

Canlı böbrek vericilerinde renal arterlerin kontrastlı 3B-FISP MRA tekniği ile değerlendirilmesi

F. Bilge Bozkurt, A. Muhteşem Ağıldere, N. Çağla Tarhan, Cüneyt Aytekin, Fatih Boyvat, Turan Çolak, Emin Alp Niron, Mehmet Haberal

AMAÇ

Canlı vericiden yapılan böbrek transplantasyonunda operasyon öncesi renovasküler anatominin gösterilmesi komplikasyonsuz eksplantasyon için en önemli inceleme basamaklarından birini oluşturur. Bu çalışmanın amacı gadolinyumlu (Gd) 3 boyutlu (3B) fast imaging steady precession (FISP) manyetik rezonans anjiyografi (MRA) tekniğinin, vericilerin renovasküler anatomisinin değerlendirilmesinde doğruluğunu ve avantajlarını tartışmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Altmışbir potansiyel canlı böbrek verici adayına MRA ve standart anjiyografi (SA) yapıldı. 1 T'lik (Siemens, Expert, Impact) sistem ile vücut sargısı kullanıldı. Gd-DTPA sonrası 3B FISP tekniği ile kaynak görüntüler elde edildi. Kaynak görüntülerden maximum intensite projection (MIP) tekniği ile rekonstrüksiyonlar yapıldı. Bir hasta sirkülasyon zamanı doğru tahmin edilemediğinden çalışma dışında bırakıldı. Bulgular tüm hastalarda standart anjiyografi bulguları ile karşılaştırıldı.

BULGULAR

SA esas alındığında 60 hastadan 42'sinde bilateral tek renal arter tespit edildi. 18 hastada ise toplam 24 adet süpernumeri arter izlendi. MRA'da tüm ana renal arterler ve tüm hilar aksesuar arterler ve kodominant arterler, 11 polar arter doğru olarak görüntülendi. Süpernumeri arterlerin gösterilmesinde sensitivite %83, spesifite %97 ve doğruluk oranı %94 olarak hesaplandı.

SONUÇ

İnvaziv olmaması, nefrotoksik ilaç ve iyonizan radyasyon kullanılmaması ve yüksek doğruluk oranına sahip olması nedeni ile 3B Gd'lu MRA'nın canlı böbrek vericilerinde donör organın operasyon öncesi incelenmelerinde alternatif bir yöntem olarak kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz.

Canlı böbrek vericilerinde renovasküler anatominin doğru olarak gösterilmesi güvenli ve komplikasyonsuz eksplantasyon için büyük önem taşımaktadır. Renal arter sayısı, uzunluğu, lokalizasyonu ve aksesuar arter varlığının gösterilmesi cerrahi planlamada en önemli belirleyici faktörlerdendir (1,2). Hatta bazı araştırmacılar erken bifürkasyo ve aksesuar arterlerin preoperatif incelemede demonstre edilememesinin transplantasyon sırasında komplikasyona neden olabileceğini ve bunun transplant böbreğin sonucunu etkileyebileceğini savunmaktadırlar (1).

Standart anjiyografi (SA) uzun zamandır en güvenilir görüntüleme yöntemi olmakla birlikte, nefrotoksik kontrast madde kullanılması, nadir de olsa diseksiyon, giriş yerinde hematoma oluşması, kolesterol embolisi, femoral arterde trombus oluşumuna neden olması ve iyonizan radyasyon kullanılması gibi bazı komplikasyon ve dezavantajları olan pahalı ve invazif bir yöntemdir (1,2). Gelişen teknoloji ile birlikte MRA'nın SA'ya alternatif olabileceği düşünülmüş ve bu amaçla 2 boyutlu (2B), 3 boyutlu (3B) time of flight (TOF), faz kontrast (PC), Gd'lu spoiled gradyent eko gibi değişik tekniklerin kullanıldığı birçok araştırma yapılmıştır.

Bu çalışmanın amacı Gd'lu MRA'nın canlı böbrek vericilerinde operasyon öncesi renovasküler anatominin değerlendirilmesindeki doğruluk oranını göstermektir.

Gereç ve yöntem

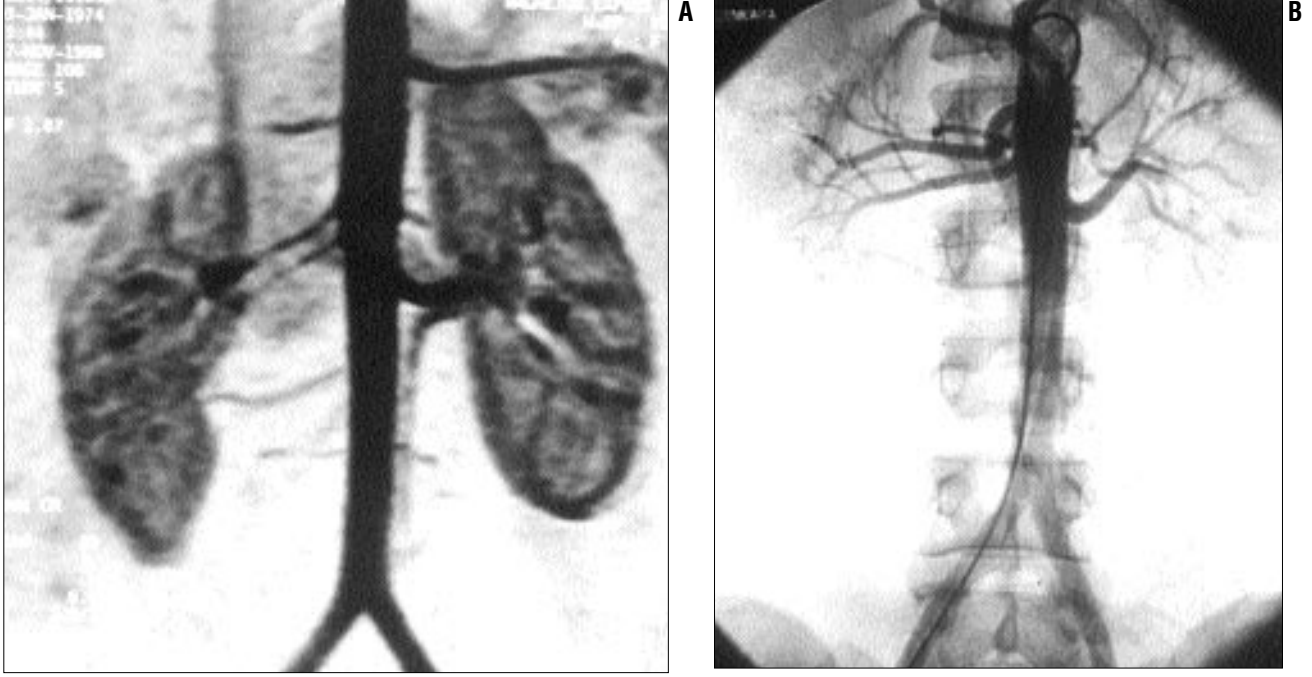
Haziran 1997- Temmuz 1999 tarihleri arasında canlı böbrek transplantasyonu yapılan hastaların vericilerine renal MRA ve SA yapıldı. Tüm hastaların anjiyografi öncesinde klinik öyküsü, fiziksel muayene, kan biyokimyası ve idrar tahlilleri ve abdominal ultrasonografik incelemeleri tamamlandı. Yaşları 16 ile 70 arasında değişen 61 böbrek vericisinin (26 erkek, 35 kadın) renal arterleri FISP TOF tekniği ile 1.0 T manyetik sistem ile (Siemens, Expert, Impact, Erlangen) vücut sargısı kullanılarak değerlendirildi. 0.2 mmol/kg dozunda Gd-DTPA iv olarak, 15 sn, hastanın kardiyovasküler statusuna göre sirkülasyon zamanı uzadığı düşünülenlerde 20 sn'lik gecikme ile, manuel yolla verildi. Hastaya görüntüleme öncesinde tetkik anlatıldı ve nefes tutma eğitimi verildi. Öncelikle iki düzlemde öncü görüntüler alındı ve abdominal aorta ve böbrekler içinde olacak şekilde slab yerleştirildi. Kaynak görüntüler koronal düzlemde, aralarında 7 sn olan 3 fazda elde edildi. Görüntüleme parametreleri, TR: 6.7 msn, TE: 2.8 msn, FA: 30, TA:18 sn, AC:

F. Bilge Bozkurt (E), A. M. Ağıldere, N. Ç. Tarhan, C. Aytekin, F. Boyvat
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı, Ankara

T. Çolak
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nefroloji Anabilim Dalı, Ankara

M. Haberal
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara

Gelişi: 06.10.2000 / Kabulü: 10.04.2001



Resim 1. A. MRA'da, sağda ana renal ve kodominant, inferiorda polar aksesuar ve solda polar aksesuar arter **B.** SA inceleme.

1, matriks: 140x256, FOV: 350x350 mm, slab kalınlığı: 90 mm, efektif kesit kalınlığı: 3 mm, partiyon sayısı: 30 olarak belirlendi. Kaynak görüntülerden MIP tekniği ile koronal düzlemde rekonstrüksiyonlar yapıldı. Rekonstrüksiyon görüntüleri ve kaynak görüntüler bir radyolog tarafından sayı, kalibrasyon ve varyasyon açısından değerlendirildi. Olgulardan biri sirkülasyon zamanı doğru tahmin edilemediğinden arteriyel fazda kaynak görüntüler elde olunamadı ve çalışma dışı bırakıldı. Değerlendirme öncesinde radyoloğa hastanın SA'sı hakkında bilgi verilmedi.

Anjiyografik inceleme sağ femoral arterden Seldinger yöntemi ile yapıldı. Öncelikle 5F vasküler sheat (Terumo Corp.,Tokyo Japan) yerleştirildi. Aortagrafi (enjeksiyon hızı: 20 ml/sn, frame rate: 3fr/sn) 5F pigtail aorta-flush kateterle (Terumo Corp., Tokyo Japan) yapıldıktan sonra renal arterler selektif olarak shephard hook kateter (Terumo Corp., Tokyo Japan) ile kateterize edildi (enjeksiyon hızı: 7ml/sn, frame rate: 3fr/sn). Gerektiğinde oblik projeksiyonlar elde olundu. Total olarak 75-150 ml kadar iyonik kontrast madde (Hexabriks 320; Guerbert, France) kullanıldı. Görüntüler başka bir radyolog tarafından yine sayı, var-

yasyon açısından incelendi. Yapılan MRA ve SA arasında 0 gün ile 7 ay arasında değişen süreler mevcuttu.

Değerlendirmede renal arterler öncelikle tek ve süpernumenari olarak 2 ana gruba ayrıldı. Süpernumenari arterler de kalibrasyonlarına göre, kodominant ve aksesuar olarak ikiye ayrıldı. İpsilateral ana renal arter ile aynı kalibrasyona sahip olan aksesuar arter kodominat, daha küçük kalibrasyonda olanlar hilar veya polar aksesuar arterler olarak adlandırıldı. Böbreğe polar uçlara yakın lokalizasyondan giren aksesuar arter, polar aksesuar, hilustan giriş gösterenler ise hilar aksesuar arter olarak adlandırıldı. Ayrıca orjine 2 cm'den daha yakında dallanma gösteren renal arterler, erken bifürkasyon gösteren arter olarak tanımlandı.

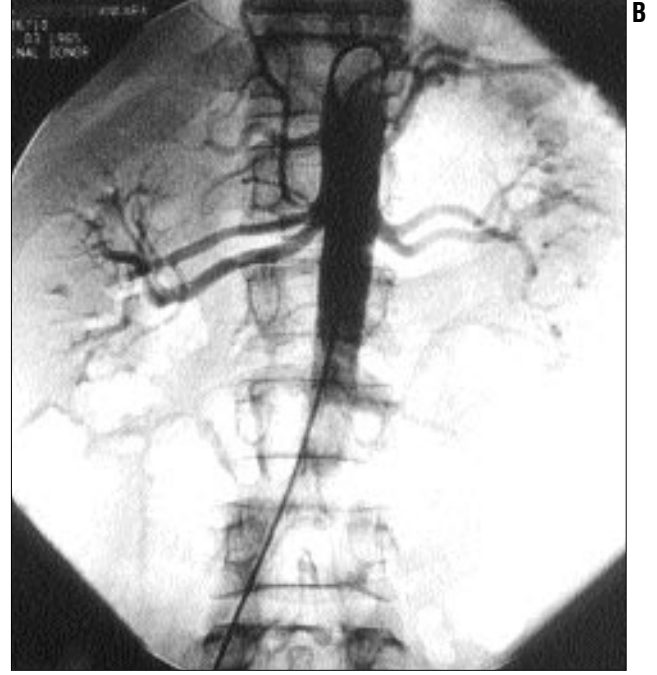
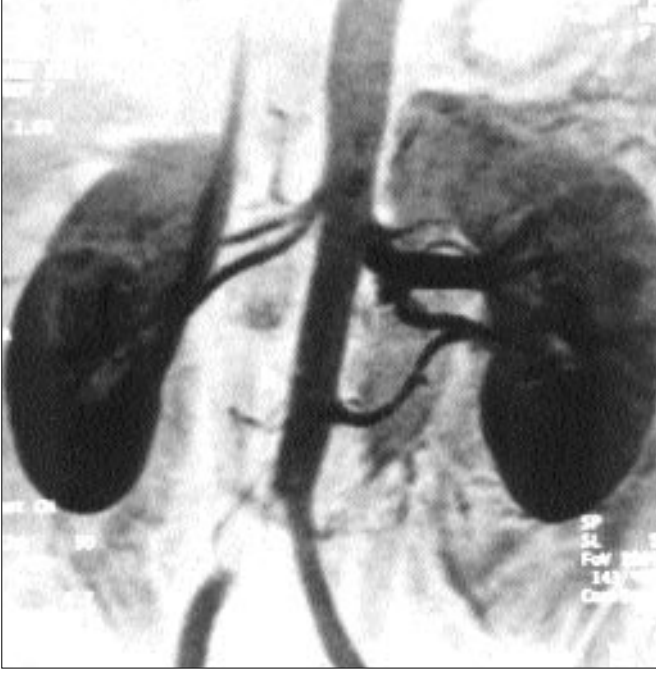
Bulgular

Standart anjiyografik incelemede 61 hastadan 42'sinde bilateral tek renal arter izlendi. 19 hastada toplam 24 adet renal arter saptandı. Bunlardan 2'si kodominant, 22'si aksesuar (7'si hilar, 15'i polar) arterdi.

MRA incelemede olgulardan biri, sirkülasyon zamanı doğru tahmin edilemediğinden arteriyel fazda görüntüler elde olunamadı ve inceleme dışı

birakıldı. MRA'da tüm ana renal ve hilar aksesuar arterler doğru olarak görüntülendi. Kodominant arterlerin 2'si, polar aksesuar arterlerin 11'i doğru olarak demonstre edildi. (Resim 1 A, B; Tablo 1). Polar aksesuar arterlerin saptanmasında toplam 4 yanlış negatif olgu tespit edildi. Bu olgulardan birinde, inceleme hasta nefesini tutamadığından suboptimal olup, tetkik diyagnostik kalitede değildi ve bu nedenle bir polar aksesuar arter MRA'da gösterilemedi. Diğer bir olguda teknik bir nedenle kontrast maddenin verilmesi geciktiğinden yine optimal arteriyel kontrastlanma sağlanamamış ve tetkik suboptimal elde olunmuştur. Yine bu hastada SA'da gösterilen aksesuar polar bir dal MRA'da izlenememiştir. Yanlış negatif olarak değerlendirilen son 2 olguda da aksesuar polar arterler MIP ve kaynak görüntülerde retrospektif olarak izlenemedi. Bunların çapları anjiyografik incelemede 3 mm ve altında ölçüldü.

İki olguda yanlış pozitif değerlendirme yapıldı. Olgulardan birinde MRA'da orjinleri birbirine çok yakın ve eşit kalibrasyonda izlenen 2 renal arterin anjiyografik incelemede erken bifürkasyon gösteren renal arter dallarına ait olduğu anlaşıldı (Resim 2 A,



Resim 2. A. MRA'da sağda birbirinden ayrı iki renal arter olarak yorumlanan renal arterlerin, **B.** SA'da erken bifürkasyo gösteren renal artere ait olduğu anlaşıldı.

B). Yanlış pozitif olarak değerlendirilen diğer olguda ise MRA'da polar arter olarak yorumlanan vasküler yapının retrospektif incelemede lumbal artere ait olduğu anlaşıldı (Resim 3 A,B). Erken bifürkasyo gösteren 6 renal arter MRA'da gösterildi (Resim 4 A, B).

Bu doğrultuda MRA incelemenin süpernumerari arterlerin tespitinde sensitivitesi %83, spesifitesi %97, doğruluğu %94 olarak hesaplandı (Tablo 2).

Tartışma

Böbrek transplantasyonu öncesi renovasküler anatomisinin değerlendirilmesi donör organın incelenmesinde en önemli basamaklardan birini oluş-

turur. Standart anjiyografi halen bu amaçla kullanılan en yaygın görüntüleme yöntemi olmakla birlikte invaziv olması, nefrotoksik kontrast madde kullanılması, nadir de olsa diseksiyon, giriş yerinde hematoma oluşması, kolesterol embolisi gibi komplikasyon riskleri taşımaktadır. Ayrıca, işlem sonrası yatak istirahati, immobilizasyon ve hospitalizasyon gerektirmesi gibi hasta toleransının azalmasına ve maliyet artışına neden olan dezavantajları mevcuttur (1-3).

Gd'li MRA incelemede nefes tutularak ve yüksek volümde Gd verilererek arteriyel fazın dominant olduğu görüntüler elde edilebilmektedir. Gd'li kontrast madde infüzyonu T1 değerini kısaltarak sinyal artışına ne-

den olurken zemindeki dokularda sinyal artışı izlenmez. Relatif olarak büyük sapma açısı kullanılarak yapılan 3B gradyent eko sekansları ile daha fazla T1 etkisi ve daha fazla spin saturasyonu elde etmek mümkün olmaktadır. Damarların opaklaşması akıma değil damar içindeki kontrast madde varlığına bağlı olduğundan TOF görüntülemeye meydana gelen saturasyon problemi Gd'li MRA incelemelerde oluşmaz (4).

Debatin ve arkadaşlarının 2B PC MRA tekniği kullanarak yaptıkları 39 olguluk çalışmada sensitivite %84 olarak saptanmış ve bu yöntemin preoperatif incelemede SA'nın yerini almayacağı savunulmuştur (5). Meyers ve arkadaşlarının 3B PC MRA tekniği kullanarak yaptıkları çalışmada, 10 aksesuar arterin 8'inin MRA ile gösterilebildiği bildirilmiştir (6). Aynı tekniğin kullanıldığı Gourley ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise sensitivite % 83 ve total doğruluk oranı % 97 olarak saptanmıştır (7). Her iki çalışmada da 3B PC MRA tekniğinin aksesuar renal arterlerin gösterilmesinde SA'ya alternatif bir yöntem olamayacağı savunulmuştur.

Adamis ve arkadaşlarının nefes tutturarak ve selektif inversion reco-

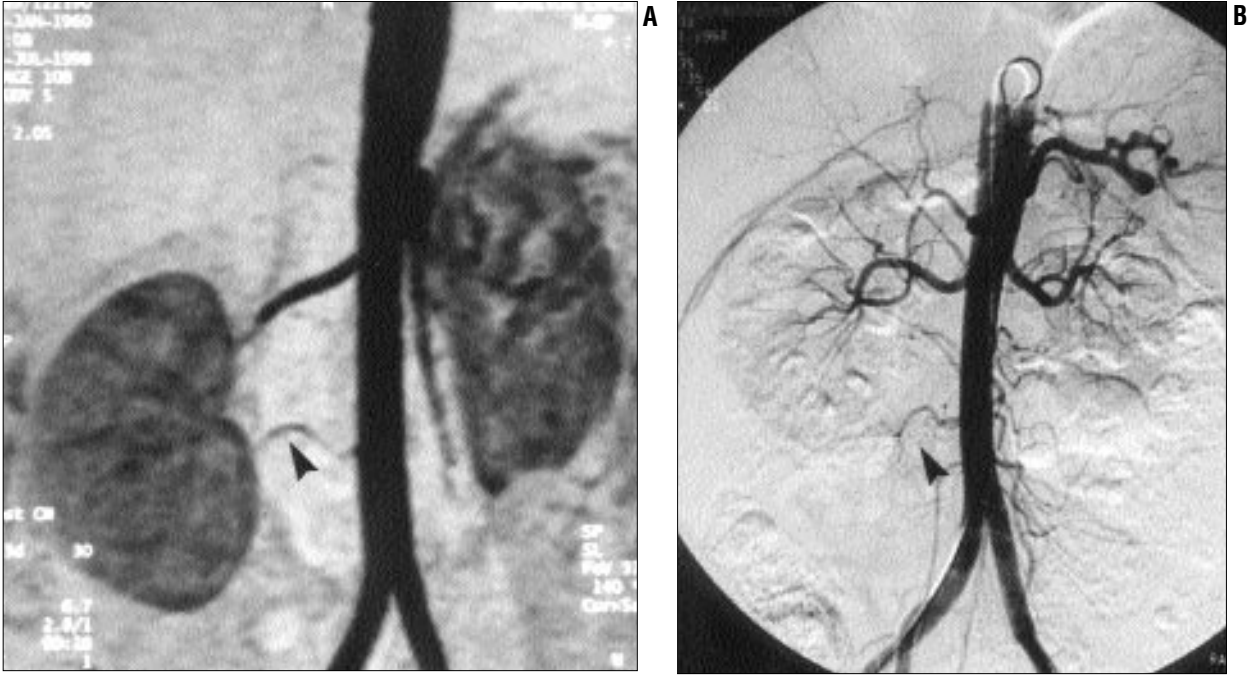
Tablo 1. Standart anjiyografik inceleme ile karşılaştırıldığında doğru olarak gösterilen ana ve süpernumerari arter sayıları

	MRA/SA
Tek renal arter	82/82
Süpernumerari	20/24
Hilar	7/7
Polar	11/15
Kodominant	2/2

MRA: magnetik rezonans anjiyografi, SA: standart anjiyografi

Tablo 2. MRA'nın süpernumerari arteri belirlemede saptanan sensitivite spesifite ve doğruluk oranları

Yanlış negatif	4	
Yanlış pozitif	2	
Doğru pozitif	20	
Doğru negatif	82	
Sensitivite	20/24	%83
Spesifite	82/87	%97
Doğruluk oranı	102/106	%94



Resim 3. A. MRA incelemede sağ inferiorda yer alan ve aksesuar polar artere ait olduğu düşünülen vasküler yapının (*ok başı*), **B.** Anjiyografik incelemede lumbal artere ait olduğu tespit edildi. Kaynak görüntülerin retrospektif olarak değerlendirilmesinde bunun lumbal artere ait olduğu görüldü.

very tekniği ile yaptıkları MRA incelemede, 8 aksesuar arterin de gösterildiği ve %100'e varan bir sensitiviteye ulaşıldığı bildirilmiştir. Ayrıca bu teknik kullanılarak, parankimal ve venöz anomalilerin gösterilebildiği iddia edilmiştir (8).

Nefes tutmalı Gd'li ultrafast 3B spoiled gradyent eko ilk olarak Gilfealter tarafından tarif edilmiştir (9). Buzzas ve arkadaşlarının bu tekniği kullanarak yaptığı çalışmada aksesuar arterin gösterilmesinde doğruluk oranı %100 olarak saptanmıştır (1). Nelson ve arkadaşlarının yaptığı 50 olguluk

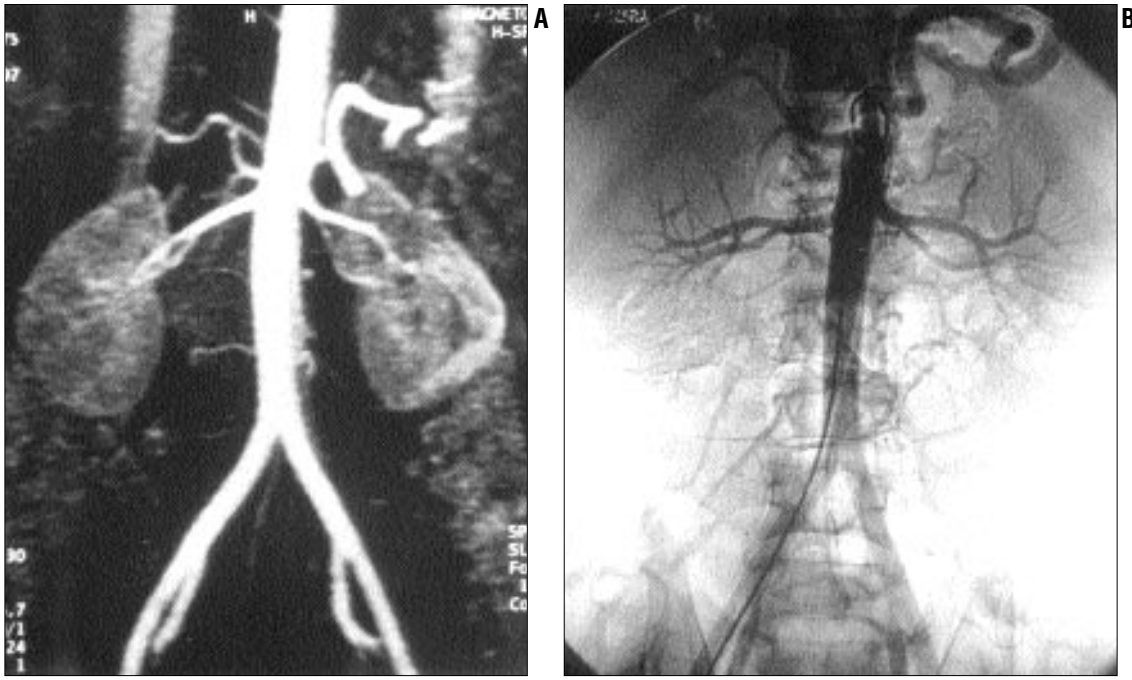
çalışmada Gd'li 3B TOF tekniği kullanılmış ve sonuçlar intraoperatif bulgularla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada aksesuar arterin % 71 sensitivite ve % 95 spesifisitede gösterilebildiği belirtilmiştir (10). Merkezimizde süpernumenari arteri olan böbreğin transplantasyonu anastomoz sayısını artırması nedeni ile tercih edilmediğinden, operasyon bulgularının MRA bulguları ile karşılaştırılmasının çalışmamıza katkıda bulunmayacağı düşünülmüştür.

Bakker ve arkadaşlarının yaptığı 24 olguluk çalışmada yine Gd'li MRA,

intraarteriyel DSA ile karşılaştırılmış ve doğruluk oranının %100 olduğu bildirilmiştir (2). Ayrıca bu çalışmada aksesuar bir arterin anjiyografide tespit edilemediği ancak intraoperatif olarak görülebildiği belirtilmiştir. Bakker ve arkadaşlarının yaptığı 50 olguluk bir başka çalışmada 22 aksesuar arterin 21'i gösterilmiş ve doğruluk oranı %95 olarak bildirilmiştir (11). Shaffer ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada da, bu grup hastaların incelenmesinde kullanılan SA ile renal vericilerin yaklaşık %14'ünde aksesuar arterlerin görüntülenemediği bildiril-

Tablo 3. Standart anjiyografi ve/veya operasyon bulguları esas alınarak literatürde yapılan çalışmalarda saptanan 3B Gd'li MRA incelemelerin süpernumerari renal arterleri belirlemedeki doğruluk oranları

Çalışma grubu	Referans	Teknik	Karşılaştırma yapılan teknik	Olgu sayısı	MRA'da tespit edilen süpernumerari arter sayısı	Doğruluk oranı
Prince	19	3B Gd	SA	19	10/11	%91
Snidow	20	3B Gd	SA	30	14/17	%82
Steffens	21	3B Gd	SA	50	6/9	%67
Hany	22	3B Gd	SA	39	10/11	%91
De Cobelli	24	3B Gd	SA	55	17/18	%94
Bakker	11	3B Gd	SA	50	21/22	%95
Bakker	2	3B Gd	SA	24	5/5	%100
Nelson	10	3B Gd	Operasyon bulguları	50	29	%90
Buzzas	1	3B Gd	SA+operasyon bulguları	15		%100
Çalışmamız		3B Gd	SA	60	20/24	%94



Resim 4. Bilateral erken bifürkasyo gösteren renal arterler A. MRA B. SA.

miştir (12).

Çalışmamızda MRA'da kodominant arter olarak yorumlanan ancak SA'da erken bifürkasyo gösteren renal arter olduğu anlaşılan olguya benzer bir olgu Bakker ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada rastlanmış, erken bifürkasyonun MRA'da gösterilemediği bildirilmiştir (2). Low ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da benzer bir olgu bildirilmiş olup bunun antero-posterior düzlemde spasiyal rezolüsyonun düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir ve aksiyel planda elde olunacak faz kontrast sekansları eklenerek buna benzer yanlış değerlendirmelerin azaltılabileceği bildirilmektedir (2,13).

Çalışmamızda power enjektör veya bolus zamanlaması için otomatik tetikleme yöntemleri mevcut olmadığından, gecikme zamanı hastaların kardiyovasküler dolaşım zamanından tahminen hesaplanmıştır. Gecikme zamanı iyi hesaplanamayan ve optimal arteriyel faz yakalanamayan bir olguda tetkik suboptimal elde olunmuş ve bir polar aksesuar arter görüntülenememiştir. Literatürde aksesuar arterin gösterilememesinin en önemli nedeni olarak spasiyal rezolüsyonun sınırlı olması gösterilmiştir (2). Günümüzde bolus zamanlaması power enjektörle

vizüel olarak veya otomatik tetikleme mekanizmaları kullanılarak yapılabilmektedir. Bu yöntemlerle, k space'in santral çizgilerinin oluşturulmasında maksimum arteriyel kontrastlanma sağlayan "k space ordering" yöntemi kullanılarak venöz sinyal içermeyen daha yüksek rezolüsyonlu görüntüler elde edilebilmektedir (14). Yine de 3 mm altındaki aksesuar arterlerin gösterilmesi, 1.5 mm'lik spasiyal rezolüsyon kullanımı gerektirdiğinden ve tek nefes tutma süresinde bu rezolüsyonda görüntüler elde etmek bugünkü koşullarda olası olmadığından 3 mm altındaki aksesuar arterlerin gösterilmesi hemen olanaksızdır (15). Karşı görüşü savunan araştırmacılar da bulunmakla birlikte, Strauser ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada polar arterin operasyon öncesi gösterilememiş olmasının majör cerrahi komplikasyona neden olmadığı bildirilmiştir (16).

Erken bifürkasyo varlığının preoperatif dönemde gösterilmesi kullanılacak cerrahi tekniğin değiştirilmesine, hatta eksplantasyonu ve anastomozu daha kolay olan kontralateral böbreğin seçilmesine neden olmaktadır (3,12,16). Bizim çalışmamızda da yanlış pozitif olarak kabul edilen bir olgu dışında tüm erken bifürkasyo

gösteren renal arterler doğru olarak gösterilmiştir. Çalışmamız literatürde yayınlanan diğer çalışmalardan çok sayıda olgu içermesi ile ayrılmaktadır (Tablo 3).

Günümüzde cerrahi öncesi değerlendirmede yalnızca Gd'li MRA kullanılan merkezler mevcut olup, araştırmacılar vasküler yapılarla birlikte renal parankim ve toplayıcı sistem morfolojisinin aynı anda değerlendirme olanağı vermesi nedeni ile incelemenin tercih edildiğini bildirmektedirler (5). Bilgisayarlı tomografi ile yapılan anjiyografi de böbrek vericilerinin preoperatif değerlendirilmesinde SA'ya alternatif olarak kullanılabilen bir başka yöntemdir(17,18).

Sonuç olarak, hastanın nefesini optimal tutabildiği ve sirkülasyon zamanının doğru olarak hesaplanabildiği her olguda MRA inceleme özellikle renal verici adaylarında güvenilir noninvasif ve ucuz olması, hastalar tarafından daha kolay tolere edilebilmesi, hastaneye yatış gerektirmemesi ve iyonizan radyasyon kullanılmaması gibi avantajları nedeni ile tercih edilmesi gereken bir incelemedir.

EVALUATION OF RENAL VASCULATURE WITH CONTRAST ENHANCED 3D-FISP MRA TECHNIQUE IN LIVING DONORS

PURPOSE: Demonstration of renovascular anatomy is known to be one of the most important steps in preoperative evaluation of living related kidney donors for safe transplantation. The purpose of the study is to evaluate the utility of gadolinium (Gd) enhanced three-dimensional (3D) fast imaging steady precision (FISP) magnetic resonance angiography (MRA) of renal arteries in evaluation of renal donors.

MATERIALS AND METHODS: Sixty-one potential renal donors underwent MRA and standard angiographic (SA) examination. All imaging was performed on the 1 T system using a phased array coil. Source images are obtained after intravenous Gd administration using the FISP technique. Maximum intensity projection (MIP) reconstructions were done. Angiographic findings are compared with MRA results. Only one patient was excluded from the study because the circulation time could not be estimated properly.

RESULTS: On the basis of the results of standard angiography, single renal arteries were present bilaterally in 42 of 60 patients. A total of 24 supernumerary arteries were identified in 18 patients.

All main renal and hilar arteries, codominant and 11 polar accessory arteries are correctly identified on MRA examination. Sensitivity, specificity and accuracy in detecting supernumerary artery is 83%, 97% and 94% respectively.

CONCLUSION: Gd enhanced breath hold 3D-FISP is an accurate, minimally invasive method for the detection of accessory renal arteries in the preoperative evaluation of renal transplant donors. It should be considered as an alternative imaging modality in these patients.

TURK J DIAGN INTERVENT RADIOL 2001; 7:201-206

Kaynaklar

1. Buzzas GR, Shield CF, Pay NT, Neuman MJ, Smith JL. Use of gadolinium-enhanced, ultrafast, three-dimensional, spoiled gradient-echo magnetic resonance angiography in the preoperative evaluation of living renal allograft donors. *Transplantation* 1997; 64:1734-1737.
2. Bakker J, Ligtenberg G, Beek FJA, Dordland RWHR, Hené RJ. Preoperative evaluation of living renal donors with gadolinium-enhanced magnetic resonance angiography. *Transplantation* 1999; 67:1167-1172.
3. Agildere A.M, Tutar NU, Demirag A, et al. Renal magnetic resonance angiography with Gd-DTPA in living renal transplant donors. *Transplant Proc* 1999; 31:3317-3319.
4. Borrello JAB. Renal MR angiography. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1997; 5:87-97.
5. Debatin JF, Sostman DH, Knelson M, Argabright M, Spritzer CE. Renal magnetic resonance angiography in the preoperative detection of supernumerary renal arteries in potential kidney donors. *Invest Radiol* 1993; 28:882-889.
6. Meyers SP, Talagala SL, Totterman S, et al. Evaluation of the renal arteries in kidney donors: value of Three-Dimensional Phase-Contrast MR angiography with maximum intensity projection or surface rendering. *AJR* 1995; 164:117-121.
7. Gourlay W.A, Yucel EK, Hakaim AG, et al. Magnetic resonance angiography in the evaluation of living-related renal donors. *Transplantation* 1995; 60:1363-1366.
8. Adamis MK, Goldszer RC, Pulde MF, et al. Renal vasculature in potential renal transplant donors: comparison of MR imaging and digital subtraction angiography. *Radiology* 1995; 197:467-472.
9. Gilfeather M, Holland GA, Siegelmen ES, et al. Gadolinium-enhanced ultrafast three-dimensional spoiled gradient-echo MR imaging of the abdominal aorta and visceral and iliac vessels. *Radiographics* 1997; 17:423-432.
10. Nelson HA, Gilfeather M, Holman JM, Nelson EW, Yoon HC. Gadolinium-enhanced, breath hold, three-dimensional time of flight renal MR angiography in the evaluation of potential renal donors. *J Vasc Interv Radiol* 1999; 10:175-181.
11. Bakker J, Beek FJA, Beutler JJ, et al. Renal artery stenosis and accessory renal arteries: accuracy of detection and visualization with gadolinium-enhanced breath-hold MR angiography. *Radiology* 1998; 207:497-504.
12. Shaffer D, Sahyoun AI, Madras PN, Monaco AP. Two hundred one consecutive living donor nephrectomies. *Arch Surg* 1998; 133:426-431.
13. Low RN, Martinez AG, Steinberg SM, et al. Potential renal transplant donors: evaluation with gadolinium-enhanced MR angiography and MR urography. *Radiology* 1998; 207:165-172.
14. Maki JH, Prince MR, Londy FJ, Chenevert TL. The effects of time varying intravascular signal intensity and k-space acquisition order on three dimensional MR angiography image quality. *J Magn Reson Imaging* 1996; 6:642-651.
15. Schoenberg SO, Prince MR, Knopp MV, Allenberg JR. Renal MR Angiography. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1998; 6:351-369-370.
16. Strauser GD, Stables DP, Weil R. Optimal technique of renal arteriography in living related renal donors. *AJR* 1978; 131:813-816.
17. Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, et al. Potential renal donors: comparison of conventional imaging with helical CT. *Radiology* 1996; 198:419-23.
18. Cochran ST, Krasny RM, Danovitch GM, Rajfer J, et al. Helical CT angiography for examination of living renal donors. *AJR* 1997; 168:1569-73.
19. Prince MR, Narasimham DL, Stanley JC, et al. Breath-hold gadolinium-enhanced MR angiography of the abdominal aorta and major branches. *Radiology* 1995; 197:785-792.
20. Snidow JJ, Johnson MS, Harris VJ, et al. Three-dimensional gadolinium enhanced MR angiography for aortoiliac inflow assessment plus renal artery screening in a single breath-hold. *Radiology* 1996; 198:725-732.
21. Steffens JC, Link J, Grassner J. Contrast enhanced k-space centered, breath-hold MR angiography of the renal arteries and the abdominal aorta. *J Magn Reson Imaging* 1997; 7:617-622.
22. Hany TF, Deatin JC, Jeung DA, et al. Evaluation of aortailiac and renal arteries. Comparison of breath-hold contrast-enhanced, three dimensional MR angiography with conventional catheter angiography. *Radiology* 1997; 204:357-362.
23. De Cobelli F, Vanzulli A, Sironi S, et al. Renal artery stenosis: evaluation with breath hold three-dimensional dynamic Gd enhanced versus three-dimensional phase contrast MR angiography. *Radiology* 1997; 205:689-695.