konsantrasyonlarında dahada belirgin hale gelmektedir. Endoluminal T2* etkisinin kontrolünde en etkili anahtar gadoliniumun furosemid gibi diüretiklerle kombine edilmesidir (29,34,35).

Furosemid lup diüretikleri sınıfından çok güçlü bir diüretiktir. Bu ajan etkisini böbreklerden ilk geçişte hemen oluşturmaktadır ve genellikle intravenöz uygulanmasından 15-20 saniye sonra ortaya çıkmaktadır. Diüretik etkisini Henle lupunun çıkan kolunda Na⁺/K⁺/2Cl⁻ taşıyıcısını bloke ederek tübül içerisindeki suyun hızla tutulmasını sağlayarak oluşturmaktadır. Glomerüler filtrasyon oranı furosemid ile değişmemektedir ancak idrar volümü ve akımı belirgin artmaktadır (6,34,35).

Diüretik uygulanarak yapılan MR ürografide gadolinium ve furosemid arasındaki pozitif etkileşim ile idrardaki kontrast artımı optimal düzeye çıkmaktadır (23). Furosemid etkisi ile idrar volümü artarak üriner sistemde distansiyona neden olmaktadır. Atılan sıvıdaki gadolinium konsantrasyonu endoluminal sıvı artışı ile dilüe olmaktadır. Fakat MR ürografinin uzaysal rezolüsyonunun İVÜ'den zayıf olması nedeniyle dilate olmayan kalisyel forniksler gibi ince detaylar kaybolmaktadır (22,26,34,35,38).

Son birkaç yıl içerisinde ilk olarak hayvan modelleri üzerinde normal sistemlerde ve deneysel üreter stenozu gerçekleştirilerek başlatılan çalışmaların sonuçlarında böbrek boşaltım fonksiyonunu değerlendirmek amacıyla MR renografi geliştirilmiştir (30,31).

Dinamik MR ürografide T1A gradient eko sekans kullanılmaktadır. Görüntüleme süreci ve diüretik uygulaması diüretik renal sintigrafi tekniği esas alınarak belirlenmiştir. Dinamik MR ürografi incelemesinde, kontrast maddenin IV

bolus infüzyonunu takiben tekrarlayan sekanslarda öncelikle kontrast maddenin vasküler geçişinden birkaç saniye sonra maddenin glomerüllere ulaştığını gösterecek şekilde böbreklerde periferal yüksek intensiteli bir kortikal 'rim' görülür. Böbrek dokusundaki homojen intensite artışı kontrast maddenin kandan transportuna işaret eder ve daha sonra madde toplayıcı sisteme geçer. Toplayıcı sistemin morfolojik görünümü kontrast maddenin ekskresyonu sonucu elde edilir. Obstrüksiyonu olmayan böbreklerde, inceleme sonunda kontrast parankimden temizlenmiş olur.

MR ürografide renal fonksiyonun belirlenmesi için parankimin üzerine konan ROI'ye bağlı olarak oluşturulan zaman-intensite eğrileri kullanılır. Normal böbreklerde MR ürografik renogramlar sintigrafiye benzer şekilde üç tipik faz gösterir:

- Birinci segment hızla yükselir ve parankimal perfüzyonu gösterecek şekilde böbreğe kontrast maddenin ulaşması anlamına gelir.
- İkinci segment maksimum intensiteye ulaşana kadar daha yavaş hatta lineere yakın bir artış gösterir. Maksimum intensiteye ulaşma normalde 2 - 4 dakika sürer. Bu segment kontrast maddenin parankimal transferini ifade eder ve kandan gelen kontrast madde böbrekten süzülenden fazla olduğu sürece artış devam eder. İkinci segment diüretikli renal sintigrafide ve MR ürografide tek böbrek fonksiyonun hesaplanması için kullanılır.
- Üçüncü segment seri bir düşüş ile karakterizedir ve kontrast maddenin parankimden toplayıcı sisteme aktarılmasını ifade eder.

MR ürografide tek renal fonksiyon, her böbrek için oluşturulan parankimal renogram eğrilerindeki 2. segmentin eğiminin ve fonksiyonel parankimin hacminin sağ-sol böbrek oranlarına bağlı olarak hesaplanır. Öncelikle heriki böbrek için oluşturulan parankimal renogram eğrilerinde ikinci segment eğrisinin altında kalan alan hesaplanır. Ardından heriki böbrek için koronal planda ortadan geçen kesit seçilir ve fonksiyonel hacim bilgisi için alanı hesaplanır. Fonksiyonel hacim değişkeninin eklenmesinin sebebi MR ürografi renogramlarının DRS renogramlarının aksine ROI'nin konulduğu alandaki dokunun ortalama sinyal intensitesinden elde edilmesidir. Böylece her nokta belirlenen zamanda o hacimdeki intensitelerin ortalamasından oluşturulur. MR ürografide fonksiyonel

hesaplama 2. segment eğiminin sağ-sol oranına dayanır. Ancak bu oran fonksiyonel dokunun tamamını değil sadece bir doku ünitesinin fonksiyonunu temsil eder.

Böbrek fonksiyonunu hesaplamak için, sağ ve sol böbrek için oluşturulan MR ürografik renogramlarda, 2. segment altında kalan alan hesaplanır. Yaklaşık olarak sağ-sol fonksiyonel alanlarının oranını hesaplamak için böbreklerin ortasından geçen postkontrast koronal kesit kullanılır. Bu kesitin alanı çalışma istasyonunda bulunur. İkinci segment altında kalan alan (mm²) ve yaklaşık doku hacmi sağ ve sol böbrek için ayrı ayrı hesaplanarak birbiriyle çarpılır. Her bir yön için bulunan değer, sağ ve solun toplamına oranlanarak o böbreğin fonksiyonunun böbreklerin toplam fonksiyonuna oranına ulaşılır (tek böbrek fonksiyonu).

Üriner ekskresyonun MR ürografi ve DRS ile değerlendirilmesi (pelvikalisiyel sistemi de içine alacak şekilde) tüm böbrek üzerine yerleştirilen ROI ile saptanan zaman-intensite, zaman-aktivite eğrilerinin oluşturulması ile mümkün olmaktadır. Tüm böbrek renogramlarının 3. segmenti kontrast maddenin böbreklerden mesaneye eliminasyonu ifade eder. Normal renal derenajda MR ürografik renogramın 3. segmenti konkav olarak ve hızlıca 2. segmentin başlangıç noktasına iner (P noktası). Bu nokta pelvik yıkanmanın başlangıcını ifade eder. Üriner ekskresyon böbrek renogramlarındaki ekskretuar eğrinin seyri veya kontrast maddenin yıkanmasının görsel takibi ile değerlendirilir. Buna göre:

- Tüm böbrek renogramında 3. segment eğrisi P noktasına dönmüyor ve artmaya devam ediyorsa (akümülyasyon eğrisi),
- 3. segment konveks seyirli ve düşüşü gecikmişse,
- Görsel olarak renal pelvisten yıkanma minimal veya gecikmişse o böbrekte obstrüksiyon varlığından söz edilir.

Üriner sistemde obstrüksiyonun değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir parametrede renal transit zamanıdır (RTZ). Renal transit zamanı, kontrast maddenin korteksten, böbrek alt polü düzeyine kadarki üretere geçmesi için gerekli süre olarak tanımlanır (39). Bu değer obstrüktif patolojilerde uzadığı belirlenmiştir. Ayrıca obstrüksiyonun derecesi ile doğrusal ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Buna göre 4 dakikanın altındaki süre böbrekler için normal kabul edilmiştir. Sekiz dakika üstü değerler ise obstrüktif süreçlere işaret etmektedir. Arada kalan 4-8 dakikalık süreler ise şüpheli olarak değerlendirilmiştir. Onbeşinci dakikada üreterinde kontrast madde

görülmeven böbreklerde ciddi obstrüksiyon varlığından söz edilmiştir. RTZ ayrıca, üriner sistem dilatasyonu olan hastaların takiplerinde de kullanılabilir. Çünkü obstrüksiyondaki iyileşme RTZ'e kısalmaya neden olur. Ancak fonksiyonel kaybı olan dilate sistemli böbreklerde bu değer subjektif hale gelmektedir. Ayrıca 'şüpheli' olarak derecelendirilen grup ile 'obstrüktif' grup birbirinden net olarak ayıramayabilir.

Obstrüktif sistemlerde renal parankim volümünde azalmaya bağlı kontrast madde konsantrasyonu azalmaktadır ve böbrek boşaltımında gecikme ortaya çıkmaktadır. Elde edilen sonuçlar diüretik renal sintigrafi ile karşılaştırıldığında özellikle üriner sistem obstrüksiyonu olan çocuk hastalarda çok doğru bilgiler vermektedir. Bu şekilde MR ürografi ile bir görüntüleme yönteminde üstün anatomik veriler elde edilmesi yanında renal parankim ve boşaltım fonksiyonunun birlikte değerlendirilebilmesi mümkün olmaktadır (1-6,30-32,34,35,39).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Çalışma Grubu:

Çalışma 2004-2008 yılları arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji ve Pediatri AD polikliniğine başvuran ve MR ürografi incelemesi gerçekleştirilen hastalarda retrospektif değerlendirme yoluyla gerçekleştirilmiştir. Bu 4 yıllık süre içinde yaşları 1 ay ile 17 yaş arasında değişen, 25 erkek ve 14 kız olmak üzere toplam 39 hastaya 42 MR ürografi incelemesi yapılmıştır. İncelenen 13 hasta 1 yaşından küçük iken 13 hasta 1-6 yaş arasındaydı. Onüç hasta ise 6-17 yaş arasındaydı. Hastalardan 3'üne postoperatif kontrol inceleme de yapılmıştır.

Hastaların tamamı pediatri ve üroloji poliklinikleri tarafından değerlendirilmişti ve inceleme öncesi böbrek fonksiyon testlerinin normal sınırlarda olduğu bildirilmişti. İncelemeye dahil edilen hastalar, US ile unilateral veya bilateral üriner sistem dilatasyonu ve/ya kompleks üriner sistem anomalisi tespit edilen hastalardı. Devam eden üriner sistem enfeksiyonu olan ve sedasyonu sağlanamayan hastalar çalışma dışı bırakılmıştı.

3.2.Hasta Hazırlığı:

İncelemlerde 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 çalışılmıştı. Altı aydan küçük çocuklarda bu önlemler yeterliydi (n=6). Altı yaşından küçük, 6 aydan büyük çocukların tamamında ise sedasyona ihtiyaç duyulmuştu (n=20). Altı yaşından daha büyük olanlara ise sedasyon gerekmemişti (n=13). Bu hastalar uygun sözel bilgilendirme sonrası incelenmişlerdi.

Tüm hastalara inceleme öncesi intravenöz (İV) yol açılmıştı. Ünitemizdeki rutin protokole uygun olarak incelemeden 30 dakika önce 10 ml/kg dozda serum fizyolojik bolus infüzyonuna başlanmış ve 8 ml/kg/saat olacak şekilde inceleme boyunca devam edilmiştir. Tuvalet eğitimi olan hastalar işlem öncesi tuvalete

gönderilerek mesanelerinin boşalması sağlanmıştı. 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.

3.3.Teknik:

MR ürografi incelemelerinin tamamı 1-Tesla sistem (GE Medical Systems, Milwaukee, Wis) cihaz ile gerçekleştirilmişti. İncelemeler supin pozisyonda gerçekleştirilmişti. Vücut büyüklüğü izin veren hastalarda kafa sargısı, diğer hastalarda ise phase array torso sargı kullanılmıştı. Hasta hareketlerini engelleme amacıyla elastik bandajlar uygulanmıştı.

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 SSSE (*single shot spin echo*) sekanslarında görüntüler elde edilmişti. Aksiyel kesitlerin alınmasına başlanmadan hemen önce (F-15 protokolü) 0.3 mg/kg dozda furosemide (Lasix; Aventis Pharma, Bad Soden, Germany) İV bolus şeklinde uygulanmıştı. Yer belirleyici görüntülerin rehberliğinde böbreklerin, ureterlerin ve mesanenin tamamını içine alacak şekilde T1A ve yağ baskılı T2A görüntüler elde edilmiş koronal planda kalın slab ağır T2 imajlar ile anatomik görüntüleme tamamlanmıştı.

Dinamik inceleme için kontrastlı T1A 3D spoiled gradient-echo-recalled (SPGR) sekansı kullanılmıştı. Simfisis pubis ile diyafragma arasında kalan mesafe, anteriorda renal arterleri, posteriorda böbrek parankiminin tamamını ve ureterovezikal bileşkeleri içine alacak şekilde hafif açılmış koronal planda taranmıştı. İnceleme süreleri 12-15 saniye arasında değişmekteydi. İlk tekrar kontrastsız olarak alınmış ve ara vermeden 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 ureterlerin tamamında kontrastlanma izlenemeyen hastalarda beşer dakika aralıklarla 20. dakikaya kadar incelemelere devam edilmişti. İnceleme süresi ortalama 45 dakikaydı.

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

Fonksiyonel değerlendirme yapmak amacıyla, arşiv görüntülerden, kontrastlı kesitlerde manuel olarak iki farklı ROI (*region of interest*-ilgili bölge) seçilerek zaman-intensite eğrileri oluşturuldu. İlk ROI, korteks ve medullayı içerecek şekilde böbrek parankimine (parankimal ROI), diğeri ise parankim ve pelvikalisyel 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.

Çalışmamızda kullanılan MR sekansları ve parametreleri tablo 1’de sunulmuştur.

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.

3.4.Değerlendirme:

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

Tüm hastaların aynı radyolog tarafından yapılmış üriner sistem US incelemeleri vardı. Böbrek toplayıcı sistemdeki dilatasyonun US bulguları aşağıdaki şekilde derecelendirilmişti:

0:Normal

1:Renal pelviste dilatasyon (kaliksler etkilenmemiş)

2:Pelvikalisyel dilatasyon var (tüm kaliksler etkilenmemiş)

3: Pelvikalisyel dilatasyon var (tüm kaliksler etkilenmiş, parankimal incelmeye yok)

4:Ciddi düzeyde pelvikalisyel dilatasyon var (parankim kalınlığı azalmış)

Aynı zamanda US ile, MR ürografi öncesinde yapısal üriner sistem özellikleri ve taş, kist, kitle gibi patolojiler de değerlendirilmişti.

Diüretikli renal sintigrafide tek böbrek fonksiyonu ile birlikte, üriner sistemin ekskretuar fonksiyonu da karşılaştırmaya dahil edildi ve aşağıdaki şekilde derecelendirildi:

0:Normal

1:Boşaltımda uzama ve parsiyel obstrüksiyon

2:Diüretiğe yetersiz yanıt ve belirgin obstrüksiyon

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, kalisyel yapılar, renal pelvis büyüklüğü, ureteropelvik bileşke, ureterler, 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, ureteropelvik bileşkenin, ureterlerin yapısının, kalibrasyonunun, ureterovezikal bileşkenin ve mesanenin yapısal özelliklerinin ayrıntılı olarak değerlendirilmesine de olanak verdi.

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 RTZ hesaplanması ile değerlendirildi. Buna göre; tüm böbrek renogramında akümülyasyon 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:

- 1: 4 dakikanın altı (normal),
- 2: 4-8 dakika (şüpheli),
- 3: 8 dakika üstü (obstrüksiyon),
- 4: 15 dakika üstü (ciddi obstrüksiyon) olarak derecelendirildi.

4. BULGULAR

Çalışmamızda, US ile üriner sistemde patolojileri saptanan 39 hastaya 42 MR ürografi incelemesi yapılmıştı. Hastalardan 3'üne operasyon öncesi ve sonrasında kontrol MR ürografi uygulanmıştı. Tüm hastalarda rutin protokol kullanılmıştı (bkz. Tablo1). Üriner sistem patolojisi saptanarak refere edilen 10 hastanın sedasyonu sağlanamadığından incelenemenin tamamlanamadığı öğrenildi. Hastaların 20'sine sedasyon uygulanmıştı. Sedasyon için 50 mg/kg dozda oral kloral hidrat kullanılmıştı.

Tüm hastaların US incelemesi aynı radyolog tarafından yapılmıştı. Hastaların 30'unun hastanemizde veya dış merkezde yapılmış diüretikli renal sintigrafi incelemesi elde edilmişti.

4.1.Morfolojik Bulgular

Çalışmamızdaki 39 hastanın 16'sında üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu (ÜPBO) saptandı (resim 1-6). Bunların 4'ü bilateral, 11'i sol, 1'i sağ UP bileşke obstrüksiyonuydu. Bilateral ÜPBO olarak tarif edilen hastaların ikisi bilateral parsiyel obstrüksiyon, biri bilateral tam obstrüksiyon, biri de sol parsiyel sağ tam obstrüksiyonluydu. Ayrıca bunlardan biri bilateral pyeloplasti ameliyatı sonrasında değerlendirilmişti. Hastaların 3'ünde hem preoperatif hem postoperatif MR ürografi incelemeleri yapılmıştı. Bir hasta dışında tüm hastalarda MR ürografi patolojiyi tanımlamada başarılı bulundu. Operasyon sırasında sol 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).

Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonlu hastalarda renal pelviste dilatasyon, kalikslerde küntleşme, parankim kalınlığında azalma, renal pelviste balonlaşma, üreteropelvik bileşkede sivrilerek daralan pelvis yapısı tüm hastalarda değişik seviyelerde tariflenmişti (resim 1). Kontrast sonrası alınan kesitlerde ise kontrast

maddenin dilate pelvikalisyel sistemde seviyelenme gösterdiği izlendi. Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu olarak tanımlanan hastaların US derecelendirmeleri parsiyel obstrüksiyonda (n=5) 2-3, tam obstrüksiyonda (n=11) ise 4. derece ile uyumlu bulundu. Bu gruptaki hastaların 14'ünde diüretikli renal sintigrafi sonucu elde edildi. Sintigrafik incelemede bu hastaların 11 tanesi 2, 6 tanesi de 1 olarak değerlendirilmişti.

Unilateral ÜPBO saptanan hastaların birinde US, MR ürografi ve sintigrafide kontralateral böbrek saptanamadı. Hastanın operasyon öyküsü yoktu. Bu nedenle bu hasta renal agenezi olarak yorumlandı (resim 1). Sol ÜPBO tanımlanan bir hastada US'de sağ böbrekte kaliks taşı görülmüştü. Ancak MR ürografide taş tariflenemedi.

Unilateral ciddi ÜPBO olarak tanımlanan hastaların üçünde postkontrast arteriel incelemede renal pelvisi çaprazlayan aksesuar renal arter görüldü (resim 2). Bu hastaların 1'inde pelvisi çaprazlayan renal arter US' de tariflenmemişti.

Tek taraflı ÜPBO tanısı alan 4 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. Bu hastaların preoperatif ve postoperatif RTZ ile pelvis boyutları tablo 2 de sunulmuştur.

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, ÜPBO: üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu.

İncelenen patolojiler içinde diğerk bir grubu hidroüreteronefroz (HÜN) saptanan hastalar oluşturmaktaydı. Bu grupta 4'ü bilateral olmak üzere 12 hasta vardı. Yedi hastada dilatasyon US'de 2-3 düzeyinde, 5 hastada ise 4 düzeyinde derecelendirildi. Magnetik rezonans ürografide de dilatasyon aynı şekilde tanımlanabildi. MR ürografide HÜN saptanan hastalarda üreter distaline kadar devam eden toplayıcı sistem dilatasyonu ve çeşitli seviyelerde parankimal incelme, üreterik tortiyozite izlendi.

Üreterovezikal bileşkelerin genişliği, HÜN'un etyolojisinin belirlenmesinde önemli bir kriterdi. Ayrıca intraluminal patolojiler de değerdendirmeye çalışıldı. Ultrasonografide HÜN saptanan hastaların 5'inde dilatasyonun etyolojisinde distal üreter taşı tariflenmişti. MR ürografi ile bu hastalardan ancak 1'i tanımlananabildi. Bu hastada dilatasyon taştan sonra da devam ediyordu ve görünüm ılımlı UV darlık zemininde üreterolitiazis olarak yorumlandı (resim 7). Bu hastalarda MR ürografide üreterde tortuyozite ve valvler görüldü. Beş hastanın 3'ünde ayrıca ipsilateral veya kontralateral taşlar US ile saptanırken MR ürografide izlenemedi.

Unilateral HÜN saptanan 4 hastanın MR ürografisinde (1 hasta grade 4, 3 hasta grade 2-3 olarak derecelendirilmişti) toplayıcı sistem genişlemesine rağmen UV bileşkeler belirgin derecede dardı. Bu hastalar üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu (ÜVBO) olarak değerdendirildi. Bir hastada intraluminal distal üreter taşı görülmüştü. Bir hasta ise tek böbrekliydi (sol opere böbrek). ÜVBO olarak değerdendirilen bu hastaların operasyon sonuçları da tanıyı destekledi. İki hasta ise ılımlı ÜVBO nedeniyle takibe alındı.

Posterior üretral valv nedeni ile daha önceden opere edilen bir hastada US ile tekrar bilateral ciddi HÜN saptanmıştı. MR ürografide bu hastada ciddi HÜN yanı sıra UV bileşkelerde dilatasyon görüldü. Postkontrast serilerde sağ böbrek toplayıcı sistemine 20. dakikada kontrast geçişi olmadı ve sağ afonksiyone böbrek olarak tanımlandı. Ayrıca sol böbrek için RTZ 20 dakikadan uzundu. Bu durum ciddi obstrüksiyon lehinde değerdendirildi. Hastada operasyon sonrası üretrada skatrisyel daralma olabileceği düşünölmüş ve hasta tersiyer HÜN olarak değerdendirildi.

Bir hastada bilateral parankimde ileri düzeyde incelmenin eşlik ettiği, ciddi HÜN izlendi. Üreterovezikal bileşkeler de belirgin bir şekilde genişti. Hastanın renal transit zamanı her 2 böbrek için 20 dakikadan fazlaydı. Bu nedenle obstrüktif

patojiler düşünöldü. Hastanın operasyon sonucu posterior üretral valv ile uyumlu olup MR tanı doğrulandı.

Nörojenik mesane nedeniyle takip edilen diğer bir hastada sol ciddi HÜN saptandı. UV bileşkede patoloji izlenmedi ve RTZ 6 dakika olarak hesaplandı. Hastada ciddi obstrüksiyon düşünölmeydi. Yapılan VSÜG'de solda grade V reflü izlenen hasta nörojenik mesane ve reflü tanısı aldı.

İki hastada bilateral grade 2-3 HÜN saptandı. Renal transit zamanı normal veya hafif artmıştı. Voiding sistoüretrografileri normaldi. Bu hastalar bilateral HÜN olarak düşünöldü ve bu ön tanı ile takibe alındığı öğrenildi.

Çalışmamızda HÜN saptanan hastaların MR ürografi, US ve VSÜG bulguları ile cerrahi tanıları tablo 3 te sunulmuştur.

Tablo 3: Hidroüreteronefroz Saptanan Hastaların Bulguları:

MR ürografi (n=17)	US (n=17)	VSÜG	Cerrahi Tanı
ÜVBO (n=4)	4	–	2 (2 ym)
Üreterolitiazis (n=1)	5	2 N (2 ym)	5
Postoperatif dilatasyon (n=1)	1	–	1
Posterior üretral valv (n=1)	1	–	1
Nörojenik mesane (n=1)	1	Sol gr 5 VÜR	ym

US: Ultrasonografi, VSÜG: voiding sistoüretrografi, ÜVBO: üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu, ym: Yapılmadı, VÜR: vezikoüreteral reflü

Çalışmamızdaki son grup hastalar, ise kompleks üriner sistem anomalileri olan hastalardı. Bu grupta 4 hasta vardı. Bu hastaların 3 tanesinde unilateral (2 sol, 1 sağ), 1 tanesinde bilateral çift toplayıcı sistem anomolisi mevcuttu. Ultrasonografide hastalar çift toplayıcı sistem ve üst sistemlerde ciddi HÜN olarak tanımlanmıştı. Bir hasta ektopik üretra açılımı, 2 hasta ektopik mesane açılımı olarak raporlanmıştı. Bir hastanın ise gaz artefaktları nedeni ile distal üreter açılımının görölemediği belirtilmişti. Bilateral çift toplayıcı sistemi olan hastanın dilatasyon göstermeyen böbreği için komplet veya parsiyel çift toplayıcı sistemler olarak yorum yapılmamıştı. Magnetik rezonans ürografilerde bu hastaların (toplam 5 üreter-böbrek

ünitesinde) tamamında komplet çift toplayıcı sistem izlendi ve unilateral üst sistemlerde ciddi HÜN görüntüldü. Hastaların ikisinde vajen üst kesimine, ikisinde ise mesaneye ektopik açılımlı dilate üst sistem ureterleri görüldü. Dilatasyonu olmayan çift toplayıcı sistemli böbrekte ise üst toplayıcı sistem mesane alt kesimine ektopik açılım gösteriyordu. Bilateral çift toplayıcı sistemi olan hastada sağ üst HÜN yanı sıra sağ alt pelvikaliksyel sistemde grade 3 dilatasyon görüldü. Postkontrast serilerde dilate pelvisi çaprazlayan aksesuar renal arter saptandı. Bu hastada RTZ alt sistem için 5 dakika olarak hesaplandı ve sağ alt sistemde ılımlı ÜPBO olarak yorumlandı (resim 8). Bu hastada ve vajene açılımlı ektopik ureteri olan 2 hastada (resim 9) üst sistemde, toplayıcı sisteme kontrast geçişi görülmedi (afonksiyonel üst sistemler). Mesaneye ektopik açılımlı diğer hastada ise renal transit zamanı 16 dakikaydı. Bu hastada ılımlı ÜVBO düşünüldü. Üç hastanın VSÜG'ü elde edildi. Bilateral çift toplayıcı sistemi olan hastanın VSÜG'ü normaldi. Vajene açılımlı ureteri olan hastada bilateral grade 3 reflü vardı. Sol ektopik mesane açılımlı ureteri olan hastada ise sol üst sisteme grade V reflü tanımlanmıştı.

Çalışmamızda çift toplayıcı sistem anomalisi saptanan hastaların bulguları tablo 4 te özetlenmiştir.

Bahsedilen hastaların dışında kalan 4 hastada izole üriner sistem anomalileri vardı. Ultrasonografide solda grade 3 HN ve ureter proksimalinde dilatasyon saptanan bir hastada MR ürografide sol böbrek pelvikaliksyel sisteminde ve ureterin ilk 4 cm. lik kesiminde dilatasyon görülmüştü. Dilatasyon ureterde keskin şekilde sonlanıyordu. Renal transit zamanı obstrüksiyonu gösterecek şekilde 8 dakikanın üzerindeydi (10 dakika). Postkontrast serilerde ureterde obstrüksiyon düzeyinde inkomplet valv tariflenmişti. Hasta sol ureterik “web” nedeniyle opere edilmiş ve bu bölgede katlantı ve darlık gözlenmişti.

Tablo 4: Çift Toplayıcı Sistem Anomalisi Saptanan Hastaların Bulguları:

Hasta no	MR Ürografi	US	VSÜG
1	Bilateral komplet çts, sağ üst-alt HN, sağ alt vasküler çapraz ve ÜPBO, sağ üst afonksiyone, bilateral üst sistem üreterinde mesaneye ektopik açılım	Bilateral çts, sağ üst-alt HN, sağ alt vasküler çapraz ve ÜPBO	–
2	Sağ komplet çts ,sağ üst ciddi HÜN, sağ üst afonksiyone, sağ üst vajene ektopik açılım	Sağ çts, sağ üst ciddi HÜN	–
3	Sol komplet çts , sol üst ciddi HÜN, sol üst afonksiyone, sol üst vajene ektopik açılım	Sol çts, sol üst ciddi HÜN,	Bilateral gr 3 VÜR
4	Sol çts , sol üst ciddi HÜN, sol üst afonksiyone, sol üst mesaneye ektopik açılım, sol üst ÜVBO	Sol çts, sol üst ciddi HÜN	Sol üst gr 5 VÜR

Çts:çift toplayıcı sistem, US:ultrasonografi, VSÜG:voiding sistoüretrografi, HÜN:hidroüreteronefroz, ÜPBO: üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu, ÜVBO:üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu, VÜR:veziko üreteral reflü.

Opere nöroblastom nedeni ile takip edilen bir hastada US’de sol böbrekte atrofi izlenmesi üzerine yapılan MR ürografide paraaortik alanda sol renal arteri saran yumuşak doku kitlesi saptandı. Postkontrast serilerde sol renal arterin başlangıç kesiminde tama yakın daralma görüldü. Ayrıca sol böbrek perfüzyonu zayıflamıştı. Lezyonun boyutu daha önce yapılmış abdominopelvik tomografiler ile karşılaştırılarak anlamlı boyut artışı olmadığı görülerek, bulgular operasyona ve/ya radyoterapiyeye sekonder yumuşak doku değişiklikleri ve sol renal arterde daralma şeklinde yorumlandı.

Bir hastada US’de solda parapelvik kist veya kaliks divertikülü şeklinde yorumlanmış lezyon mevcuttu. Magnetik rezonans ürografide T2A görüntülerde parapelvik yerleşimli hiperintens lezyon görüldü. Kontrastlı serilerde lezyonda kontrastlanma görülmedi ve parapelvik kist olarak yorumlandı. Diğer bir hastada ise MR ürografi ve US’de sağ böbrek distalinde üreterosel tanımlanmıştı.

İncelenen 39 hastanın 29’u üriner sistem patolojileri nedeniyle opere edilmişti. On hasta ise takibe alınmıştı. Magnetik rezonans ürografi ile elde edilen morfolojik

bulgular operasyon yapılan hastalarda ameliyat bulguları ile, tüm hastalarda ayrıca US bulguları ile karşılaştırıldı. Tüm hastalarda üriner sistem dilatasyonu US ile uyumlu ve benzer derecelerde gözlemlendi. Ancak opere edilen hastaların 5'inde MR ürografi dilatasyonun sebebini belirlemede başarısız oldu. Bu hastalardan biri ÜPBO, dördü ise nefro-üreterolitiazis tanısı almışlardı. Ultrasonografi ile üriner sistem taşları görülmüştü, ÜPBO'lu hastada ise MR ürografideki benzer şekilde kaliks divertikülü- kist tanımlaması yapılmıştı. Buna göre MR ürografinin operasyon bulguları ile karşılaştırıldığında dilatasyon etyolojisini belirlemede duyarlılığı %82.75 olarak hesaplandı.

4.2.Fonksiyonel Bulgular

Hem diüretikli renal sintigrafisi hem de MR ürografik parankimal renogram eğrileri elde edilebilen 30 hasta vardı. Bunlardan 4' ü tek böbrekliydi ve karşılaştırmalı değerlendirmeye alınmadı. 10 hastada tek böbrek fonksiyon değerleri ve parankimal renogram eğrilerinin MR arşiv görüntüleri incelendiğinde fonksiyonel hesaplama için uygun olmadığı görüldü. Bu nedenle toplam 16 hastada tek böbrek fonksiyon değerleri karşılaştırıldı. Patolojik böbreğin hesaplanan fonksiyonu sintigrafik incelemedeki değerle karşılaştırıldı.

Tüm hastaların MR ürografik parankimal renogramları elde edildi. Bu renogramlarda maksimum intensite değeri sağ ve sol böbrekler için birbiri ile karşılaştırıldı. Buna göre 7 hastanın patoloji gösteren böbreğinin maksimum intensitesi simetriğine göre düşük bulundu. Bunların 4'ünde ciddi ÜPBO, 1'inde sol üreterik *web*, 2 hastada da unilateral ciddi HÜN vardı. Dokuz hastada eğriler her 2 böbrek için benzerdi ve patolojik böbrekte aşırı fonksiyonel kayıp olmadığı lehine değerlendirildi. Bunların 3'ünde ılımlı ÜPBO, 1'inde operasyon sonrası ÜPBO, 2 hastada ılımlı ÜVBO, 2 hastada grade 2-3 HN /biri üreter dilatasyonu ile birlikte), bir hastada da vajinal ektojik açılımlı çift toplayıcı sistem bulunmaktaydı. Üç hastada ise bilateral üriner sistem dilatasyonu vardı (1 PUV, 1 ÜVBO, 1 HÜN). Bu hastaların renogramlarında her 2 böbreğin benzer paternde eğri oluşturduğu dikkati çekti. Ancak diğer hastalara göre maksimum intensiteleri belirgin derecede düşüktü. Bu nedenle böbreklerin toplam fonksiyonlarının azalmış olduğu düşünüldü.

Çalışmamızdaki hastaların MR ürografi ve DRS ile bulunan tek böbrek fonksiyon değerleri tablo 5 te sunulmuştur.

Tablo 5: MR Ürografi ve DRS ile 16 Hastanın Tek Böbrek Fonksiyon Değerleri:

	HASTA ADI	DRS		MR ÜROGRAFI	
		L (%)	R (%)	L (%)	R (%)
1	AU	50	50	49	51
2	BMK	61	39	46	54
3	MRK*	44	56	48	52
4	BF	24	76	24	76
5	UE	52	48	54	46
6	GÇ	45	55	34	65
7	CC	50	50	51	49
8	YK	55	45	59	41
9	GEK	67	33	40	60
10	ADD	48	52	40	60
11	ASA	36	64	30	70
12	HR	36	64	25	75
13	İK	48	52	47	53
14	ENK	50	50	51	49
15	İK	55	45	52	49
16	MB	–	100	2	98

DRS: Diüretikli renal sintigrafi *Postoperatif değerlendirme

Bu sonuçlara göre MR ürografinin DRS ile karşılaştırıldığında fonksiyonel hesaplamadaki duyarlılığı ve özgülüğü %80 olarak hesaplandı.

4.3.Üriner Ekskresyon Değerlendirme Bulguları

Çalışmamızdaki 39 hastanın tamamında tüm böbrek renogram eğrileri elde edildi. Bu hastaların US ile grade 3-4 derece dilatasyon tarif edilenlerin tamamında obstrüksiyonu düşündürecek şekilde akümülyasyon eğrileri gözlemlendi (n=31). Ancak bu hastaların üçünde RTZ obstruktif düzeyde değildi. Bunlardan ikisi bilateral HÜN

nedeniyle takip edildiler, diğeri ise unilateral üreterolitiazis tanısı aldı. Renal transit zamanı obstruktif düzeyde olan 30 hasta saptandı.

Tüm hastaların 29 u opere edilmişti. Yirmialtı hastada değişik düzeylerde obtruksiyon izlendi. Üç hastada ise afonksiyone çift toplayıcı sistem anomalisi mevcuttu ve bu hastalara parsiyel nefrektomi uygulanmıştı. Bu 26 hastanın 23 ünde RTZ yüksek bulunmuştu. Buna göre MR ürografide renal transit zamanı ile obtruksiyon varlığı % 88 duyarlılık ile saptanabildi.

Üreteropelvik bileşke obstruksiyonu nedeni ile incelenen 4 hastanın operasyon sonrası elde edilen renogramlarında akümülyasyon eğrisi görünümü sebat ediyordu. Ancak RTZ'ları kısalmıştı (4. dereceden 2. dereceye geriledi, bkz. Tablo2). Bu bilgilerle hastalardaki obtruksiyonun büyük oranda gerilediği kanısına varıldı.

Çift toplayıcı sistemi olan 2 hastada dilate üst toplayıcı sisteme, ayrıca nöroblastom nedeniyle izlenen hastanın sol böbreğinde toplayıcı sistemine kontrast geçişi saptanmamıştı. Bu üreterler afonksiyonel olarak kabul edildi. Üreteropelvik bileşke obstruksiyonu 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. Diğer hastalar üriner sistemde hafif-orta düzeyde dilatasyon nedeniyle takibe alındı.

Çalışmamızdaki hastaların, yaşları, cinsiyetleri, US, DRS, VSÜG, RTZ derecelendirmeleri, MR ürografi bulguları ve tanıları tablo 6 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	AU/4y K	L3/R3	L1/R1	N	Bilateral HN	L1/R1	bilateral HN
2	BMK/7y E	Bilateral çts 0-0/4-3	0-0/af-1		Bilateral çts, R üst HÜN (ektopik mesane açılımlı üreter), R alt ÜPBO (vasküler çapraz) PO	1/ üst 4 alt 2	Bilateral çts, R üst HÜN, R alt ÜPBO
3	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
4	DD/4 ay K	R çts, 0/4-0		N	Sağ çts, R üst HÜN (ektopik vajinal açılımlı üreter), r üst af	1/ Üst 4 alt 1	Sağ çts, R üst HÜN (ektopik vajinal açılımlı üreter)
5	ÇU/5 ay E	2/0, üretrolitiazis		N	L gr 2-3 HÜN	3/1	L Üretrolitiazis
6	MRK/1ay*E	4/0, R nefrolitiazis	1/0**	N	L ÜPBO, TO	4-2/1	L ÜPBO
7	NÖ/17y***E	0/0 parapelvik kist	0/2		L kaliks divertikülü?	1/1	L ÜPBO
8	BF/ 4 ay E	4/0	2/0		L ÜPBO, TO	4/1	L ÜPBO
9	UE/4 y E	3/0, L üretolitiazis	1/0		L ılımlı ÜVBO, L distal üretrolitiazis	2/1	L ılımlı ÜVBO, L distal üretrolitiazis
10	OK/3 ay E	4/4			Bilateral ÜPBO, L-TO R-TO	4/4	Bilateral ÜPBO
11	SNY/1 y K	0/3			R ılımlı ÜVBO veya VÜR	1/2	R gr 3 HÜN
12	GÇ/9 y K	2/0	1/0		L gr 2-3 HN	1/1	L gr 2-3 HN
13	BD/15 y E	4 /opere	2/-		L ÜPBO, TO, R opere böbrek	4/-	L ÜPBO, R opere böbrek
14	İK/9 y K	4/0	2/0	L gr2 VÜR	L üreter proksimalinde "web"	3/1	L üreter proksimalinde "web"
15	YZ/16 y E	0/0, L parapelvik kist	0/0		L parapelvik kist	1/1	L parapelvik kist
16	EBB/9 y E	opere/4			L opere, sağ UVD	-/4	L opere, sağ UVD
17	CC/1 ay K	0/0,R üretrosel	0/0		R distal üretrosel	1/1	R distal üretrosel
18	İK/9 y E	3/0	2/0		L ÜPBO,PO	3/1	L ÜPBO
19	AA/4 y K	0/4			R ÜPBO, TO	1/4	R ÜPBO
20	YK/6 y E	2/2 nefrolitiazis	1/1		Bilateral gr2 HÜN	1/1	Bilateral nefrolitiazis
21	TU/9 y* E	4/0	1/0**		L ÜPBO,TO	4-2/1	L ÜPBO
22	GEK/1 y K	0/3, R üretrolitiazis, Bilateral nefrolitiazis	2/1		R üreterik 'web'ler	1/3	R üretrolitiazis Bilateral nefrolitiazis
23	ADD/1 y K	4/0	2/0	N	L ÜPBO, TO	4/1	L ÜPBO
24	ASA/2 y E	4/0	2/0	L gr 3 VÜR	L ÜPBO, TO (Vasküler çapraz)		L ÜPBO

25	HRU/2y E	4/0,L distal üreterolitizis	2/0	N	L gr 4 HÜN	1/1	L distal üreterolitiazis
26	ENK/1 y K	L çts, 0/4-0		L üst gr5, alt gr 2 VÜR	L çts, L üst HÜN, L üst ektopik mesane açılımlı ureter	üst 4 alt 1 /1	L çts, L ektopik mesane açılımlı uretere reflü
27	İK/3 y E	3/2	2/1		Bilateral ÜPBO, PO	3/2	Bilateral ÜPBO
28	EI/5 y E	4/4	2/1		Bilateral gr 4 HÜN	4/4	Posterior üretral valv
29	AA/5 y E	3/0	2/0	L gr 5 VÜR	L HÜN	2/1	Nörojenik mesane, L gr 5 VÜR
30	BA/4 y E	2/2	1/1		Bilateral ÜPBO, PO	2/2**	Bilateral ÜPBO
31	FEG/2 y E	4/agenezi	2/af		R agenezi, L ÜPBO, TO	4/-	R agenezi, L ÜPBO
32	ÖFŞ/8 ay E	4/0	2/0		L ÜPBO, TO R çift renal arter	4/1	L ÜPBO
33	İA/6 ay K	4/0, vasküler çapraz	2/0		L ÜPBO, TO Vasküler çapraz	4/1	L ÜPBO
34	ST/4 y K	3/0	1/1		L gr3 HÜN (ÜVBO?)	2/1	L ÜVBO, işeme disfonksiyonu
35	EE/1 y E	3/3	1/1		Bilateral gr 3 HÜN	2/2	Bilateral gr 3 HÜN
36	MB/7 y E	L atrofik böbrek	0/af		L renal arteri çevreleyen paraaortik yumuşak doku, L atrofik böbrek	-/4	Nöroblastom, L atrofik böbrek
37	MÇ/7 y E	4/4	2/af		Bilateral gr 4 HÜN	4/4	PUV operasyonu sonrası tersiyer HÜN
38	HTU/2 y E	3/0		N	L gr 2 HN	1/1	L gr 2 HN
39	İK/1 y K	L çts, 4-0/0		L-R gr3 VÜR	L çts, L üst gr 4 HÜN Vajinaya ektopik açılım	üst 4 Alt1 /1	L çts, L üst vajinaya ektopik açılımlı ureter

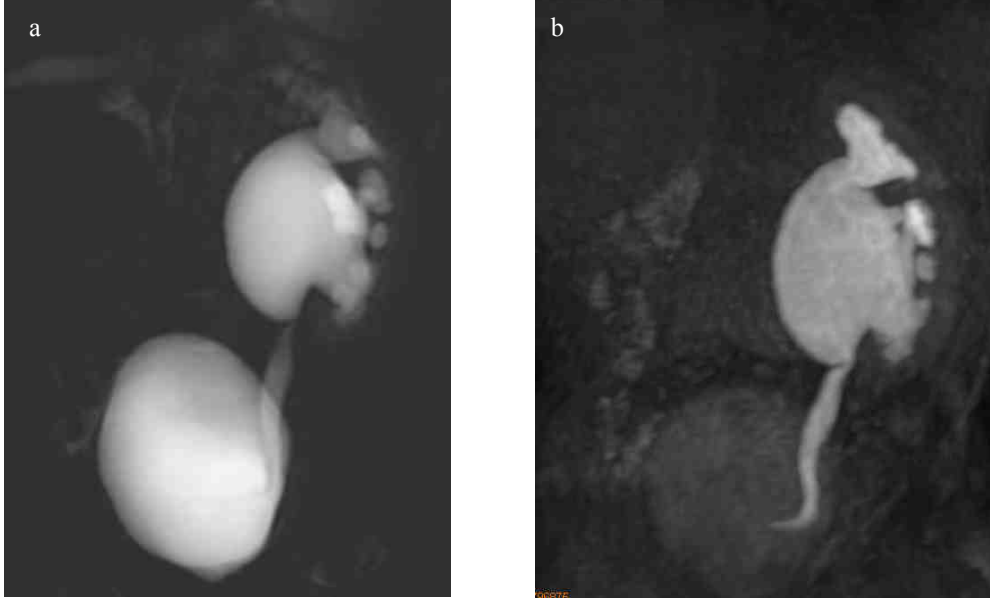
ÜPBO: Üreteropelvik bileşke obstrüksiyonu, ÜVBO: Üreterovezikal bileşke obstrüksiyonu, HÜN: Hidroüreteronefroz, HN: Hidronefroz, R: Sağ, L: Sol, N:Normal, TO: Tam obstrüksiyon, PO: Parsiyel obstrüksiyon, çts: Çift toplayıcı sistem, af: Afonksiyone, PUV: Posterior üretral valv.

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

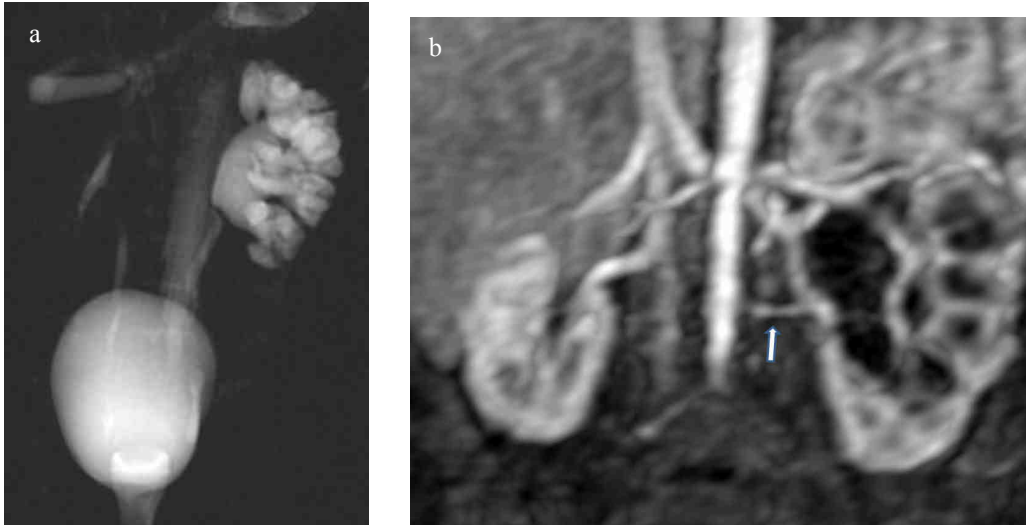
** : Postoperatif değerlendirme

***: Operasyonda sol ÜPBO tanısı almıştır.

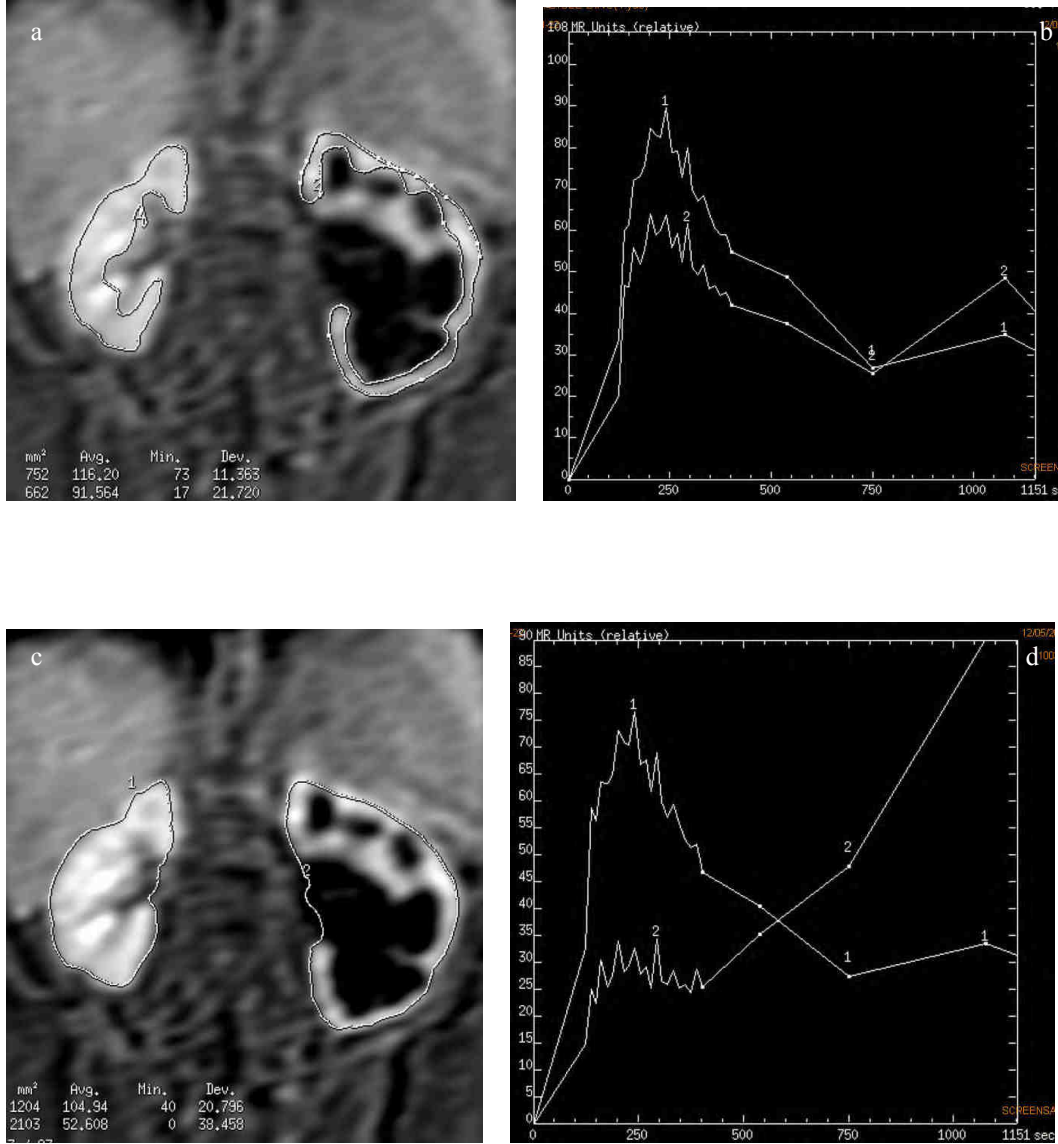
4.4.Olgulardan Örnekler:



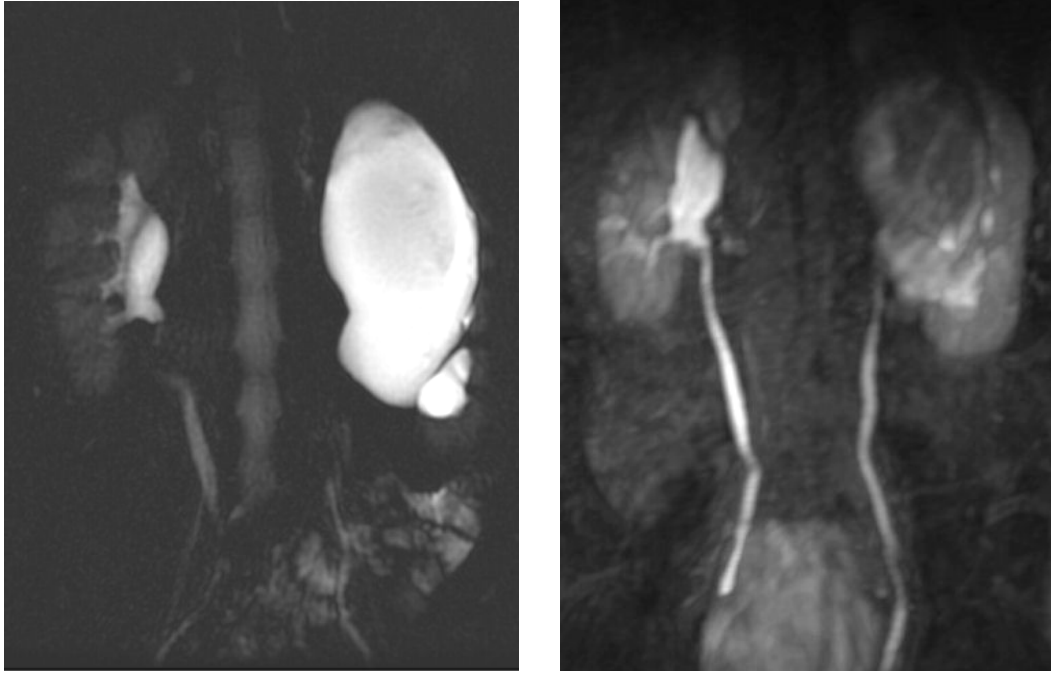
Resim 1: Olgu no 31. 2 yaşında erkek hasta. Kalın slab ağır T2 (a) ve kontrast madde sonrası 20.dk T1A MIP (b) görüntülerde sol böbrekte grade IV dilatasyon izleniyor. Sol ÜPBO tanısı alan hastada dağ böbrek görüntülenemiyor (agenezi).



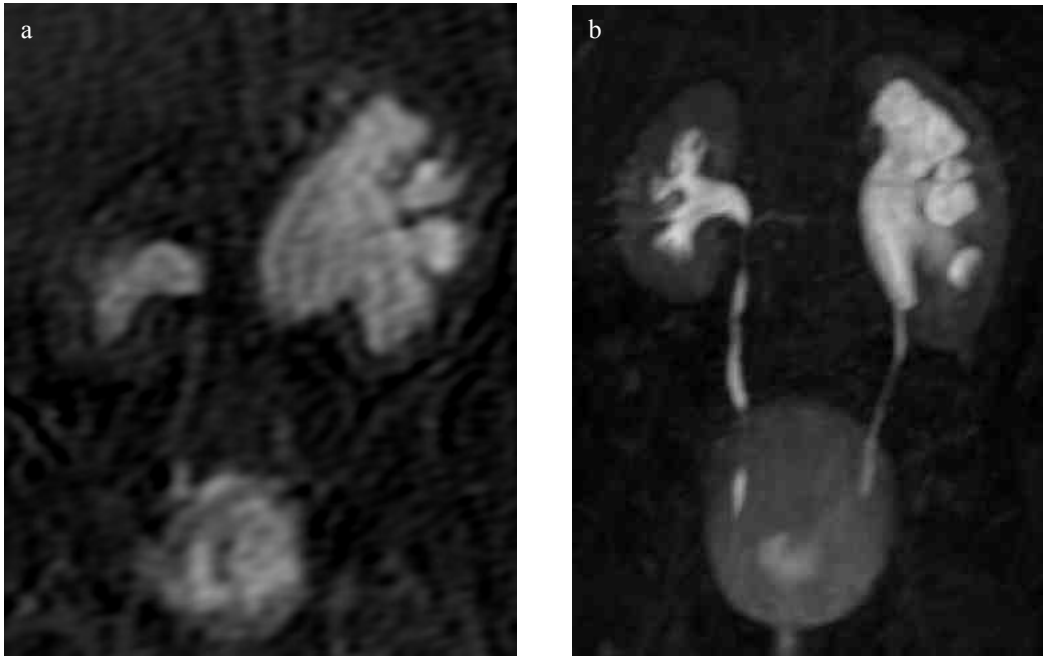
Resim 2: Olgu no 33. Altı aylık kız hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hastada ağır T2 görüntülerde sol böbrekte renal pelviste dilatasyon, kalikslerde küntleşme, renal pelviste balonlaşma, ureteropelvik bileşkede sivrilerek daralan pelvis yapısı izleniyor. Ayrıca arterial fazda postkontrast serilerde renal pelvisi çaprazlayan aksesuar renal arter görülüyor (ok).



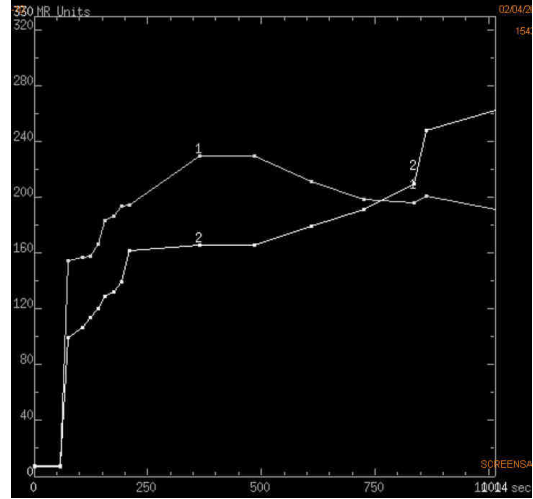
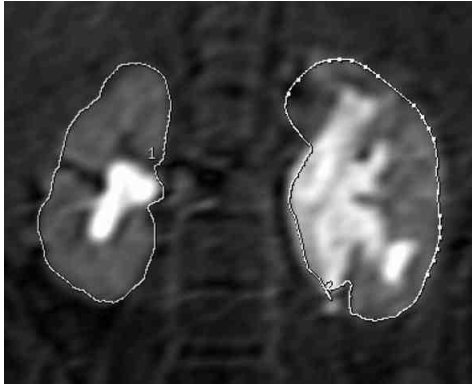
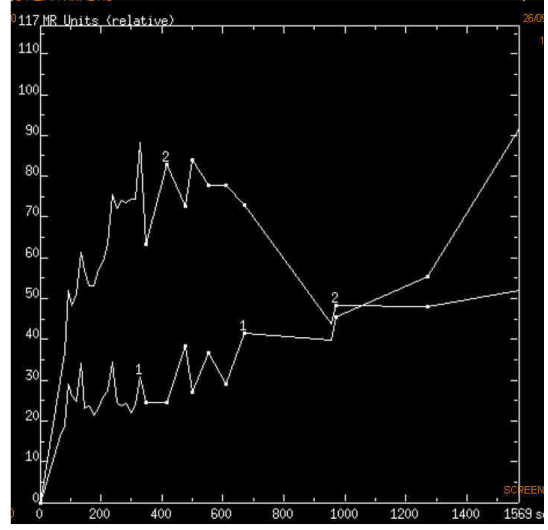
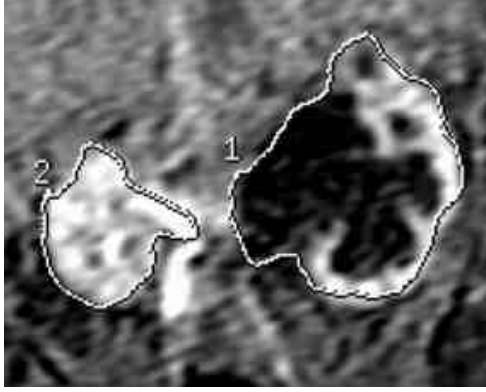
Resim 3: Olgu no 24. İki yaşında erkek hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hastanın parankimal (a, b), tüm böbrek (c,d) renogram eğrileri. Parankimal renogram eğrisinde sağ böbrek (1) maksimum parankim intensitesinin sola (2) göre belirgin yüksek olduğu görülüyor. Bu hastanın tek böbrek fonksiyonu MR ürografi 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 akümülyasyon eğrisi oluşturuyor. Bu hastanın sol böbrek RTZ 15 dakikanın üzerindedi.



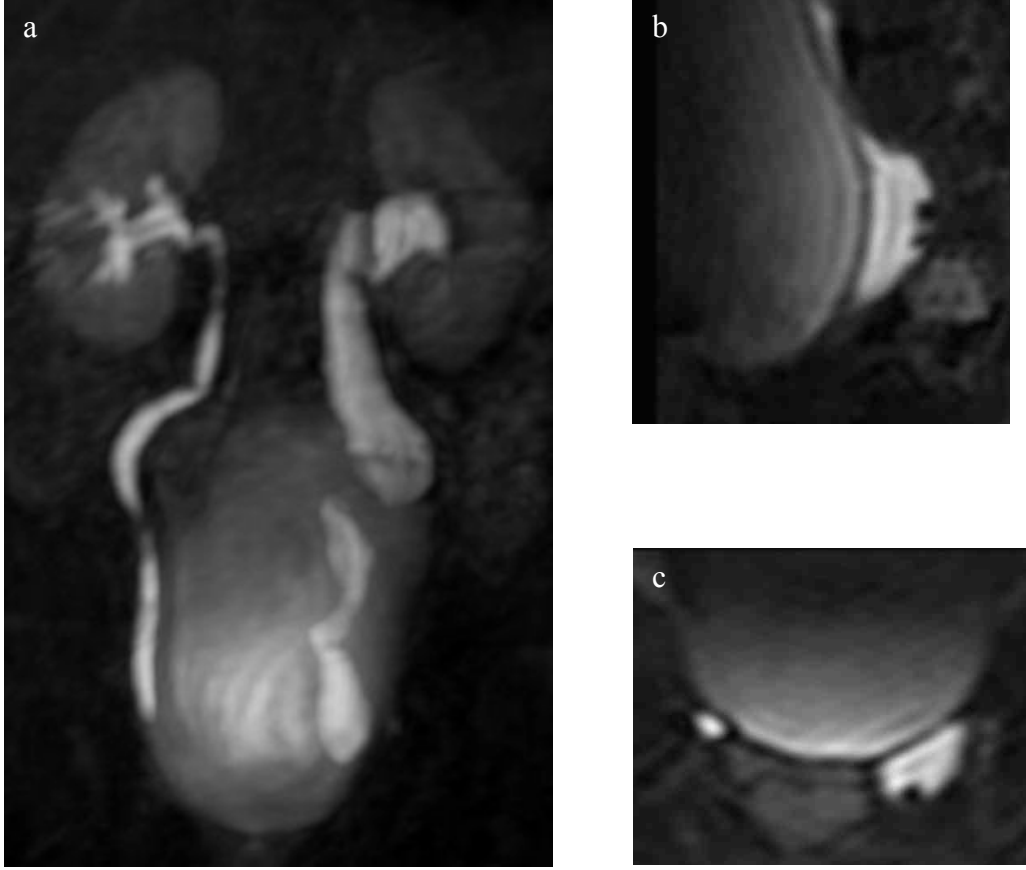
Resim 4: Olgu no 7. Onyediyedi yaşında erkek hasta. Hastanın ağır T2 ve postkontrast 10. dakika postkontrast görüntülerde sol böbrek üst kesiminde belirgin kontrastlanma göstermeyen sıvı içerikli yapı görülüyor. Ultrasonografi ve MR ürografide parapelvik kist olarak tanımlanan hasta operasyon sırasında ÜPBO tanısı almıştır.



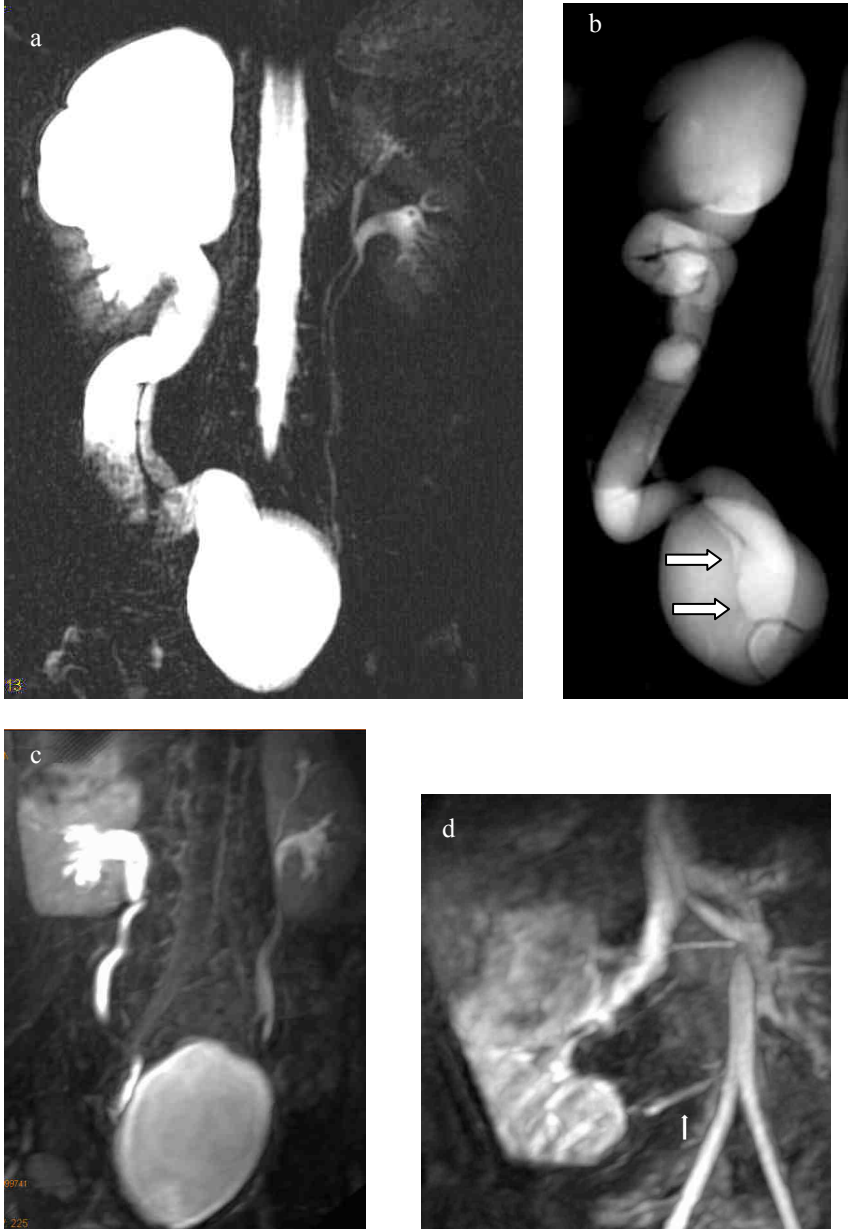
Resim 5: Olgu no 6. Bir aylık erkek hasta. Sol ÜPBO tanısı alan hasta operasyon öncesi (a) ve operasyon sonrası (b) 7. ayda incelenmiştir. Postkontrast imajlarda pelvis çaplarında azalma ve parankim kalınlığında artış gözleniyor.



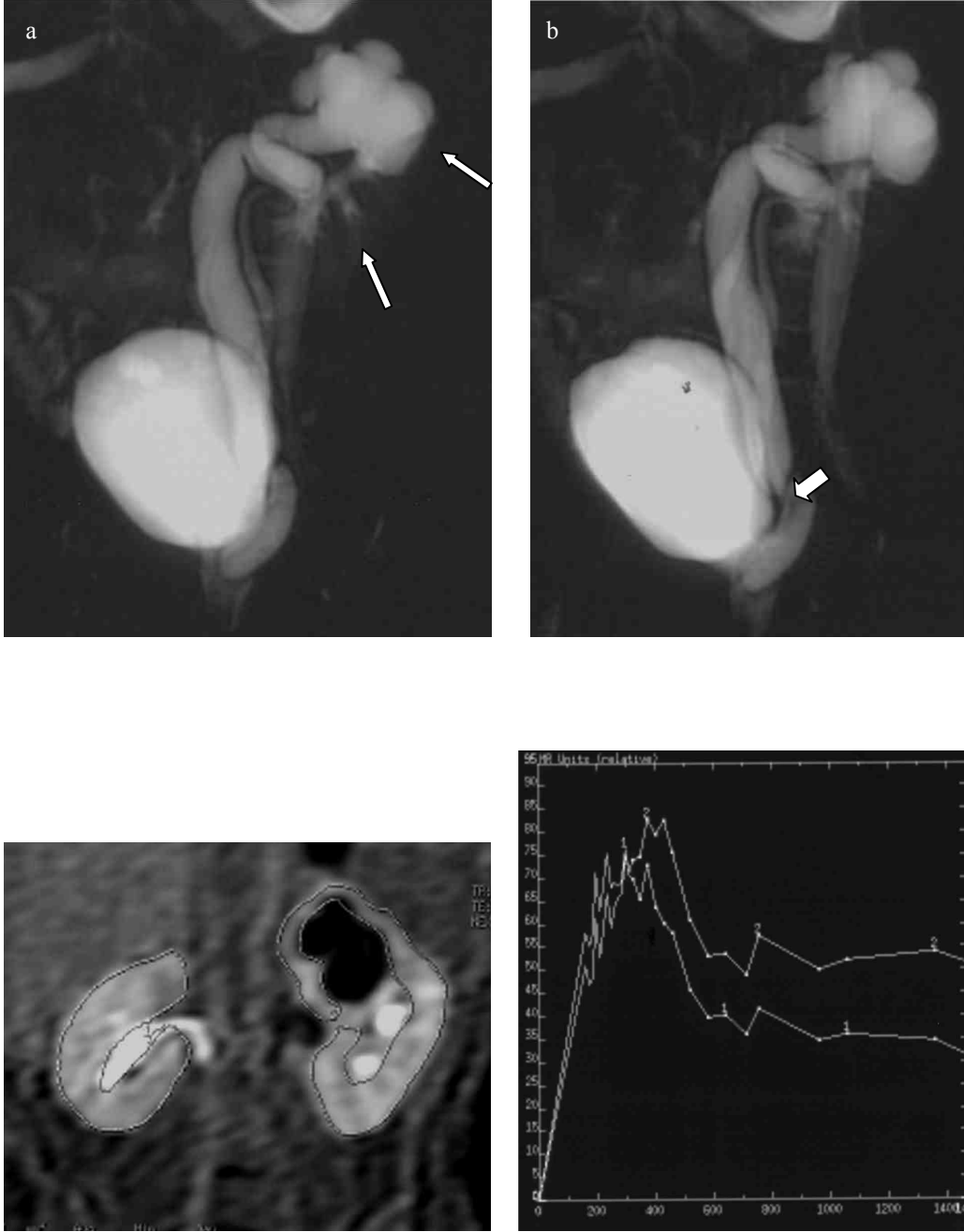
Resim 6: Olgu 6 (resim 5 ile aynı hasta). Operasyon öncesi (üst sıra), ve operasyon sonrası (alt sıra) tüm böbrek renogram eğrilerinde, operasyon öncesinde belirgin akümülayon eğrisi oluştuğu gözleniyor. Operasyon sonrasında da akümülayon eğrisi devam etmektedir. Hastanın RTZ'ları preoperatif 20 dakika 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.



Resim 7: Olgu no 9. Dört yaşında erkek hasta. Kontrastlı T1A GR sekansında sol böbrekte üreter distaline kadar devam eden hidroüreteronefroz izleniyor (a). Solda postkontrast 10. dakikada T1A GRE görüntülerden elde edilen sagittal (b) ve aksiyel (c) MIP görüntülerde tamamen kontrastlı idrar izlenen dilate üreter distal kesiminde lümen içinde iki adet taş ile uyumlu sinyalsiz yapı izleniyor (b,c). Hasta sol ılımlı ÜVBO tanısı aldı.



Resim 8: Olgu no 2. Yedi yaşında erkek hasta. Ağır T2 imajlarda (a,b) bilateral çift toplayıcı sistem anomalisi görülüyor. Sağ böbrekte üst sistem toplayıcı sistemi distale kadar dilate ve üreteri büküntülü seyirli. Sağ üst sistemin üreteri alt sistemin inferiorundan mesaneye ektopik açılım gösteriyor (b, uzun oklar). Postkontrast serilerde 20. dakikanın sonunda sağ üst sistem toplayıcı sisteminde kontrast madde izlenmiyor. Sağ alt sistemde ise pelviste belirgin hafif dilatasyon mevcut (c). Postkontrast arterial fazda (d) sağda alt sistemin pelvisini çaprazlayan aksesuar renal arter görüldü (ok).



Resim 9: Olgu no 39. Bir yaşında kız hasta. Ağır T2 imajlarda solda üstte daha belirgin dilatasyonun izlendiği çift toplayıcı sistemli (uzun oklar) sol böbrek görülüyor (a). Sol üst sistem üreteri distale kadar tortüyozite ve dilatasyon göstererek vajen üst kısmında sonlanıyordu (b, ok). Hastanın parankimal renogram eğrileri karşılaştırıldığında eğrilerin benzer olduğu görüldü. Bu hastanın tek böbrek fonksiyonları (sol böbreğin tüm parankimi dahil edilerek) MR ürografi ile L %45, R %55 saptanırken diüretikli renal sintigrafide L %48, R %52 olarak belirtilmişti.

5. TARTIŞMA

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 başvurulan 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, 21-35, 37-47). Bu çalışmada 2004-2008 yılları arasında, kliniğimizde US ile kompleks üriner sistem anomalileri ve toplayıcı sistem dilatasyonu saptanan pediyatrik hastalarda, MR ürografi, US ve diüretikli renal sintigrafinin morfolojik ve fonksiyonel tanısal özellikleri tartışılmıştır.

Radyolojide pediyatrik 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. Çocuk hastalarla yapılan çalışmalarda yüzeysel sedasyon güvenli olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ancak yüzeysel sedasyonun kısa sürmesi ve derin uykuya neden olmaması nedeniyle tetkik sırasında hareket artefaktları oluşmaktadır. MR ürografi sekansları harekete aşırı duyarlı sekanslardır. Bu durum görüntü kalitesini bozmaktadır ve incelemenin tekrarlanmasını gerektirebilmektedir (1-5,16,40). Çalışmamızda 6 ay- 6 yaş arasındaki 20 hastaya 50 mg/kg dozda oral kloral hidrat ile sedasyon uygulanmıştı. Sedasyon sağlanamaması veya yüzeysel sedasyon nedeniyle oluşan artefaktlar yüzünden 10 hastada inceleme sonlandırılmamıştı.

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. (1-3,7-9,23,27,30,32,34,35,38-44,46). Duyarlılık dilate olmayan sistemlerde daha düşük bulunmuştur (23). Üriner sistem içerisindeki idrarın intrasek kontrast madde olarak

kullanıldığı bu sekanslarda hastaya kontrast madde verilmesine gerek duyulmamaktadır (1-6,3,7-9,23,27,30,32,34,35).

Böbrek fonksiyonlarının azaldığı ve ileri derecede dilate sistemlerde İVÜ ile toplayıcı sistemin ve üreterlerin görüntülenmesi çok uzun sürebilmekte ve bazı hastalarda da mümkün olmamaktadır (3,8,25,27,31.40-46). 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 sekansda ilk 13 sn.'de patoloji saptanmıştır (42). 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 ve renal arterini çevreleyen yumuşak doku nedeniyle böbreği atrofiye giden 1 hastada 20. dakikanın sonunda üriner sistemler kontrast süzülmesi olmadığından görüntülenememişti. Bu hastalarda dilate üriner sistem ağır T2 imajlar ile kolaylıkla görüntülenmişti. Aksiyel kesitler ise afonksiyone böbreğin değerlendirmesini sağladı.

Ayrıca bu teknikte bir düzlemde sekansın tamamlanma süresinin kısa olması nedeniyle hastaya nefes tutturulması mümkündür. Solunum hareketlerine bağlı artefaktlar bu şekilde önemli ölçüde azalmaktadır. Ancak pediatrik yaş grubunda 'navigatör gated' yöntem tercih edilmektedir (1-3,6,23,32,34,35,39,41-44). Çalışmamızda 12 yaşından büyük 3 hastada nefes tutturulmuştu.

Gaeta ve arkadaşlarının (44) MR ürografinin tanısız yanılma noktaları ile ilgili yaptıkları çalışmada T2A görüntülerden oluşturulan MIP görüntülerde kaliksler, taş ve küçük tümörler gibi ince detayların kaybolduğu bildirilmiştir. Nefes tutturulması tekniğine koopere olamayan hastalarda ince detaylardaki kayıp daha da belirgin olmaktadır. Bu çalışmada obstrüksiyon derecesinin olduğundan daha yüksek değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Komplike sıvıların ayırımında da yanlış değerlendirmeler olabilmektedir (44). Çalışmamızda benzer sorunlar ile karşılaşıldı ve aksiyel T1A ve yağ baskılı T2A imajlar ile kombine ederek duyarlılık arttırılmaya çalışıldı. Ancak US ile taş saptanan 5 hastanın yalnızca biri tanımlanabildi. Bu hastada da taşlar dilate üreter lümeninde yerleşmişti.

T2A sekanslar tüm statik sıvılara duyarlı olduğundan intralüminal sıvılar da hiperintens görülürler. Duodenumun sağ böbreğe, jejunumun sol böbreğe ve ileumun üreterlere süperpozisyonu artefaktlara neden olabilmektedir. Bunun önlenmesi amacıyla gastrointestinal negatif kontrast ajanlar kullanılmaktadır (1,2,31,34,35). Rioval ve arkadaşları çocuk hastalarda yaban mersini suyunu sütle karıştırarak tetkikten 1 saat önce içirilmesinin negatif kontrast etki sağladığını bildirmiştir (45). Çalışmamızda da kalın 'slab' T2A sekansda bazı hastalarda bu artefaktlar görüldü. Ancak hastaların hiçbirinde veri kaybı ya da yorum hatası oluşturacak düzeyde değildi.

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 (43). 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'nin duyarlılığının düşük olması yüksek dereceli obstrüksiyonda fonksiyon azlığı, perirenal sıvı varlığı ve yetersiz barsak temizliği ile açıklanmıştır (42). Bizim çalışmamızda da MR ürografide obstrüksiyon düzeyini doğru tespit etme oranını %100 olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca opere edilerek tanısı doğrulanan hastalarda, obstrüksiyonun etyolojisinin belirlenmesinde duyarlılık %82.75 olarak bulunmuştur.

Literatürde pediyatrik hastalar için gadolinium miktarı MR ürografi incelemelerinde 0.1 mmol/kg ve 0.3 mmol/kg dozları arasında kullanılmaktadır (1,3,6,29,34,35). Düşük doz diüretik gadoliniumdan önce uygulanması üriner sistemde tam ve üniform kontrast artımını sağlamaktadır (1-6,25,26,30-32,34,35). Diüretik verilmeden tek başına gadolinium kullanılan gradient eko sekanslarla karşılaştırılarak yapılan çalışmalarda diüretik ve gadoliniumun birlikteliğinde anatomik detayların daha iyi görüntülediği ortaya konmuştur (35). Çeşitli çalışmalarda diüretik miktarı 0.1 mg/kg ve 0.2 mg/kg olarak değişmektedir. (1,3,32,34).

Nolte-Ernsting ve arkadaşları diüretik verilmesinden 60 sn sonra gadolinium vermişlerdir (34). Diüretik ve kontrast madde uygulaması arasındaki süre farklı çalışmalarda 1 dk. ve 20 dk. arasında olabilmektedir. Biz çalışmamızda English ve arkadaşları (56) tarafından renal sintigrafi için geliştirilen F-15 protokolünü kullanılmıştı (kontrast madde veya ajandan 15 dakika önce furosemid uygulanması). Bu şekilde furosemidin maksimum distansiyon etkisi sırasında inceleme yapmak amaçlanmıştı. Çalışmamızda 39 hastanın tamamına diüretik 0.1 mg/kg ve gadolinium 0.1 mmol/kg dozlarında verilmişti.

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 (47).

Kalın 'slab' T2 imajlarda intestinal sıvıların süperpozisyonlarına bağlı oluşan artefaktlar kontrast madde sonrası GRE sekansında ortadan kalkmaktadır. Ayrıca üriner sistemde ya da intraabdominal yer kaplayan lezyon varlığında kontrast madde sonrası sekanslar yararlı olmaktadır. İşlenmemiş görüntüler temel alınarak MIP prosedürleri ile üç boyutlu görüntüler oluşturulmaktadır. Ancak üç boyutlu görüntülerin asıl görüntülerden daha tanınasal olmadığı bildirilmiştir. (34,35).

T1 A GRE sekanslarda inceleme süresi kesit kalınlığı ve sayısına bağlı olarak yaklaşık 10-15 sn olduğu için koopere hastalarda nefes tutturularak uygulandığında solunum artefaktları büyük ölçüde azalmaktadır. Solunum dışı artefaktlar önlenememektedir. Üreteral peristaltizme bağlı üreterik hayalet artefaktlar görülebilmektedir (34,41). Nefes tutturmalı ve 'navigatör gated' tekniklerin karşılaştırıldığı bir çalışmada, nefes tutturmalı teknikte pelvikalisyel sistemde kontur bulanıklaşmasının daha az olduğu izlenmiştir. Bu çalışmada iki teknik arasında üreter görüntülenmesinde farklılık saptanmamıştır (34).

Zilenko ve arkadaşlarının çeşitli üriner sistem patolojileri olan çocuk ve erişkin toplam 60 hastada 0.5 T cihaz ile yaptıkları çalışmada MR ürografide 12 hastada ÜPBO saptanmıştır. Bu hastaların 6'sında IVÜ'de obstrüktif böbreklerin

fonksiyona sahip olmaması nedeniyle görüntülenemediği, ancak MR ürografide ÜPBO tanımlandığı bildirilmiştir (39).

Riccabona ve arkadaşları üst üriner sistem anomalisi olan 29 yenidoğan ve bebek hasta üzerinde bir çalışma yapmışlardır. US'de anomali saptanan hastalara koronal HASTE ve kontrast madde sonrası üç boyutlu GRE sekanslar alınmıştır. UP bileşke obstrüksiyonu, megaüreter, VÜR, çift toplayıcı sistem ve renal parankimal hastalık tanıları US, İVÜ, VSÜG ve sintigrafi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. MR ürografinin görüntü kalitesi ve anatomik değerlendirmede İVÜ'den daha iyi olduğu bildirilmiştir. Renal parankim yapısı ve obstrüksiyon saptamada MR ürografinin US'ye üstünlük göstermediği saptanmıştır. Ancak bu çalışmada 2 hastada US'de tanımlanan küçük renal parankimal kistler MR ürografide toplayıcı sistem olarak değerlendirilmiştir. Bu çalışmada UP bileşke obstrüksiyonu olan 22 böbrekte toplayıcı sistem dilatasyon derecesi US, MR ürografi ve İVÜ'de eşit olarak görülmüştür. İleri derecede obstrüksiyon olan zayıf fonksiyona sahip böbrekler İVÜ'de görüntülenememiştir. MR ürografi ileri dereceli obstrüksiyonlar, genital malformasyonlar, ektopik böbrek ve üreter insersiyonunda US ve İVÜ'den daha doğru bilgiler vermiştir. Dilate olmayan sistemleri ve üreteral patolojileri göstermede MR ürografi US'den üstün bulunmuştur (3). Hvvang ve arkadaşları İVÜ ile üriner sistemin yeterli derecede opasifiye edilemediği 12 hastada HASTE MR ürografi ile US'nin etkinliğini karşılaştırmışlardır. Obstrüksiyon düzeyinin ve nedeninin gösterilmesinde MR ürografi US'den daha etkin bulunmuştur (40). Bizim çalışmamızda renal parankim yapısı ve obstrüksiyon saptamada MR ürografi ile US benzer bulunmuştur. Ancak üriner sistem dilatasyonu olan hastalarda dilatasyona neden olan patolojinin görüntülenmesinde, özellikle taşların saptanmasında, US, MR ürografiden daha başarılı idi. Pelvikalisyel dilatasyon derecesini belirlemede MR ürografi ve US ile eşit düzeyde bilgi verdiği saptandı. Magnetik rezonans ürografi ile tüm üriner sistemin morfolojik özelliklerinin bütün olarak görüntülenebilmesi nedeniyle, üreterler daha ayrıntılı olarak değerlendirilebildi. Özellikle çift toplayıcı sistemi olan hastalarda dilate ve dilate olmayan sistemlerde üreterlerin seyri görülmemesi ve insersiyon bölgesinin belirlenmesi ayrıca parsiyel- komplet çift toplayıcı sistemler ayrımının yapılmasında MR ürografi US den daha başarılıydı.

Ultrasonografi, İVÜ ve MR ürografi teknik olarak VÜR (vesikoureteral reflü) tanısında yetersiz kalmaktadır ve ancak VÜR'e ait sekonder bulgular tanımlanabilmektedir (3). Voiding sistoüretrografi, reflü tanısında halen altın standart tetkik olma özelliğini sürdürmektedir (18,19).

MR ürografide dilüe edilmiş gadolinium ile mesanenin doldurulması sonrasında direkt olarak reflünün gösterilmesi tetkike uyum gösterebilecek hastalarda VÜR'ün tanımlanmasını sağlayabilir. Ancak bu ayrı bir çalışma konusudur.

Literatürde MR ürografi ile renal fonksiyonu sayısal olarak değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda ulaşılan sonuçlar diüretik renal sintigrafinin alternatifi olabileceği yönündedir (1,2,4-6,27-31,47). 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 sensitivite ve spesifitesi %80, ayrıca bu iki inceleme arasında *intraclass correlation coefficient (ICC)* 0.90 ($p<0.001$) olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu literatür ile uyumludur (1,2,4-6,27-31,47). Ancak 10 hastadan elde ettiğimiz parankimal renogram eğrilerinin değerlendirme dışı bırakılması nedeniyle bu değerler sadece hesaplama yapılabilen hastalardan elde edilmiştir.

Tek böbrek fonksiyonunu tüm böbreği değil yalnız parankimi içine alan ROI ile oluşturulan renogramlardan elde etmek önemlidir. Dilate olmayan toplayıcı sistemi olan normal fonksiyonlu bir böbrekte parankimal renogramlar ile tüm böbrek renogramları benzerdir. Ancak dilate toplayıcı sistemlerde ve hatta fonksiyonel kayıp olan böbreklerde tüm böbrek renogramlarının şekli etkilenir. Çünkü renogramlar seçilen ROI alanındaki çok sayıdaki sinyal intensitesinin ortalamasında oluşur. Dilate toplayıcı sistemli bir tüm böbrek renogramında erken dönemde ortalama sinyal intensitesi yüksek doku intensitesi ve kontrast madde içermeyen düşük intensiteli dilate toplayıcı sistemden elde edilir. Bu da renografik egride kullanılan ortalama sinyal intensitesini düşürür. Böylece dilate toplayıcı sistemlerde 2. segmentteki artış daha yavaş olur ve bu da fonksiyon hesaplamasında yanlışlıklara yol açar.

Diüretikli renal sintigrafide hesaplanan tek böbrek fonksiyonu böbreğin total volumüne dayanır. Magnetik rezonans ürografide ise, bizim çalışmamızda olduğu

gibi ortalama intensite bilgisi böbreğin santralinden geçen tek bir kesitten elde edilir. Tüm böbrekteki fonksiyon homojen olarak dağılmışsa bu durum tek böbrek fonksiyonu hesaplanmasında farklılık oluşturmaz. Ancak böbrek parankiminde inhomojen şekilde dağılmış fonksiyonu azalmış alanlar var ise bu durumda MR ürografi ile elde edilen sonuçlar küçük ya da büyük hatalar içerebilir. Bunu aşmak ancak ROI' in 3 boyutlu bir böbrek görüntüsü üzerine konması ile mümkün olabilir. Ancak sahip olduğumuz teknik imkanlar böyle bir çalışmaya izin vermemektedir.

Magnetik 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 (54,55). 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 doğrulanan 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. Gadolinyum dimeglumine-DTPA primer olarak böbreklerden glomerullere filtrasyon ile atılırken Tc-99m MAG-3 tübüler sekresyonla atılır (45, 46). Kronik üriner sistem obstrüksiyonlarında bu farklılık tek böbrek fonksiyonunun hesaplanmasında etkili olmaz (4,5). Ancak üriner ekskresyonun değerlendirilmesinde böbreklerin Tc-99m MAG-3'ü daha etkin olarak elimine edebilmesinden kaynaklanan farklılıklar oluşabilir (5). Dilatasyon gösteren toplayıcı sistemlerde renogramlardaki 3. segmentin düşüşü gadopentate dimeglumine-DTPA ile Tc-99m MAG-3 ile olduğundan daha yavaş olabilir (4-47). Bizim çalışmamızda da 30 hastada akümülyasyon eğrisi oluşmuştur ancak bu hastaların 3'ünde akümülyasyon eğrisi oluşmasına rağmen RTZ obstruktif düzeyde değildi. Renal transit zamanı ile obstrüksiyon öngörülen hastaların operasyon sonuçları karşılaştırıldığında ise MR

ürografinin duyarlılığı %88 olarak hesaplanmıştır. Bu şekilde üriner ekskresyonun değerlendirilmesinde tüm böbrek renogram eğrileri ile birlikte RTZ hesaplanmasının, obstrüksiyon varlığının belirlenmesi açısından MR ürografinin duyarlılığını artırabileceği düşünülmüştür.

Hem dinamik MR ürografide hem de diüretikli renal sintirafide yanlış pozitif sonuçlar oluşmaması için hastaların iyi hidrate edilmesi gereklidir. Bizim hastalarımız da diüretikli renal sintigrafidekine benzer şekilde IV infüzyon ile hidrate edilmişti (52,53, 4).

Magnetik rezonans ürografi iyonize radyasyon içermez. Bu avantaj özellikle çocuklar ve infantlarda tekrarlayan incelemeler yapılması gerektiğinde daha da önem kazanır. Üreteropelvik ve ureterovezikal bileşke obstrüksiyonları maturasyon ile iyileşme gösterebilir (50, 51). Bu gibi stenozu olan hastalarda maturasyon gelişene veya operasyon yapılana kadar klinik takip ile birlikte böbrek fonksiyon ve morfolojisinin değerlendirilmesi için kontrol incelemeler yapılması gerekir. Bunlarda yıllık veya bazen daha sık aralıklarda US ve sintigrafik kontrolleri yapılır (50,51). Hasta ne kadar küçük yaşta ise o kadar yakın takip gerekir. Bu açıdan bakıldığında sintigrafik 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.

Magnetik rezonans ürografinin bu avantajlarına rağmen, morfolojik değerlendirme bir standarttan yoksundur. Bizim çalışmamızda da olduğu gibi hastaların tamamı cerrahiye gitmez ve bir kısmı fonksiyon korunarak konservatif tedavi ile takip edilir. Çalışmalar (30, 31) MR ürografinin ekskretuar ürografiden morfolojik değerlendirme açısından üstün olduğunu gösterse de bu çalışmalar klinik çalışmalarla desteklenmemiştir. Bu nedenle MR ürografik bulgular US ile karşılaştırılır. Ancak US tüm üriner sistemin gösterilmesinde sınırlamalara sahiptir.

Bizim çalışmamızda MR ürografik incelemeler invazif girişimlerden uzak durulması amacıyla mesane kateterizasyonu yapılmadan gerçekleştirilmiştir. Ancak çok dolu bir mesane üriner drenajı inhibe edebilir. Bu durum daha önceki çalışmalarda da tanımlanmıştır (30, 49). Bu nedenle mesane kateteri kullanılması üriner ekskresyon değerlendirilirken iki teknik arasındaki karşılaştırmadaki

doğruluğu artırmaktadır. Ayrıca mesane basısı nedeniyle bazı hastalarda üreter distal kesimleri görüntülenemeyebilir ve böbreklerdeki dilatasyonun derecesinde artmış sonuçlara neden olabilir. Biz çalışmamızda bu durumdan kaçınmak amacıyla tuvalet eğitimi olan çocuklar dinamik inceleme öncesinde tuvalete gönderilmiştir.

Magnetik rezonans ürografinin en büyük dezavantajlarından biri de 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. Çalışmamızda uykusuz bırakma, bebeklerin emzirilmesi ve sedatif ajanların kullanılmasına rağmen 10 hasta çalışma dışı bırakılmıştır. Ayrıca incelenen hastaların bir kısmında incelemenin tanısallığını etkilemeyecek düzeyde hareket artefaktları oluşmuştur.

Gadolinium şelatörlerinin klinik dozlarda çok düşük nefrotoksisteye sahip oldukları bildirilmiştir (4,5,29,34,35,38). Ancak son yıllarda Orta derecede böbrek yetmezliği (glomerüler filtrasyon hızı $< 60\text{ml/dk}$) ve ileri derecede böbrek yetmezliği (glomerüler filtrasyon hızı $< 15\text{ ml/dk}$) olan olgularda gadolinium içeren kontrast madde ile MRG ya da MRA incelemesi yapılması Nefrojenik Sistemik Fibrozis (NSF) adı verilen ve ölümcül olabilen bir hastalığa yol açabileceğini bildiren yazılar yayınlanmıştır (57,58). Orta-ileri derecede böbrek yetmezliği olan olgularda kontrastlı MR endikasyonunun söz konusu yan etki olasılığı nedeniyle dikkatle konulması gerektiği bildirilmektedir. Zorunlu olarak gadolinium içeren kontrast madde kullanıldığında derhal dializ uygulanması hastalık riskini azaltabilir. Bu nedenle dialize giren olgularda kontrastlı MR incelemesinin dializin hemen öncesine planlanmasının yararlı olabileceği belirtmektedir. Ancak bizim çalışmamızda hastaların kreatinin değerlerinin normal sınırlarda olduğu inceleme öncesinde öğrenilmiştir. Bununla birlikte MR ürografi incelemesi yapılacak hastaların kontrast kullanımı öncesi böbrek fonksiyonları açısından uygunluğunun değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması zorunlu olduğu açıktır.

6. 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 US'den daha iyi sonuçlar elde edilebilmektedir. Sintigrafi ile karşılaştırıldığında dilatasyonun tanımlanmasında bulgular sintigrafi sonuçları ile uyumludur.

Magnetik rezonans ürografi ile renal fonksiyon değerleri sintigrafidekine benzer şekilde hesaplanabilir. Tüm böbrek renogram eğrileri değerlendirilerek ve RTZ hesaplanarak renal ekskresyon değerlendirilebilir.

Magnetik rezonans ürografi ile VÜR'ün direkt olarak gösterilmesi mümkün değildir, VÜR'e bağlı indirekt bulgular değerlendirilebilir.

Magnetik rezonans ürografi çocuklarda üriner sistemin değerlendirilmesinde önemli üstünlükleri olan bir tekniktir. Aynı incelemede hem morfolojik hem de fonksiyonel bilgiler sağlayarak US 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, etik nedenlerle yeterli sayıda klinik çalışma ile korele edilememesi 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.

7.ÖZET

ÇOCUK HASTALARDA ÜRİNER SİSTEMİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE MR ÜROGRAFI

Amaç: Çocuklarda üriner sistem patolojilerinin morfolojik ve fonksiyonel değerlendirilmesinde MR ürografinin tanısal değerini araştırmak.

Gereç-Yöntem : 2004-2008 yılları arasında, üriner sistem anomalisi olan 39 hastaya dinamik-statik MR ürografi incelemesi yapılmıştır. Çalışmada statik T2 ağırlıklı kalın slap ve dinamik T1 ağırlıklı üç boyutlu spoiled gradient-echo-recalled sekanslarının kombinasyonu kullanılmıştır. Dinamik incelemede kontrast madde olarak gadapentate dimeglumine DTPA hastalara verilmiştir. Morfolojik sonuçlar ultrasonografi ve elde edilebiliyorsa cerrahi sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Dinamik sekanslar RTZ, parankimal renogram eğrilerinden tek böbrek fonksiyonu ve ekstremiter renogramlardan ekskresyonunun değerlendirilmesi için kullanılmıştır. Üriner ekskresyon ve tek böbrek fonksiyonları DRS ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular:Çalışmada MR ürografi ile üreteropelvik (n=16), üreterovesikal (n=4) bileşke stenozları ve intraüreterik (n=6) stenozlar, posterior üretral valv (n=1), postoperatif obstrüksiyon (n=1), nörojenik mesafe (n=1) nedeniyle ulaşan üriner sistem dilatasyonları, nonstenotik dilatasyonlar (n=4), çift toplayıcı sistem (n=4) ve izole üriner sistem anomalileri (n=2) gibi patolojiler açık olarak ile gösterildi. Morfolojik değerlendirmede MR ürografinin cerrahi ile karşılaştırıldığında duyarlılığı %88.75, fonksiyonel değerlendirmede ise DRS ile karşılaştırıldığında %80 olarak hesaplandı. Üriner ekskresyonunun değerlendirilmesinde MR ürografi DRS ile benzer sonuçlar verdi.

Sonuç: Magnetik rezonans ürografi üriner sistem patolojilerinin hem morfolojik hem de fonksiyonel değerlendirmesinin bir arada yapılabildiği bir incelemedir. Ayrıca iyonizan radyasyon içermez. Hastalara sedasyon verilmesinin gerekliliği, etik nedenlerle yeterli sayıda klinik çalışma ile korele edilememesi 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.

Anahtar Kelimeler: fonksiyonel MR, MR ürografisi, üriner anomali.

8. SUMMARY

EVALUATION OF URINARY TRACT IN CHILDREN WITH MR UROGRAPHY

Purpose: To assess combined static-dynamic magnetic resonance (MR) urography in the evaluation of urinary tract anomalies in infants and children.

Materials and methods: Thirty-nine patients with urinary tract anomalies underwent retrospective examination between 2004- 2008, with combined static-dynamic MR urography. A combination examination involved use of a static T2-weighted thick slab spin-echo sequence and a dynamic T1-weighted tree-dimensional spoiled gradient-echo- recalled sequence with gadopentetate dimeglumine-DTPA and furosemide application. Morphologic results were compared with those of ultrasonography and, when available, surgery. The dynamic sequence was used to calculate RTZ, split renal function from renograms generated from parenchymal regions of interest and to assess urinary excretion from whole-kidney renograms. Results were compared with those of diuretic renal scintigraphy (DRS) for split function and urinary excretion.

Results: Urinary system dilatations caused by stenoses at the ureteropelvic (n = 16), ureterovesical (n = 4) junctions and within the ureter (n = 6), posterior urethral valv (n=1), postoperative urethral obstruction (n=1), norogenic bladder (n=1) and nonstenotic dilatation (n = 4) and urinary tract anomalies, double collecting system (n=4) and isolated urinary tract anomalies (n=2) were clearly depicted. For morphologic evaluation, sensitivity of MR urography compared with surgery calculated %82.75 and for split renal function, sensitivity of dynamic MR urography compared with DRS calculated % 80. For urinary excretion, MR urography and DRS showed strong agreement.

Conclusion: MR urography is a modality with which urinary system pathologies could be both morphologically and functionally evaluated with high accuracy and does not use ionizing radiation. But it has disadvantages for example, children need for sedation during examination, results cannot compare with enough clinical trials because of ethical reasons and some technical incapacities. But we think with some technical improvements, MR urography can be applied in diagnosis and follow up of urinary system abnormalities in children with high degree of confidence.

Key words: MR functional imaging, MR urography, urinary anomalies

9. KAYNAKLAR

1. Borthne A, Nordshus T, Reiseter T, et al. MR urography: the future gold Standard in paediatric urogenital imaging. *Pediatr Radiol* 1999; 29: 694-701.
2. Borthne A, Pierre-Jerome C, Nordshus, Reiseter T. MR urography in children: current status and future development. *Eur Radiol* 2000; 10: 503-511.
3. Riccabona M, Simbrunner J, Ring E, Ruppert-Kohlmayr A, Ebner F and Fötter R. Feasibility of MR urography in neonates and infants with anomalies of the upper urinary tract. *Eur Radiol*. 2002; 12: 1442-1450.
4. Rohrschneider WK, Haufe S, Weisel M, et al. 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: 683-694.
5. Avni FE, Bali MA, Regnault M, et al. MR urography in children. *Eur J Radiol*. 2002; 43: 154-166.
6. Verswijvel GA, Oyen RH, Van Hoppel HP, et al. Magnetic resonance imaging in the assessment of urologic disease: an all-in-one approach. *Eur Radiol* 2000; 10:1614-1619.
7. Hennig J, Freidburg H. Clinical applications and methodological developments of the RARE technique. *Magn Reson imaging* 1988; 6: 391-395.
8. Rothpearl A, Frager D, Subramaniam A, et al. MR urography: Technique and application. *Radiology* 1995; 194:125-130.
9. Klein LT, Frager D, Subramaniam A, Lowe F. Use of magnetic resonance urography. *Eur J Radiol* 1998; 602-608.

10. Dunnick NR, Sandler CM, Newhose JH, Amis ES. Textbook of Uroradiology. 3rd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001
11. Park JM, Bloom DA. The pathophysiology of UPJ obstruction, current concepts. Urol Clin North Am. 1998; 25:161-169.
12. Coplen DE, Ortenberg J. Early development of the genitourinary tract. in: Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchel ME. Adult and Pediatric Urology. 4th ed. Volume 3. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002; 2042-2044.
13. Alcazar A, Vinaixa F, Tejado-Mateu A, et al: Obstruction and recanalization of the ureter during embryonic development. J Urol 1991; 145: 410-416.
14. Koff SA. Pathophysiology of ureteropelvic junction obstruction: Clinical and experimental observations. Urol Clin North Am. 1990; 17: 263-272.
15. Maizels M, Stephens FD. Valves of ureter as a cause of primary obstruction of ureter: Anatomic, embryologic and clinical aspects. J Urol 1980; 123:742.
16. Haliloğlu M, Cohen MD. Pediatric body. In: Clinical Magnetic Resonance Imaging, Edelman RR, Hesselink JR, Zlatskin MB (Eds). Philadelphia: W.B.Saunders Company, 1996; 1330-1357.
17. Noe HN. The wide ureter. in: Gillenwater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchel ME. Adult and Pediatric Urology. 4th ed. Volume 3. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002; 2189-2223.
18. Cendron M, Elder JS. Perinatal urology. In: Gillemvater JY, Grayhack JT, Howards SS, Mitchel ME. Adult and Pediatric Urology. 4th ed. Volume 3. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2002; 2076.
19. Swischuk LE. imaging of the Newbom, Infant and Young Child. 4rt ed. Baltimore, Williams & Wilkins 1997; 630.

20. Peters AC. Urinary tract obstruction in children. *J Urol* 1995; 154:1874-1884.
21. Mostafavi MR, Satzman B, Prasad PV. Magnetic resonance imaging in the evaluation of ureteropelvic junction obstructed kidney. *Urology* 1997; 50 : 601-603.
22. Maudgil DD, Mc Hugh K. The role of computed tomography in modern paediatric uroradiology. *Eur J Radiol* 2002; 43: 129-138.
23. Louca G, Liberopoulos K, Fidas A, et al. MR urography in the diagnosis of urinary tract obstruction. *Eur Urol* 1999; 35: 102-108.
24. Piepsz A. Radionuclide studies in paediatric nephro-urology. *Eur J Radiol* 2002; 43: 146-153.
25. Semelka RC, Hricak H, Tomei E, Floth A, Stoller M. Obstructive nephropathy: Evaluation with dynamic Gd- DTPA enhanced MR imaging. *Radiology* 1990; 175: 797-803.
26. Jung P, Brauers A, Nolte-Ernsting CCA, et al. Magnetic resonance urography enhanced by gadolinium and diuretics; a comparison with conventional urography in diagnosing the cause of ureteric obstruction. *BJU Int* 2000; 86: 960-965.
27. Hwang SI, Kim SH, Kim YJ, et al. Effectiveness of MR urography in the evaluation of kidney which failed to opacify during excretory urography: comparison with ultrasonography. *Korean J Radiol* 2000; 152-158.
28. Puig S, Schafer-Prokop C, Mang T, Prokop M. Single and multi-slice spiral computed tomography of the paediatric kidney. *Eur J Radiol* 2002; 43:139-145.

29. Taylor J, Summers PE, Keevil SF et al. Magnetic resonance renography: optimisation of pulse sequence parameters and Gd-DTPA dose, and comparison with radionuclide renography. *Magn Reson Imaging* 1997; 15: 637-649.
30. Rohrschneider WK, Hoffend J, Becker K, et al. Combined static- dynamic MR urography for the simultaneous evaluation of morphology and function in urinary tract obstruction(1). Evaluation of the normal status in an animal model. *Pediatr Radiol* 2000; 30: 511-522.
31. Rohrschneider WK, Becker K, Hoffend J, et al. Combined static- dynamic MR urography for the simultaneous evaluation of morphology and function in urinary tract obstruction(11). Findings in experimentally induced üreteric stenosis. *Pediatr Radiol* 2000; 30: 523-532.
32. Roy C, Saussine C, Jacqmin D. Magnetic resonance urography. *BJU İnt.* 2000; 86: 42-47.
33. Spencer JA, Tomlinson AJ, Weston MJ, Uoyd 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; 55:446-453.
34. Nolte-Ernsting CCA, Adam GB, Günther RW. MR urography. examination techniques and clinical applications. *Eur Radiol* 2001 ; 11: 355-372
35. Nolte-Emsting CCA, Tacke J, Adam GB, et al. Diüretic-enhanced gadolinium excretory MR urography: comparison of conventional gradient-echo sequences and echo-planar imaging. *Eur Radiol* 2001; 11: 18-27.
36. Finn JP, Mirowitz S A. Physics of MR imaging. *MR ClinNorth Am.* 1999
37. Konez O. Manyetik rezonans görüntüleme temel bilgiler. 1995. İstanbul Nobel Tıp Kitabevleri.

38. 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): 1158-1164.
39. Zielonko J, Studniarek M, Markuszevski M. MR urography of obstructive uropathy: Diagnostic value of method in selected clinical groups. *Eur Radiol* 2002; 1550-1558.
40. Frush DP, Bisset 111 GS, Hail SC. Pediatric sedation in radiology: the practise of safe sleep. *AJR* 1996;167:1381-1387.
41. Nakayama Y. Yamashita Y, Matsuno Y, et al. Fast breath-hold T2- weighted MR 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; 25:55-60.
42. Regan F, Bolhman ME, Khazan R, Rodriquez R, Schultze-Haakh H. MR urography using HASTE imaging in the assessment of ureteric obstruction. *AJR* 1996;167:1115-1120.
43. Blandino A, Gaeta M, Mînutoli F, et al. MR pyelography in 115 patients with a dilated renal collecting system. *Acta Radiol* 2001; 42: 532-536.
44. Gaeta M, Blandino A, Scribano E, et al. Diagnostic pitfalls of breath-hold MR urography in obstructive uropathy. *J Comput Assist Tomogr* 1999; 23: 891-897.
46. Rioval E, Letourmy JM. Using blueberry juice as a negative contrast agent in paediatric MR urography. *Eur Radiol* 1999; 30: 498. Zielonko J, Studniarek M, Markuszevski M. MR urography of obstructive uropathy: Diagnostic value of method in selected clinical groups. *Eur Radiol* 2002; 1550-1558.
47. Prasad VP, Priatna A. Fuctional imaging of the kidneys with fast MRI techniques. *Eur J Radiol* 1999; 29: 133-148.

48. Koff SA, Campbell K. Nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis. *J Urol.* part 2,1992; 525-536.
49. Harbert JC, Fraley EE, Deckers PJ. Alternation in radioactive isotope renogram pattern with urinary bladder filled. *JAMA* 1970; 211:810-811.
50. Korf SA, Campbell KD. Nonoperative management of unilateral neonatal hydronephrosis. *J Urol* 1992; 148:525-531.
51. Cartwright PC, Duckett JW, Keating MA, et al. Managing apparent ureteropelvic junction obstruction in the newborn. *J Urol* 1992; 148:1224-1228.
52. Peters C, Manedeli J, Treves T, et al. The 'well-tempered' diuretic renogram: a standard method to examine the asymptomatic neonate with hydronephrosis or hydroureteronephrosis. *J Nucl Med* 1992; 33: 2047-2051.
53. 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; 37:1872-1876.
54. Brown SCW. Nuclear medicine in the clinical diagnosis and treatment of obstructive uropathy. in: Murray ICP, Ells PJ, eds. *Nuclear medicine in clinical diagnosis and treatment.* Edinburgh, Scotland: Churchill Livingstone, 1998;291-313.
55. Tap Jin GV, Meredith OM, Kadc H, et al. Radioisotope renogram; external test for individual kidney function and upper urinary tract patency. *J of Clin Med* 1956; 48:886-901.
56. English PJ, Testa HJ, Lawson RS, Farrar DJ, Edwards EC. Diuresis renography in equivocal urinary tract obstruction. *Br J Urol* 1987; 59: 10-14.

57. 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.
58. Kuo PH, Kanal E, Abu-Alfa AK, Cowper SE. Gadolinium-based MR contrast agents and nephrogenic systemic fibrosis. *Radiology*. 2007; 242(3): 647-9.