

ÜRİNER SİSTEM OBSTRÜKSİYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE MR ÜROGRAFI

MR UROGRAPHY IN THE EVALUATION OF URINARY SYSTEM OBSTRUCTIONS

Kamil KARAALİ*, Can ÇEVİKOL*, Fatma DÜNDAR*, Utku ŞENOL*, Ahmet DANIŞMAN**, Oğuz BİRCAN*

* Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim Dalı, ANTALYA

** Akdeniz Üniversitesi Tıp Fakültesi Üroloji Anabilim Dalı, ANTALYA

ABSTRACT

Introduction: Intravenous urography is the standard method in the diagnostic workup of most urinary tract diseases. It is a relatively cheap technique and easily available. Information about the function and anatomy of the kidneys can be obtained, however, it has some disadvantages like ionising radiation exposure and it needs intravenous contrast injection. Magnetic resonance is a relatively new method and its application areas are increasing. Static fluids can be shown by heavily T2-weighted images in MR imaging. This technique has been used for MR cholangiopancreatography and MR myelography. Same method can also be used in urinary tract imaging. In this study, we evaluated the effectiveness of MR urography in the evaluation of urinary obstructive diseases.

Materials and Methods: We evaluated 67 kidneys in 34 patients. Twenty-five of them were male and 9 were female. Their age ranged between 4-64 years and mean age was 48.4 years. All patients had unilateral or bilateral urinary system dilatation confirmed by IVP, US or CT. All these patients underwent MR urography within 1-3 days after other radiologic examinations. No patient preparation was made before MR urography and no medication was given before or during the MR examination. Compression was not applied during the scans. For MR urography, heavily T2 weighted three dimensional fast spin echo sequences were used. Reconstructed images were also obtained by maximum intensity projection algorithm. MR urograms were evaluated by two radiologist for the presence of dilatation. If dilatation is present, the level and cause of this dilatation were also noted. MR urography findings were compared with final diagnoses of the patients. Sensitivity, specificity, positive and negative predictive values of MR urography in the detection of urinary dilatation was estimated. As well, correlation of IVP and MR urography for the detection of obstruction level was evaluated by Kappa analysis.

Results: In forty kidneys, presence of dilatation was confirmed by IVP, US or CT. MR urography showed dilatation in 39 of these kidneys. There was only one false negative result and no false positive result. The sensitivity, specificity, positive predictive and negative predictive values of MR urography for the detection of dilatation were 97%, 100%, 100% and 96%, respectively. Correlation of IVP and MR urography was good (Kappa=0.805) for the detection of dilatation degree. Correlation of IVP and MR urography was very good (Kappa=0.877) for the detection of obstruction level.

Conclusion: Our findings suggest that, in selected cases, MR urography may be used as an alternative or complementary method in the evaluation of urinary obstruction.

Key words: Urography, magnetic resonance imaging, urinary tract

ÖZET

Standart intravenöz piyelografi (İVP) böbreklerin anatomi ve fonksiyonu hakkında bilgi veren temel radyolojik yöntemdir. Ancak, iyonizan radyasyon içermesi, kontrast madde enjeksiyonu gerektirmesi gibi bazı dezavantajları vardır. Manyetik rezonans görüntüleme ise göreceli olarak yeni sayılabilecek ve uygulama alanları giderek artan bir yöntemdir. Durağan sıvıların görüntülendiği ağır T2 sekanslar ile MR miyelografi ve MR kolanjiopankreatografi gibi uygulamalar son yıllarda kullanıma girmiştir. Bu tekniğin üriner sistemde uygulaması da MR ürografidir. Çalışmamızın amacı, MR ürografinin üriner sistemin obstrüktif patolojilerinde, obstrüksiyonun varlığını, seviyesini, derecesini ve nedenini saptamadaki etkinliğini araştırmaktır.

Anabilim dalımıza üriner sistem incelenmesi amacı ile gönderilen ve İVP, bilgisayarlı tomografi (BT) veya ultrasonografi (US)'de tek yada iki taraflı üriner sistem dilatasyonu saptanan 34 olgu çalışmaya alındı. MR ürogramlar, solunum tetiklemeli, güçlü T2 ağırlıklı yağ baskılı (spectral presaturation with inversion recovery, SPIR) 3 boyutlu turbo spin echo (TSE) sekansı ile elde edildi. MR ürogramlar, dilatasyon varlığı açısından değerlendirildi. Değerlendirmeyi iki radyolog birlikte yaptı. Olguların diğer radyolojik görüntüleme bulguları ve izlem sonuçları değerlendirilerek referans kabul edilen kesin tanımlara ulaşıldı. MR ürografinin üriner sistem dilatasyonunu

Dergiye Geliş Tarihi: 15.01.2004

Yayına Kabul Tarihi: 24.05.2004 (Düzeltilmiş hali ile)

saptamadaki duyarlılık, özgülük, pozitif ve negatif öngörü değerleri belirlendi. Ayrıca, dilatasyon derecesi ve obstrüksiyon seviyesi açısından MR ürografi ile İVP bulguları arasındaki uyumluluk kappa analizi ile değerlendirildi.

Kesin tanılarına göre 40 böbrekte (6 olguda iki taraflı olmak üzere) çeşitli seviyelerde dilatasyon olduğu ortaya konuldu. MR ürografi ile bunların 39'unda dilatasyon gösterildi. MR ürografinin üriner sistemde dilatasyonu saptamadaki duyarlılığı %97, özgülüğü %100, pozitif öngörü değeri %100, negatif öngörü değeri %96 olarak belirlendi. İVP ve MR ürografi ile dilatasyonun saptandığı 32 böbrekte, İVP ile 9'unda hafif, 14'ünde orta, 9'unda ileri derecede dilatasyon saptandı. İVP ve MR ürografinin, dilatasyon derecesini saptamadaki uyumluluğu iyi bulundu (Kappa=0.805). İki tetkik yönteminin obstrüksiyon seviyesini saptamadaki uyumluluğu ise mükemmel bulundu (Kappa=0.877).

Seçilmiş olgularda MR ürografi, üriner sistem obstrüksiyonlarının değerlendirilmesinde alternatif yada tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Ürografi, manyetik rezonans görüntüleme, üriner sistem

GİRİŞ

İntravenöz piyelografi (İVP) böbreklerin anatomi ve fonksiyonu hakkında bilgi veren temel radyolojik yöntemdir. Kullanımı son yıllarda kesitsel görüntüleme yöntemlerindeki gelişmeler nedeni ile kısmen azalmış olsa da düşük maliyeti, kolay erişilebilirliği ve fonksiyonel bilgiler vermesi nedeni ile standart yöntem olma özelliğini korumaktadır. Manyetik rezonans (MR) görüntüleme ise iyonizan radyasyon içermeyen, yumuşak doku kontrastı yüksek bir kesitsel görüntüleme yöntemi olup uygulama alanları hızla artmaktadır. Yeni sayılabilecek uygulama alanlarından biri de MR ürografidir. Durağan sıvıların yüksek sinyal intensitesinden yararlanılarak yapılan MR ürografi tekniği, özellikle obstrüktif tip üriner patolojilerde tanı değeri taşımaktadır. Çalışmamızın amacı, MR ürografinin üriner sistemin obstrüktif patolojilerinde, obstrüksiyonun varlığını, seviyesini, derecesini ve nedenini saptamadaki etkinliğini araştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Anabilim dalımıza üriner sistem incelenmesi amacı ile gönderilen ve İVP, bilgisayarlı tomografi (BT) veya ultrasonografi (US)' de tek yada iki taraflı üriner sistem dilatasyonu saptanan 34 olgu çalışmaya alındı. Olguların 25'i erkek, 9'u kadın olup yaşları 4-64 arasında değişiyordu (ortalama 48,4). Dilatasyonun saptandığı tetkik ile MR ürografi arasında geçen süre 1 ile 3 gün arasında idi. MR öncesinde olgular bilgilendirilerek onayları alındı.

MR incelemeleri, 1.5 Tesla gücündeki süperiletken aygıt ile (Philips Gyroscan Intera, Best, The Netherlands) vücut sargısı kullanılarak yapıldı. Olgulara tetkik öncesinde herhangi bir hazırlık yapılmadı ve herhangi bir ilaç verilmedi.

Tetkik sırasında kompresyon uygulanmadı. MR ürogramlar, solunum tetiklemeli, güçlü T2 ağırlıklı yağ baskılı (spectral presaturation with inversion recovery, SPIR) 3 boyutlu turbo spin echo (TSE) sekansı ile elde edildi. Kesitsel görüntüler, oblik koronal planda üstte böbrekleri ve altta mesaneyi içine alacak şekilde ve şu parametreler ile alındı: TR=2700 ms, TE=650 ms, TSE değeri (echo train length)=128, NSA (NEX)=2 ve matriks 256x256. Solunum tetiklemesi nedeni ile inceleme süresi olgular arasında farklılık göstermekle birlikte ortalama 6.5 dakika idi. Elde edilen kesitlerden maksimum intensity projection (MIP) algoritması ile rekonstrüksiyonlar oluşturularak 3 boyutlu MR ürogramlar oluşturuldu.

MR ürogramlar, dilatasyon varlığı açısından değerlendirildi. Değerlendirmeyi iki radyolog birlikte yaptı. Olgularda dilatasyonun varlığı bilinmekle birlikte hangi tarafta olduğu bilinmemekteydi. Üreteral genişlemenin varlığına, normal kabul edilen karşı üreter genişliği ile kıyaslama yapılarak karar verildi. Yüzde 50 ve daha az genişleme hafif, %50-100 arası genişleme orta, %100'den daha fazla genişleme ve üreterde tortüozite ileri derecede genişleme olarak kabul edildi. Her iki tarafta da dilatasyon var ise değerlendirme diğer olgulara ait normal kabul edilen bulgular dikkate alınarak yapıldı. Sadece böbrek pelvisi ve kalikslerde genişleme olan olgularda, kalikslerde minimal küntleşme hafif, kalikslerdeki konkav görünümün kaybolması orta derecede ve kalikslerde balonlaşma ileri derecede genişleme olarak kabul edildi. Değerlendirme yapılırken rekonstrüksiyonlar ile birlikte ham imajlar da dikkate alındı.

Obstrüksiyon seviyeleri böbrek içi (kalikslerle sınırlı genişleme), üreteropelvik bileşke, üst

üreter, üreter orta kesimi, alt üreter ve üreterovezikal bileşke olarak sınıflandırıldı. Üreter çapındaki ani değişim noktası obstrüksiyon seviyesi olarak kabul edildi.

Olguların diğer radyolojik görüntüleme bulguları ve izlem sonuçları değerlendirilerek referans kabul edilen kesin tanılara ulaşıldı. MR ürografinin üriner sistem dilatasyonunu saptamadaki duyarlılık, özgüllük, pozitif ve negatif öngörü değerleri belirlendi. Ayrıca, dilatasyon derecesi ve obstrüksiyon seviyesi açısından MR ürografi ile İVP bulguları arasındaki uyumluluk Kappa analizi ile değerlendirildi.

BULGULAR

Bir olguda soliter böbrek mevcut olduğundan toplam 67 böbrek değerlendirmeye alındı. Kesin tanılara göre 40 böbrekte (6 olguda iki taraflı olmak üzere) çeşitli seviyelerde dilatasyon olduğu ortaya konuldu.

Teknik olarak olguların tümünde yeterli MR ürogram elde edildi. MR ürogramlarda 39 böbrekte dilatasyon saptandı. İVP’de bir olguda üreter taşlarına bağlı iki taraflı dilatasyon saptanan bir olguda, MR ürografide sol taraftaki dilatasyon saptanırken sağ taraftaki orta dereceli dilatasyon saptanamadı (yanlış negatif tek sonuç). Dilatasyonu olmayan olgularda MR ürografide de dilatasyon saptanamadı, dolayısı ile yanlış pozitif sonuç da yoktu. Bu sonuçlarla, MR ürografinin üriner sistemde dilatasyonu saptamadaki duyarlılığı %97, özgüllüğü %100, pozitif öngörü değeri %100, negatif öngörü değeri %96 olarak belirlendi.

MR ürografi ile İVP’de obstrüksiyon saptanan olgular dilatasyon derecesi ve obstrüksiyon seviyesinin saptanmasındaki doğruluk açısından karşılaştırıldı. İVP tetkiki bulunan 31 olguya ait 61 böbrekten 37’ sinde dilatasyon mevcuttu. Bu 37 böbreğin 4’ünde yüksek seviyeli obstrüksiyon nedeni ile üreter İVP’de vizüalize olmamıştı. Bu 4 üreterde MR ürografi ile orta yada ileri derecede dilatasyon saptandı, ve diğer görüntüleme yöntemleri ile de bu bulgu doğrulandı. MR ürografi ile dilatasyonun saptanamadığı bir olguda, diğer görüntüleme yöntemleri ile hafif dilatasyon saptandı.

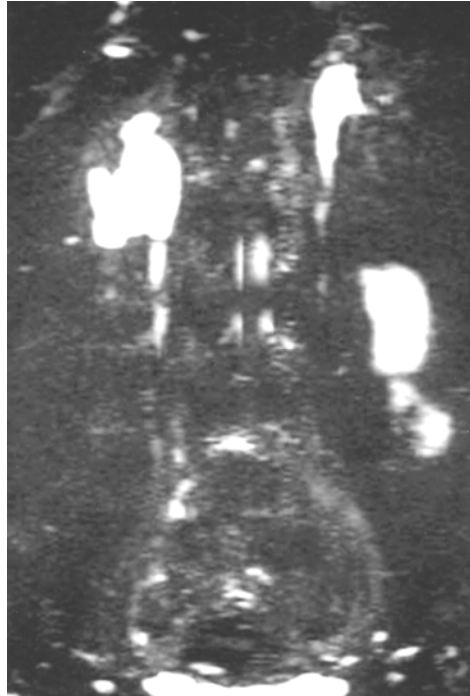
İVP ve MR ürografi ile dilatasyonun saptandığı 32 böbrekte, İVP ile 9’unda hafif, 14’ünde

orta, 9’unda ileri derecede dilatasyon saptandı. İVP ve MR ürografinin, dilatasyon derecesini saptamadaki uyumluluğu iyi bulundu (Kappa=0.805).

A



B

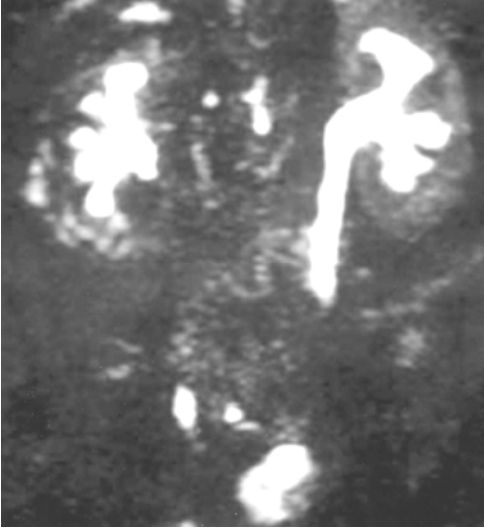


Resim 1. A) Sağda üreteropelvik bileşke darlığı olan bir olgunun intravenöz piyelografi görünümü ve B) Aynı olgunun MR ürografi görüntüsü

A



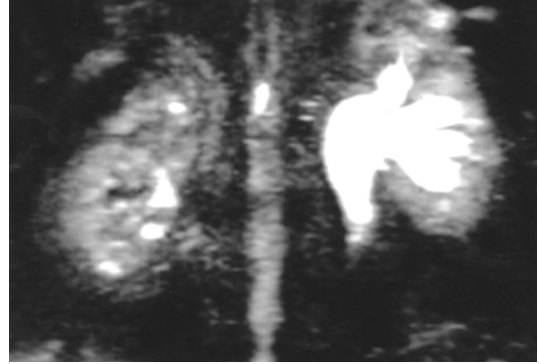
B



Resim 2. Sağ proksimal üreter ve sol üreter orta kesimde taş bağlı iki taraflı dilatasyonu olan olguda A) İVP görünümü, birinci saatte sol üreter vizüalizasyon değil. B) MR ürografide sol üreter orta kesime dek dilate izleniyor.

İVP ve MR ürografi ile obstrüksiyon saptanan 32 böbrekte obstrüksiyon seviyeleri İVP ile şu şekilde belirlendi: 2 böbrek içi (kaliektazi), 9 üreteropelvik bileşke, 5 üst üreter, 1 üreter orta kesim, 3 alt üreter, 12 üreter alt ucu. İki tetkik

yönteminin obstrüksiyon seviyesini saptamadaki uyumluluğu mükemmel bulundu (Kappa= 0.877).



Resim 3. Sol üreter proksimalinde, daha önceki üreterolitotomiye bağlı striktürü olan olguda MR ürografi görünümü

Obstrüksiyon nedeni, 25 böbrekte taş, 11 böbrekte üreteropelvik bileşke darlığı, 1 olguda serviks karsinomu, bilateral dilatasyonu olan bir olguda veziköüreteral reflü, bir olguda at nalı böbrek anomalisi ve tek taraflı kistik poş haline gelmiş böbrek idi. MR ürografi, üreteropelvik bileşke darlığı olan olguların tümünde darlığı İVP görünümüne benzer şekilde gösterdi (Resim 1 ve 3). Serviks karsinomlu bir olguda, İVP ile götserilemeyen sol üreter dilatasyonu MR ürografi ile ortaya konuldu.

TARTIŞMA

Üriner sistemi tutan pek çok hastalıkta, başlangıçta yada hastalığın seyri sırasında toplayıcı sistemde dilatasyon ortaya çıkmaktadır. İVP, üriner sistem değerlendirilmesinde hem anatomik, hem de fonksiyonel bilgiler vermesi nedeni ile standart görüntüleme tekniği olma özelliğini sürdürmektedir. Ancak iyonizan radyasyon içermesi ve iyotlu kontrast madde enjeksiyonu gerektirmesi gibi dezavantajları vardır¹. Hamilelikte ve kontrast madde duyarlılığı gibi durumlarda ultrasonografi böbrekler açısından değerli bilgiler vermekle birlikte, üreterler açısından yetersiz kalabilmektedir. Ayrıca İVP, böbrek fonksiyonlarına bağımlı olduğundan, obstrüksiyon yada diğer nedenlerle böbrek fonksiyonu belli bir seviyenin altında ise görüntüleme mümkün olamayabilir. Obstrüksiyon varlığında genellikle geç grafiler gerekmede, bu da alınan radyasyon dozunu arttırmakta ve tetkik süresini de uzatmaktadır. Bu nedenle üriner sistem görüntülenmesinde alternatif yöntemler gerekmektedir.

Durağan sıvıların MR ile görüntülenmesi ile ilgili klinik uygulamalar giderek artmaktadır. MR kolanjiopankreatografi²⁻⁴ ve MR miyelografi⁵ ile ilgili çok sayıda çalışmalar yapılmış ve bu yöntemler birçok merkezde rutin kullanıma girmiştir. MR ürografi tekniği ilk olarak Friedburg ve arkadaşları tarafından 1987'de uygulanmış ve bu yazarların kullandığı RARE (rapid acquisition with relaxation enhancement) sekansı ile yapılan çalışmalar literatüre girmiştir⁶⁻⁸. MRG'de hızlı görüntüleme tekniklerinin geliştirilmesiyle kullanıma giren ve FSE (fast spin echo) sekansından modifiye edilen HASTE (half-fourier acquisition single shot turbo spin echo) sekansı ile görüntüleme süresi çok kısalmış, hareket artefaktları azaltılmıştır. Bu sekansla elde edilen MR ürografinin üriner sistem görüntülemesinde alternatif bir teknik olabileceği vurgulanmıştır⁹⁻¹¹.

Çalışmamızda kullandığımız 3 boyutlu FSE (*fast spin echo*) sekansı ile geometrik rezolüsyonu ve sinyal/gürültü oranı yüksek görüntüler elde edilmiştir. Ortalama görüntüleme süresi 6.5 dakika olup İVP'den belirgin olarak kısa, ultrasonografi ile karşılaştırılabilir bir süredir. Sonuçlar güçlü T2 ağırlıklı, 3 boyutlu TSE sekansı ile elde edilen MR ürogramların, üriner sistem obstrüksiyonunu göstermede yüksek duyarlılık ve özgüllüğe sahip olduğunu göstermektedir (duyarlılık %97, özgüllük %100). Bu sonuçlar, literatürdeki sonuçlar ile uyumludur^{9,11-13}. Vizüalize edilemeyen 1 üreterde hafif derecede dilatasyon mevcuttur. Pelvikaliseal sistemin ve üreterlerin yetersiz distansiyonu tanısal olmayan incelemeye yol açmaktadır. Hidrasyon ve diüretik uygulaması ve eksternal kompresyonun hafif dilate üreterlerin ve toplayıcı sistemin görüntülenmesini kolaylaştıracağı vurgulanmaktadır¹⁴.

Obstrüksiyon varlığı dışında, dilatasyonun derecesini göstermede de MR ürografinin yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Dilatasyon derecesinin doğru olarak saptanamadığı 4 olgunun tümünde MR ürografi ile saptanan dilatasyon, İVP ile saptanandan bir derece az olarak belirlenmiştir. Bu farklılık, İVP'de kullanılan kontrast maddenin diürezi arttırarak toplayıcı sistemdeki distansiyonu belirgin hale getirmesine bağlı olabilir.

MR ürografi, obstrüksiyonun sebebi hakkında da bilgi verebilir. Güçlü T2 sekanslarında taşlar, idrarın parlak sinyal intensitesi ile çevrili sin-

yalsiz odaklar şeklinde izlenmektedir. Çalışmamızda milimetrik boyutlu üreter taşlarını göstermede MR ürografi yetersiz kalmıştır. Belirgin distansiyona yol açan büyük taşlar ise hiperintens idrar ile çevrili sinyalsiz odaklar şeklinde görüntülenmiştir. Renal kolik ile başvuran olgularda, kontrastsız helikal BT'nin İVP'den daha duyarlı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur¹⁵. Ancak BT'de alınan radyasyon dozu İVP'den belirgin olarak yüksektir.

Üreteropelvik bileşke darlığı olan olguların tümünde MR ürografi obstrüksiyon nedenini doğru olarak saptamıştır. Bir olguda da at nalı böbrek anomalisine eşlik eden ve İVP'de göstersilemeyen sol hidronefroz ortaya konulmuştur. İyonizan radyasyon içermemesi nedeni ile MR ürografi pediatrik dönem doğumsal ve edinisel hastalıklarının değerlendirilmesinde tercih edilen bir yöntem olabilir¹⁶.

MR ürografinin İVP'ye üstün olduğu bir durum da obstrüksiyon seviyesini böbrek fonksiyonundan bağımsız olarak gösterebilmesidir. Ayrıca tetkik süresini uzatmaya da gerek kalmamaktadır. Çalışmamıza aldığımız olguların önemli bir kısmında İVP'de obstrüksiyon seviyesinin tespiti için geç grafilere ihtiyaç duyulmuştur. Dört olguda ise geç grafilere rağmen vizüalize olmayan toplayıcı sistem MR ürografi ile görüntülenmiştir (Resim 2).

MR ürografinin dezavantajlarından en önemlisi İVP'deki gibi fonksiyonel bilgi alınamamasıdır. Anatomik rezolüsyon İVP'den daha düşüktür. Normal üreterler, hidrasyon ve diüretik uygulaması olmadan çoğunlukla tüm seyri boyunca görüntülenemez. Ayrıca yüksek maliyet de önemli bir kısıtlayıcı etken olarak düşünülebilir, örnek olarak MRG tetkik maliyeti, ultrasonografinin beş, İVP'nin yaklaşık 3, BT'nin yaklaşık 2 katıdır. Tüm bu nedenlerle MR ürografi standart yada rutin bir yöntem olarak kabul edilemez; ancak, seçilmiş olgularda değerli bir yöntem olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1- **Cronan JJ:** Contemporary concepts in imaging urinary tract obstruction. Radiol Clin North Am 26: 527-542, 1991.
- 2- **Barish MA, Yucel EK, Soto JA, Chuttani R, Ferruci JT:** MR cholangiopancreatography: Ef-

- fiency of three-dimensional turbo spin-echo technique. AJR 165: 295-300, 1995.
- 3- **Özateş M, Aldemir M, Bilici A, Taçyıldız İ, Şimşek MM:** Tıkanma sarılıklı hastalarda HASTE MR-kolanjiyografinin tanı değeri ve cerrahi bulgularla karşılaştırılması. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji 5: 412-417, 1999.
 - 4- **Yağmurlu B, Erden A, Erden İ:** Pankreas divizum: MR kolanjiyopankreatografinin tanısal önemi. Tanısal ve Girişimsel Radyoloji 9:339-344, 2003.
 - 5- **Henning J, Friedburg H, Stroebel B:** Rapid nontonographic approach to MR myelography without contrast agents. J Comput Assist Tomogr 10: 375-378, 1986.
 - 6- **Friedburg H, Henning J, Frankenschmidt A:** RARE-MR urography: Imaging of the urinary tract with a new fast non-tomographic MR technique. Radiologe 27: 45-47, 1987.
 - 7- **Sigmund G, Stover B, Zimmerhackl LB, et al:** RARE-MR urography in the diagnosis of upper urinary tract abnormalities in children. Pediatr Radiol 21: 416-420, 1991.
 - 8- **Vinee P, Stover B, Sigmund G, et al:** MRI RARE urography: An alternative to IVU. Ann Radiol 36: 109-113, 1993.
 - 9- **Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, et al:** The value of MR urography that uses HASTE sequences to reveal urinary tract disorders. AJR 167: 1497-1502, 1996.
 - 10- **Aerts P, Van Hoe L, Bosmans H:** Breath-hold MR urography using the HASTE technique. AJR 166: 543-545, 1996.
 - 11- **Regan F, Bohlman ME, Khazan R, Rodriguez R:** MR urography using HASTE imaging in the assessment of ureteric obstructions. AJR 167: 1115-1120, 1996.
 - 12- **O'Malley ME, Soto JA, Yucel EK, Hussain S:** MR urography: Evaluation of a three-dimensional fast spin-echo technique in patients with hydronephrosis. AJR 168: 387-392, 1997.
 - 13- **Karakaş HM, Tasalı N, Ünlü E:** Üreter obstrüksiyonlarında HASTE tekniği ile MR ürografi. Türk Radyoloji Dergisi 34: 600-607, 1999.
 - 14- **Rothpearl A, Frager D, Subramanian A:** MR urography: Technique and application. Radiology 194: 125-130, 1995.
 - 15- **Yilmaz S, Sindel T, Arslan G, et al:** Renal colic: Comparison of spiral CT, US and IVU in the detection of ureteral calculi. Eur Radiol. 8: 212-7, 1998.
 - 16- **Borthne A, Pierre-Jerome C, Nordshus T:** MR urography in children: Current status and future development. Eur Radiol 10: 5503-5511, 2000.