

Renal hücreli karsinomada güncel magnetik rezonans görüntüleme uygulamaları

Dr. Ömer Koray Hekimoğlu¹, Dr. N. Aydın Mungan²

¹Başkent Üniversitesi Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara

²Karaelmas Üniversitesi Üroloji Anabilim Dalı, Zonguldak

ABSTRACT

Magnetic resonance imaging (MRI) is becoming a useful and powerful alternative for imaging the kidneys, although computed tomography (CT) is the mainstay of renal imaging. In last years, technical limitations of MRI are being overcome gradually as imaging times become shorter and spatial resolution approaches that of CT. MRI can detect renal lesions on the order of 1 cm as well as CT scan, any lesions smaller than 1 cm would be difficult to characterize by either modality. Staging renal lesions is more complete with MRI than CT, particularly for determining local and vascular involvement, including tumor thrombus formation in RCC.

In this review, we demonstrated the last point of MRI development process about renal mass imaging. Renal MRI sequences and diagnostic criteria are also evaluated with current literature.

ÖZET

Renal görüntüleme bilgisayarlı tomografi (BT) temel modalite olmakla beraber, manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanışlı ve güçlü bir alternatif olma sürecindedir. Son yıllarda MRG'nin inceleme sürelerinde ve uzaysal rezolüsyonunda BT düzeyine kadar ulaşabilen iyileşmeler gerçekleştirilmiştir. BT ve MRG 1 cm altındaki renal lezyonlarda tanı güçlüğü yaşarken 1 cm üzeri lezyonları MRG ile hemen hemen BT düzeyine ulaşan tanı konabilmektedir. Özellikle renal hücreli karsinoma (RCC)'daki lokal ve tümör trombusünde içeren vasküler tutulum olmak üzere MRG ile renal lezyonların evrelendirmesi BT'ye göre daha iyi düzeyde gerçekleşmektedir.

Bu gözden geçirme ile renal kitle görüntülenmesinde MRG gelişim sürecinin ulaştığı düzey gösterilmiş ve renal MRG sekansları ve tanı kriterleri son çalışmalar ışığında değerlendirilmiştir.

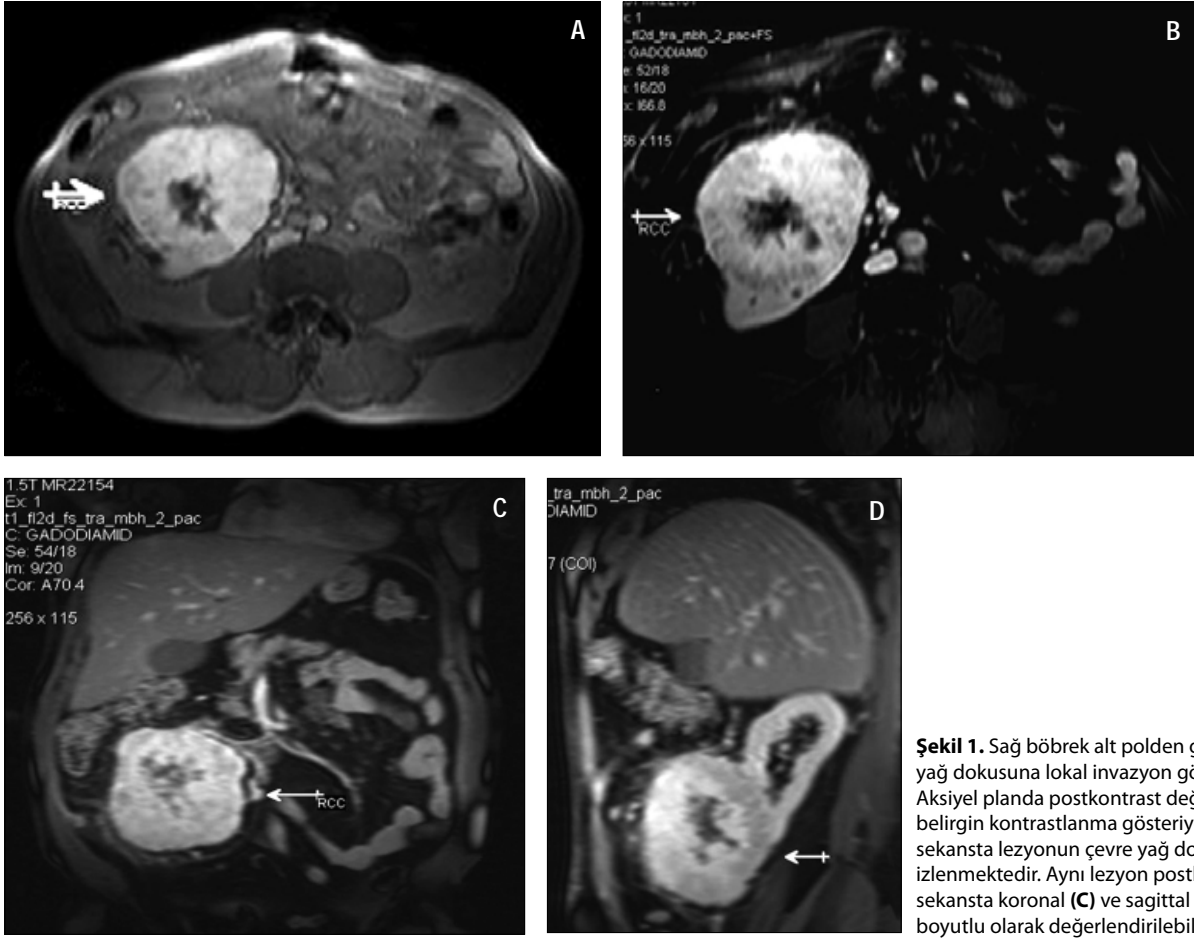
Renal lezyonlarda magnetik rezonans görüntülemenin yeri

Renal MRG, böbrek lezyonlarının geniş bir görüntü alanı içerisinde yüksek uzaysal çözünürlükte ve üç boyutlu olarak değerlendirebilen bir abdomen MRG yöntemidir. Bu yöntem son yıllara kadar inceleme sırasındaki solunum, vasküler ve peristaltik artefaktlar ve inceleme süresinin uzun olması nedeni ile renal kitlelerin değerlendirilmesinde rutin kullanıma girememiştir. Bununla beraber, özellikle son 10 yıl içerisinde hızlı MRG sekanslarının ve artefakt önleyici sistemlerin geliştirilmesi ile birlikte tanıl önemi artmakta ve giderek daha fazla uygulama alanı bulmaktadır (1).

Renal lezyonların saptanmasında günümüzde BT altın standart yöntem olmayı sürdürmektedir. MRG ileri modalite olarak problem çözücü konumundadır. Günümüzde MRG, renal görüntüleme öncelikle iyotlu kontrast maddelere alerjisi bulunan hastalar ve azotemi nedeni ile kontrast madde kontrendikasyonu taşıyan hastalar için kullanılmaktadır. Bilinen renal kitlesi olan hastalarda kitlenin yerleşim yeri ve komşu yapılarla ilişkisinin üç boyutlu olarak ve iyonize radyasyondan bağımsız olarak saptanabilmesi MRG'nin BT'ye üstünlüğü olarak görülmektedir (2) (Şekil 1). Koronal planda kontrastlı MRG tetkikleri ile intravenöz pyelografi incelemesine benzer tarzda yüksek rezolüsyonlu görüntüler alınabilmekte ve tüm ürünler hakkında yorum yapılabilir. MRG ile BT'ye yakın hatta aynı doğrulukta olmak üzere 1 cm. düzeyindeki renal lezyonlar tespit edilebilmektedir (3). Ayrıca, nefron koruyucu cerrahi planla-

“Renal lezyonların saptanmasında günümüzde BT altın standart yöntem olmayı sürdürmektedir. MRG'leri modalite olarak problem çözücü konumundadır. Günümüzde MRG, renal görüntüleme öncelikle iyotlu kontrast maddelere alerjisi bulunan hastalar ve azotemi nedeni ile kontrast madde kontrendikasyonu taşıyan hastalar için kullanılmaktadır. Bilinen renal kitlesi olan hastalarda kitlenin yerleşim yeri ve komşu yapılarla ilişkisinin üç boyutlu olarak ve iyonize radyasyondan bağımsız olarak saptanabilmesi MRG'nin BT'ye üstünlüğü olarak görülmektedir”

nan renal kitle lezyonlu hastalarda MRG, lezyonun perinefritik yağ dokusu, renal sinüs ve toplayıcı sistem ile ilişkisini net olarak göstererek operasyonu yönlendirebilmektedir (4). Renal hücreli (cell) karsinoma (RCC) açısından yüksek risk taşıyan -von Hippel-Lindau



Şekil 1. Sağ böbrek alt polden gelişen ve perinefritik yağ dokusuna lokal invazyon gösteren RCC olgusu. **A:** Aksiyel planda postkontrast değerlendirilmede lezyon belirgin kontrastlanma gösteriyor. **B:** Yağ baskılı sekansta lezyonun çevre yağ dokuya lokal invazyonu izlenmektedir. Aynı lezyon postkontrast T1 ağırlıklı sekansta koronal (**C**) ve sagittal (**D**) planlarda üç boyutlu olarak değerlendirilebilmektedir.

“MRG’nin bütün bu avantajlarına karşın anlamlı düzeyde dezavantajları da mevcuttur. Özellikle yoğun bakım hastaları gibi çok düşük ve koopere olamayan hastalarda optimal nefes regülasyonu yapılamaması ve hareket artefaktları görüntü kalitesini ciddi olarak etkilemektedir. Nörovasküler anevrizma klipsleri, kardiyak “pace” cihazları ya da kohlear implant bulunan hastalar MRG için kesin kontrendike hastalardır. Klostrofobik hastalarda ciddi bir grubu oluşturmakta olup bu grupta oral ya da intravenöz sedatifler faydalı olabilmektedir.”

sendromu- gibi bazı genetik hastaların rutin kontrolünde ve ailesinde RCC hikayesi bulunan kişilerde, MRG’nin BT yerine uzun takip sürecinde kullanılması iyonize radyasyonun kümülatif etkilerinden korunmayı sağlayacaktır.

MRG’de kullanılan gadolinyum şelatları tarzında olan paramanyetik kontrast maddelerde, BT’de kullanılan iyot preparatları gibi belirgin nefrotoksisite ve anafilaksi riski bulunmamaktadır. Bununla beraber, gadodiamid türü MR kontrast ajanının (Omniscan, GE healthcare, USA) genelde çok nadir olmakla beraber özellikle diyaliz hastalarında %2.6’ ya varan oranlarda nefrojenik sistemik fibrozise yol açabileceği son bir yıl içerisindeki yayınlarda belirtilmektedir (5).

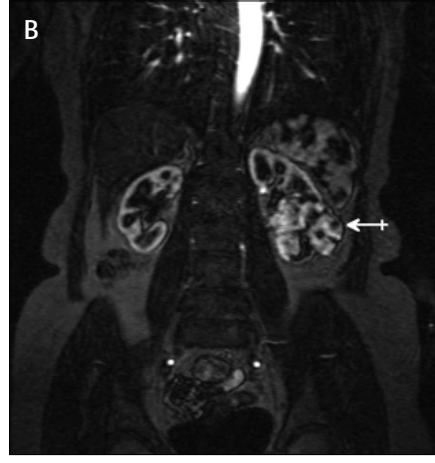
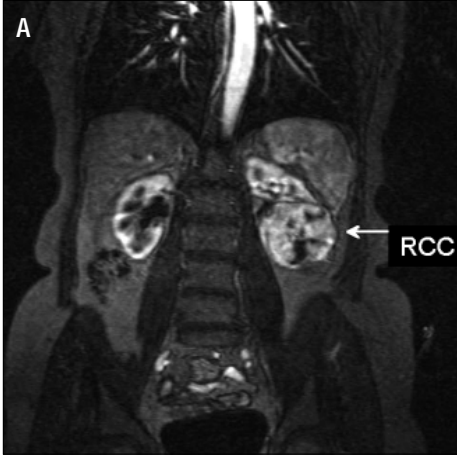
MRG’nin bütün bu avantajlarına karşın anlamlı düzeyde dezavantajları da mevcuttur. Özellikle yoğun bakım hastaları gibi çok düşük ve koopere olamayan hastalarda optimal nefes regülasyonu yapılamaması ve hareket artefaktları görüntü kalitesini ciddi olarak etkilemektedir. Nörovasküler anevrizma klipsleri, kardiyak “pace” cihazları ya da kohlear implant bulunan hastalar MRG için kesin kontrendike hastalardır. Klostrofobik hastalarda ciddi bir grubu oluşturmakta olup bu grupta oral ya da intravenöz sedatifler faydalı olabilmektedir.

Renal görüntülemeye kullanılan temel MRG sekansları

Renal lezyonların MRG ile incelenmesinde, kullanılacak olan sekansların belirlenmesi, sinyal-gürültü oranı, tarama zamanı, uzaysal çözünürlük ve kontrast çözünürlüğü arasında kurulacak olan dengeye bağlıdır. Ayrıca, hastanın solunum kapasitesine, cihaz içindeki oryantasyonuna ve kontrast madde kullanılıp kullanılmaması gibi değişkenler değerlendirilerek incelemeyi yapacak olan radyolog tarafından hastaya özel sekans optimizasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bu sekans grupları şunlardır;

1. T1-ağırlıklı sekanslar

Anatomik yapılara oryantasyonu sağlamak için genelde aksiyal, gerekirse koronal ya da sagittal planlarda alınan görüntülerdir. Bu sekansta, normal sıvılar düşük intensitede (hipointens-siyah) gözlenirken, yağ planları hiperintens(beyaz) gözlenirler. Böbrekte ise T1 ağırlıklı imajlarda renal korteks hiperintens, medulla hipointens olarak izlenir. T1 ağırlıklı sekanslar genelde klasik spin-eko (SE) tarzında alınmakla beraber, gerektiği durumlarda hızlı SE (fast ya da turbo-FSE,TSE) veya gradient eko (GRE) şeklinde gerçekleştirilebilmektedir. Günümüzdeki yüksek gradient



Şekil 2. Sol böbrek alt yarısını büyük ölçüde infiltrate eden RCC olgusu T1 ağırlıklı postkontrast görüntüde (A) belirgin kontrastlanma paterni gösteriyor; Aynı lezyonun yağ içeriğini anlamak için ayrı faz (out-of phase) değerlendirmeye alınıyor, lezyonun hiperintens izlenmesi (B) yağ içermediğini gösteriyor.

güçlü MR cihazlarında kullanılan GRE T1-ağırlıklı sekanslar ile 2- boyutlu (spoiled gradient echo-SPGR, fast-low angle shot-FLASH) ya da 3- boyutlu (volume interpolated breathold-VIBE) olarak hızlı ve yüksek rezolüsyonlu görüntüler alınabilmektedir (6).

T1 ağırlıklı renal MRG'de kullanılan diğer bir sekans tipi de eko zamanının değiştirilerek yağ ve su protonlarının aynı (in-phase) ya da ayrı (out-of phase) fazlarda görüntülenebildiği GRE sekansı olup özellikle renal kitle görüntülenmesindeki yeri önemlidir (7). Bu sekansda, yağ içeriği bulunan lezyonlar ayrı faz görüntülerde yağ içeriği var ise yağ baskılı sekansı destekler şekilde hipointens

izlenir; bu şekilde clear cell karsinoma gibi yağ içeriği yüksek lezyonlar baskılanmazlar kolaylıkla saptanabilir.

2. T2-ağırlıklı sekanslar

T2 ağırlıklı SE görüntüler, sekansın parametreleri gereği uzun süren sekanslar olduğundan abdominal ve renal MRG incelemelerinde FSE ya da TSE sekanslar tercih edilirler. Bu sekanslar klasik SE sekanslarından farklı olarak radyofrekans pulsarı arasındaki bekleme zamanı (TR: time to repetition) sırasında birden fazla faz kodlama gradienti kullanarak inceleme süresinde belirgin kısalmaya neden olur. Bu sekanslar arasında GRE ve FSE sekanslarının birlikte kullanıldığı hibrid sekans olan GRASE ya da tek atımlı hızlı SE sekansları olan SSFSE (single shut FSE) ve HASTE (half-Fourier single-shut FSE) güncel hızlı ve yüksek rezolüsyonlu sekanslar olarak kullanılmaktadır. Bu sekanslar ile 4 mm. düzeyine kadar inen ince kesitler multiplanar olarak alınabilmektedir (8).

Tüm bu T2 ağırlıklı sekanslarda normal sıvılar, toplayıcı sistem içindeki sıvı ve yağ dokusu hiperintens olarak gözlenir.

3. Yağ dokusu baskılama sekansı: (STIR-short time inversion recovery)

Bu sekans FSE tekniği ile uygulanan bir sekans olup, frekans selektif ve kimyasal shift yağ baskılama teknikleri ile birlikte abdominal organlardaki lezyonların değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Bu uygulama ile sadece yağ dokusu değil, kan, gadolinium gibi kısa T1 relaksasyon zamanına sahip tüm dokulardan gelen sinyal bastırılarak kitle lezyonlarının çevre yağ dokusundan net olarak ayrılmasını, boyutunun ve çevre invazyonunun daha doğru yorumlanmasını sağlamaktadır (9).

RCC tanısına yönelik güncel Renal MRG protokolü

T2 HASTE; hızlı bir sekans olup saniyeler içerisinde renal anatomi ile ilgili bilgiler alınır. Toplayıcı sistem alanları ve renal kistik lezyonların kompleksite düzeyinin saptanmasında önemlidir.

T1 GE aynı-ayrı (in-out phase) faz; yağ dokusunun ve hemorajik kist gibi komplike kistlerin parlak (hiperintens) izlendiği hızlı bir sekansdır. Renal lezyonlardaki makroskopik ve mikroskopik yağ dokusunun ayrımını sağlar. Yağ içeriği bulunmayan RCC lezyonları heterojen-hiperintens izlenirler (Şekil 2).

T1 GE ve STIR (yağ baskılama); yağ dokusunun baskılanması ile şüpheli anjiomyolipom tanısı netleşir. Malign lezyonların çevre yağ planlarına invazyon düzeyinin saptanmasında gerekli olan bir sekansdır. Dinamik postkontrast T1 ağırlıklı sekans ile kombine edilerek kullanılır.

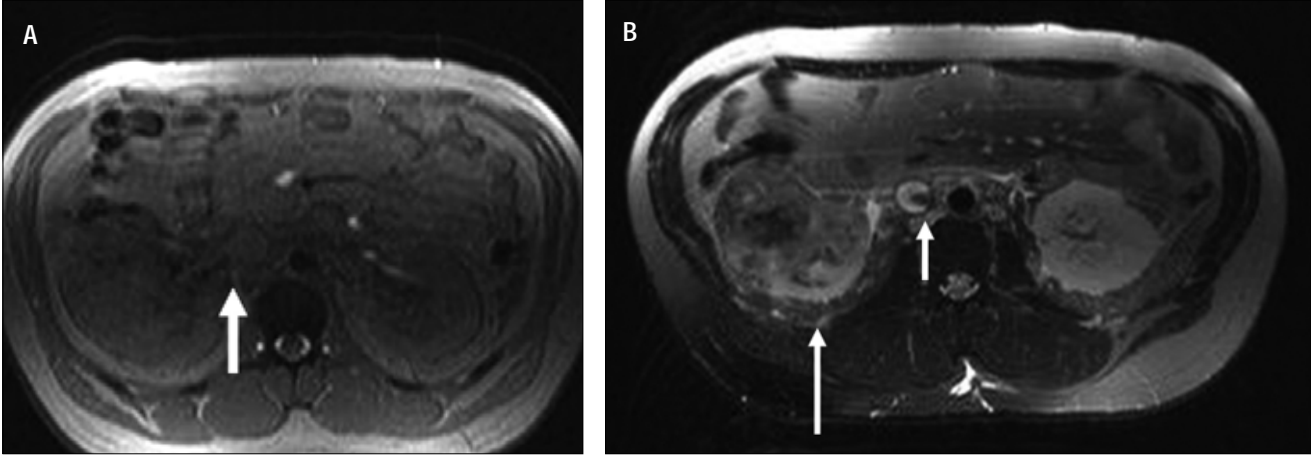
T1 3D VIBE (pre-postkontrast dinamik); malign kitle lezyonu ön tanısı olan hastalardaki temel sekansdır. Prekontrast ve postkontrast arterial faz arasındaki kontrastlanma düzeyi ve dinamik fazlardaki değerlendirme RCC tanısı için önem taşır (10). Postkontrast dinamik inceleme trifazik olarak arterial faz, kortikomedüller faz ve nefrogram fazlarında değerlendirilmesi gerçekleştirilir.

MRA ve MRV (MR anjiyografi ve venografi); Sadece vasküler yapıların gösterildiği protokol olup, renal ven ve VCI invazyonu saptanması açısından önemlidir. Vasküler anatomi haritalanabilir.

Renal hücreli karsinomada MRG tanı kriterleri

MRG, BT görüntüleme ile yaklaşık aynı sensitivite düzeyinde olmak üzere 1 cm. boyutuna kadar olan renal kitleleri ve lenfadenopatileri tespit edebilmektedir (3,11,12). MRG renal lezyonların saptanmasının yanı sıra lezyonun natürünün belirlenmesinde ve evrelendirmesinde de büyük rol oynamaktadır. Lezyonun natürünün saptanması, tedavi protokolünün cerrahi (RCC), benign lezyon (basit kist, angiomyolipoma,v. b.) ya da takip gerektiren bir lezyon (renal apse, bosniak tip III kist, minimal yağ içerikli anjiomyolipom) şeklinde belirlenebilmesini sağlamaktadır. Cerrahi planlanan hasta grubunda multiplanar MRG ile inferior vena kava ya da renal venlere invazyonun belirlenmesi büyük önem taşımaktadır (13,14). Venöz vasküler invazyon BT ile %79 düzeyinde saptanabilirken, MRG sensitivitesinin %100 düzeyinde olduğu gözlenmiştir (13) (Şekil 3).

“Solid renal tümörler T1 ağırlıklı görüntülerde tipik olarak izointens ya da hafif hipointens olarak izlenirken, hiperintens sinyal alanları ise lezyonun lipid komponentlerini düşündürmekle beraber hemoraji alanları, nekroz ya da proteinöz debris ile de uyumlu olabilir (3). Clear cell karsinomalar intrasellüler lipid içeriklerinden dolayı özellikle ayrı faz GE görüntülerde fokal ya da diffüz sinyal kaybı gösterirler (10,15).”



Şekil 3. A: Venöz Faz T1 ağırlıklı renal MRG incelemesinde sağ böbrekteki RCC'ye sekonder sağ renal vende inferior vena kavaya uzanan tümör trombusu izlenmektedir. **B:** Sağ böbrekte heterojen kontrastlanan RCC olgusuna (uzun ok) sekonder gelişen, inferior vena kavada kontrastlanma gösteren tümör trombusu (kısa ok) gözlenmektedir.

“Renal fonksiyonları yetersiz olan hastalarda ve renal kitle nedeni ile opere olan hastaların takibinde, operasyon sonrası renal yetmezlik riski bulunduğundan MRG ile hastaların takip edilmesi önem taşımaktadır. Bu şekilde hastalar, BT ile kullanılacak olan iyotlu kontrast maddelerin yaratabileceği nefrotoksisite riskinden korunmuş olacaktır (18). Daha öncede değinildiği gibi bu grup hastalarda gadodiamid grubu MR kontrast maddelerin yaratabileceği olası nefrojenik sistemik fibrozis riski açısından tercih edilmemesi gerekmektedir.”

Solid renal tümörler T1 ağırlıklı görüntülerde tipik olarak izointens ya da hafif hipointens olarak izlenirken, hiperintens sinyal alanları ise lezyonun lipid komponentlerini düşündürmekle beraber hemoraji alanları, nekroz ya da proteinöz debris ile de uyumlu olabilir (3). Clear cell karsinomalar intrasellüler lipid içeriklerinden dolayı özellikle ayrı faz GE görüntülerde fokal ya da diffüz sinyal kay-

bı gösterirler (10,15). Renal kortikal tümörler, T2 ağırlıklı görüntülerde çevre renal parankime göre hiperintens olarak izlenirler (16). RCC için MRG'deki en önemli belirleyici faktör lezyon kontrastlanmasıdır (3,12). Gadolinium şelatları olan MRG kontrast maddeler T1 ağırlıklı sekanslarda kullanılır ve kontrastlanma düzeyi kontrast öncesi alınan T1 görüntüler ile karşılaştırılarak belirlenir. BT görüntülemesinde olduğu gibi RCC lezyonları postkontrast T1 görüntülerde kontrastlanma göstererek prekontrast görüntülerle karşılaştırıldığında belirgin parlama gösterirler (Şekil 1). Saptanan renal olası malign lezyonların kantitatif kontrastlanma düzeyi MRG parametreleri ile saptanabilir ve lezyonlarda kontrast madde sonrası 2. ve 4. dakikalar arasındaki %15 üzeri sinyal değerlerinde gözlenen yükselmeler HCC lehine değerlendirilir (17). Bu değerler, lezyona yönelik sinyal intensitesindeki kantitatif ölçümler ile hesaplanır. BT görüntülerine benzer tarzda, RCC lezyonları MRG'de öncelikle periferik tarzda olmak üzere heterojen ya da homojen kontrastlanma paterni gösterirler (16).

Renal fonksiyonları yetersiz olan hastalarda ve renal kitle nedeni ile opere olan hastaların takibinde, operasyon sonrası renal yetmezlik riski bulunduğundan MRG ile hastaların takip edilmesi önem taşımaktadır. Bu şekilde hastalar, BT ile kullanılacak olan iyotlu kontrast maddelerin yaratabileceği nefrotoksisite riskinden korunmuş olacaktır (18). Daha öncede değinildiği gibi bu grup hastalarda gadodiamid grubu MR kontrast maddelerin yaratabileceği olası nefrojenik sistemik fibrozis riski açısından tercih edilmemesi gerekmektedir.

MRG ile RCC'de evreleme (staging)

MRG sistemlerinin sol yıllardaki hızlı gelişmelerine paralel olarak RCC evreleme ka-

pasitesinin de belirgin arttığı gözlenmiştir. TNM evrelemesi temel alındığında öncelikle lezyonun üç boyutlu görüntüleme protokolleri ile değerlendirilerek, en uzun aksının gözleendiği plandaki maksimum boyutunun “T” evrelemesi için temel alınması gerekmektedir (19). Patolojik lenfadenopatilerin (LAP) değerlendirilmesinde BT ve MR yakın sensitivite değerlerine sahiptirler. Burada kabul edilen kriter ise, patolojik lenf nodunun kısa aks boyutunun 1 cm. üzerinde olmasıdır. LAP, çevresindeki yağ dokusunun parlaması ve iyi bir kontrast yaratması nedeni ile en iyi T1 ağırlıklı görüntülerde değerlendirilirler ve kas dokusuna yakın formda orta düzeyde bir intensite gösterirler. RCC lezyonlarının çevre parankimal organlara lokal metastazları en iyi pre ve postkontrast T1 ağırlıklı görüntülerde değerlendirilirler. RCC lezyonlarının renal ven ve VCI invazyonunun değerlendirmesinde MR, %100'e yakın negatif tahmin oranı ile BT'den daha iyi performansa sahiptir. Hemen tüm MR sekanslarında vasküler patensi açısından yorum, yapılabilmekle beraber, vasküler akıma hassas teknikler kullanılarak yapılan MR arteriografi ve venografi sekansları ile tümör trombusunun lokalizasyonu üç boyutlu haritalanması BT'ye göre daha yüksek doğrulukta yapılabilmektedir (20). Ayrıca, cerrahi planlanan hastalarda MRG ile operasyon öncesi vasküler haritalanma yapılarak, duplike renal arterler, sirkumaortik ve retroaortik renal venler gibi vasküler anomali-lerin değerlendirilmesi yapılabilmektedir.

Sonuç

RCC lezyonlarının tanı, evreleme ve takibinde MRG güncel hızlı ve yüksek rezolüsyonlu sekanslar ile önemi bir yere gelmiştir. Operasyon öncesi evrelemede ve operasyon sonrası nüks, rekürren araştırmasında BT'den daha yüksek doğruluk

değerleri taşımaktadır. BT ya da ultrason incelemesi sırasında saptanan RCC olgularında özellikle operasyon öncesi lezyonun boyutlarının, lokal parankimal ve vasküler invazyonun değerlendirilmesinde ve uzak

metastazların saptanmasında MRG büyük önem taşımaktadır. MRG sistemlerinde planlanan gelişmelerle yakın bir gelecekte kitle lezyonlarının MRG ile sanal üç boyutlu volumetrik değerlendirmesi yapılabilecek

ve operasyon esnasındaki bir ekran yardımı ile lezyonun her yönden uzaysal değerlendirilmesi operasyon ekibi tarafından yapılabilecektir.

Kaynaklar

1. Bilbey JH, McLoughlin RF, Kurkjian PS, et al. MR imaging of adrenal masses: value of chemical shift imaging for distinguishing adenomas from other tumors. *AJR* 1995; 164: 637-642.
2. Krestin GP. Genitourinary MR: kidneys and adrenal glands. *Eur Radiol* 1999; 9: 1705-1714.
3. Pretorius ES, Wickstrom ML, Siegelman ES. MR imaging of renal neoplasms. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 2000; 8: 813-836.
4. Pretorius ES, Siegelman ES, Ramchandani P, et al. Renal neoplasms amenable to partial nephrectomy: MR imaging. *Radiology* 1999; 212: 28-34.
5. Lauenstein TC, Salman K, Morreira R, et al. Nephrogenic systemic fibrosis: center case review. *J Magn Reson Imaging* 2007; 26: 1198-203.
6. Chezmar JL, Robbins SM, Nelson RC, et al. Adrenal masses: characterization with T1-weighted MR imaging. *Radiology* 1998; 166: 357-359.
7. Israel GM, Hindman N, Hecht E, et al. The use of opposed-phase chemical shift MRI in the diagnosis of renal angiomyolipomas. *AJR* 2005; 184: 1868-72.
8. McNicholas MM, Lee MJ, Mayo-Smith WW, et al. An imaging algorithm for the differential diagnosis of adrenal adenomas and metastases. *AJR* 1995; 165: 1453-59.
9. Savci G, Yazici Z, Sahin N, et al. Value of chemical shift subtraction MRI in characterization of adrenal masses. *AJR* 2006; 186: 130-5.
10. Zhang J, Israel GM, Krinsky GA, et al. Masses and pseudomasses of the kidney: imaging spectrum on MR. *J Comput Assist Tomogr* 2004; 28: 588-95.
11. Semelka RC, Hricak H, Stevens SK, et al. Combined gadolinium-enhanced and fat-saturation MR imaging of renal masses. *Radiology* 1991; 178:803-9.
12. Hricak H, Thoeni RF, Carroll PR, et al. Detection and staging of renal neoplasms: a reassessment of MR imaging. *Radiology* 1988; 166: 643-9.
13. Kallman DA, King BF, Hattery RR, et al. Renal vein and inferior vena cava tumor thrombus in renal cell carcinoma: CT, US, MRI and venacavography. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16: 240-7.
14. Oto A, Herts BR, Remer EM, et al. Inferior vena cava tumor thrombus in renal cell carcinoma: staging by MR imaging and impact on surgical treatment. *AJR* 1998;171: 1619-24.
15. Outwater EK, Bhatia M, Siegelman ES, et al. Lipid in renal clear cell carcinoma: detection on opposed-phase gradient-echo MR images. *Radiology* 1997; 205: 103-7.
16. Eilenberg SS, Lee JK, Brown J, et al. Renal masses: evaluation with gradient-echo Gd-DTPA-enhanced dynamic MR imaging. *Radiology* 1990; 176: 333-8.
17. Ho VB, Allen SF, Hood MN, et al. Renal masses: quantitative assessment of enhancement with dynamic MR imaging. *Radiology* 2002; 224: 695-700.
18. Bosniak MA, Rofsky NM. Problems in the detection and characterization of small renal masses. *Radiology* 1996; 198: 638-41.
19. Guinan P, Sobin LH, Algaba F, et al. TNM staging of renal cell carcinoma: Workgroup No.3 Union International Contre le Cancer (UICC) and the American Joint Committee on Cancer (AJCC). *Cancer* 1997; 80: 992-3.
20. Choyke PL, Walther MM, Wagner JR, et al. Renal cancer: preoperative evaluation with dual-phase three-dimensional MR angiography. *Radiology* 1997; 205: 767-71.