

Canlı Böbrek Vericisinin Operasyon Öncesi Tek Faz Arteriyel 3-Boyutlu Spiral Tomografi Anjiyografi Bulguları ile Operasyon Bulgularının Karşılaştırılması

The Comparison of the Preoperative Single Phase Arterial 3-D Spiral Tomography and Operative Findings of a Live Kidney Donor

Feyza GELEBEK YILMAZ,^a
Selim KERVANCIOĞLU,^a
Zeynep ŞAHYAZICI SARI,^b
Fahrettin YILDIZ,^c
Özlem USALAN,^d
Sacit ÇOBAN^e

^aRadyoloji AD,
^cGenel Cerrahi AD,
^dNefroloji AD,
Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi,
^bRadyoloji Kliniği,
Gaziantep Cengiz Gökçek
Kadın Hastalıkları ve Doğum Hastanesi,
Gaziantep

Geliş Tarihi/Received: 29.04.2015
Kabul Tarihi/Accepted: 21.09.2015

Yazışma Adresi/Correspondence:
Feyza GELEBEK YILMAZ
Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Radyoloji AD, Gaziantep,
TÜRKİYE/TURKEY
feyzagelebekyilmaz@hotmail.com

ÖZET Amaç: Çok kesitli bilgisayarlı tomografi anjiyografi (ÇKBTA), böbrek transplantasyonu öncesinde canlı böbrek vericilerinin değerlendirilmesinde kabul görmüş bir görüntüleme yöntemidir. Çalışmamızda, vericilerde böbrek arter ve venöz yapılarını tek faz bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA) ile değerlendirerek sonuçların operasyon bulguları ile karşılaştırılması ve BTA'nın sensitivitesini araştırmak amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntemler:** Ekim 2010-Aralık 2014 tarihleri arasında 69 (35 erkek, 34 kadın; ortalama yaşları 41±7 yıl) hastaya operasyon öncesi BTA incelemesi 64 kanal cihaz ile gerçekleştirildi. BTA incelemesinde tüm böbrek vericilerine 1,5 mL/kg intravenöz kontrast madde verilerek sadece arteriyel fazda 0,625 mm kesit kalınlığında görüntüler elde edildi. Maksimum intensite projeksiyon ve virtual rendering teknikleri kullanılarak 3 boyutlu görüntüler elde edildi. Renal arter sayıları, erken arteriyel dallanma; renal ven sayıları, renal ven anomalileri (sirkümaortik, retroaortik) operasyon sırasındaki bilgilerle karşılaştırılarak sensitivite, spesifisite ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı. **Bulgular:** BTA'da 17 hastada aksesuar renal arter saptandı. Ancak bir hastada operasyon sırasında; BTA'da saptanamayan aksesuar arter saptandı. BTA'da 69 hastadan yedisinde erken dallanma saptandı. Ancak bir hastada BTA'da tespit edilen erken dallanma operasyon sırasında izlenmemişti. BTA'da yedi hastada aksesuar renal ven saptandı. Ancak bir hastada operasyon sırasında, BTA'da tespit edilemeyen aksesuar ven saptandı. Kortikal kist beş hastada, böbrek taşı bir hastada, çift ureter bir hastada ve renal arter darlığı bir hastada BTA ile saptandı. BTA ile operasyon bulguları karşılaştırıldığında, çoklu renal arterlerin saptanmasında sensitivite %94, spesifisite %100 ve tanısal doğruluk %98 idi. Erken dallanma saptamada sensitivite %100, spesifisite %98 ve tanısal doğruluk %98 iken, renal venöz anomali saptamada sensitivite %87, spesifisite %100 ve tanısal doğruluk %98 idi. **Sonuç:** BTA renal donörlerde operasyon öncesi kullanılan noninvaziv güvenilir bir görüntüleme yöntemi olup, sadece arteriyel fazda alınan görüntülerin tanısal doğruluğu renal arter ve ven sayılarını, erken dallanmayı, venöz anomalileri saptamada oldukça yüksektir. Tek faz arteriyel çekim kontrastsız faza gerek kalmadan renal-ekstra-renal patolojileri de ayrıntılı bir şekilde değerlendirebilmek için yeterlidir.

Anahtar Kelimeler: Böbrek transplantasyonu; çok kesitli bilgisayarlı tomografi

ABSTRACT Objective: Multi detector computed tomography angiography (MDCTA) is a well-accepted imaging technique in the evaluation of live kidney donors before kidney transplantation. In our study, we evaluated the arterial and venous structures of the kidney with single phase computerized tomography angiography (CTA) and compared these with the findings obtained during the operation in an aim to identify the sensitivity of CTA. **Material and Methods:** From October 2010 to December 2014, 69 patients (35 male and 34 female; mean age 41±7 years) underwent CTA examination with 64 slice equipment. During the CTA examination, all kidney donors received 1.5 mL/kg of IV contrast material and images were obtained only during the arterial phase with 0.625 mm slice thickness. Maximum intensity projection and virtual rendering techniques were used to obtain 3D images. The numbers of renal arteries, early arterial branching, the numbers of renal veins, renal vein abnormalities (circumaortic, retroaortic) were compared with the information obtained during the operation to calculate sensitivity, specificity and diagnostic accuracy. **Results:** CTA identified accessory renal artery in 17 patients. However, 1 patient was also identified to have an accessory artery during surgery which could not be identified during CTA. 7 out of 69 patients had early branching with CTA. However, in one of these early branching was not observed during the operation. CTA identified accessory renal veins in 7 patients. However, during the operation 1 other patient was identified to have an accessory vein that could not be demonstrated with CTA. 5 patients were identified to have cortical cysts, 1 patient was identified to have kidney stones, 1 patient had double ureters, and 1 patient was identified to have renal arterial stenosis with CTA. When CTA findings were compared with the findings of the operation the sensitivity was 94%, the specificity was 100% and the diagnostic accuracy was 98% in the identification of multiple renal arteries. For the identification of early branching, the sensitivity was 100%, the specificity was 98% and the diagnostic accuracy was 98%. For the identification of renal venous anomalies the sensitivity was 87%, the specificity was 100% and the diagnostic accuracy was 98%. **Conclusion:** CTA is a reliable non-invasive diagnostic technique used in renal donors before surgery. The diagnostic accuracy of the images obtained only during the arterial phase is quite high in identifying the numbers of renal arteries and veins, early branching and venous anomalies. Single phase arterial images are also sufficient for the detailed evaluation of renal-extrarenal pathologies without the need of non-contrast material examination.

Key Words: Kidney transplantation; multidetector computed tomography

doi: 10.5336/nephro.2015-45825

Copyright © 2015 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Nephrol 2015;10(1):1-6

Son dönem böbrek yetmezliği olan hasta sayısındaki artışa paralel olarak canlı vericiden yapılan böbrek nakli sayısı artmaktadır.^{1,2} Canlı vericilerden alınacak böbreğin seçimi ve cerrahi yaklaşımın belirlenmesi açısından ameliyat öncesi çeşitli radyolojik değerlendirmeler yapılmaktadır.¹⁻³ Renal anjiyografi (RA) ve intravenöz piyelografi (İVP) böbrek vericilerini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar göstermiştir ki, bilgisayarlı tomografi anjiyografi (BTA), teknolojisindeki gelişmeler sayesinde RA ve İVP'nin yerini almıştır.^{4,5}

Çalışmamızın amacı, potansiyel canlı böbrek vericilerinde böbrek vasküler anatomisini tek faz BTA ile değerlendirerek sonuçların operasyon bulguları ile karşılaştırılması ve BTA'nin sensitivite, spesifisite ve tanısal doğruluk oranlarını araştırmaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Ekim 2010-Aralık 2014 tarihleri arasında 69 canlı böbrek vericisine nefrektomi yapıldı. Tüm donörler nefrektomi öncesi radyolojik değerlendirme amacıyla bölümümüze başvurdu. Altmış dokuz donöre (35 erkek, 34 kadın; ortalama yaşları 41±7 yıl) yapılacak işlem ve olası komplikasyonlar anlatılarak onayları alındı.

BTA incelemesi General Electric marka VCT XTe LightSpeed model 64 kanal cihaz ile gerçekleştirildi. İnceleme öncesi tüm donörler bilgilendirildi ve nefes tutma egzersizleri yaptırıldı. Önce "scout" görüntüleri alındı. Kontrast enjeksiyon zamanlaması için "bolus tracking" yöntemi kullanıldı. Asendan aortaya "region of interest (ROI)" yerleştirildi. Kontrast madde verildikten sonra ardışık düşük miliamperli görüntüler alarak asendan aortadaki en yüksek kontrast dansitesinin olduğu zamanda (150-200 HU) çekime başlandı. Arteriyel fazda, ortalama 25. saniyede, 1,5 mL/kg noniyonik kontrast madde iohexol (Omnipaque 350, Amersham Health, Princeton, New Jersey) 3 mL/sn hızla bolus tarzında, Covidien LF Optivantage DH marka otomatik enjektör yardımıyla sağ antekübital venden (20G) verildi. Çekimde kullanılan parametreler, 40 mm kolimasyon (64x 0,625), 0,35 sn rotasyon, 0,16:1-

0,24:1 pitch, X-ışını tüpünde 120 kV ve 150 miliamper (mA), 25 cm scan field of view, 0,625 mm dedektör kalınlığı ve 0,625 mm rekonstrüksiyon intervalı idi. Çölyak düzeyden ana iliak arterlere kadar tarama yapıldı. Alınan aksiyel görüntüler volumetrik datalar elde edilmesi amacıyla iş istasyonlarına aktarılarak değerlendirmeler yapıldı.

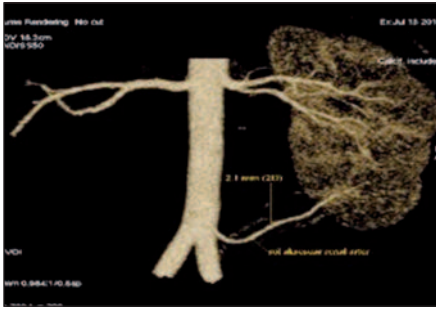
Tüm imajlar yumuşak doku algoritmasında iki radyolog tarafından bağımsız olarak operasyon öncesi değerlendirildi. Böbrek arter yapıları tüm hastalarda yeterli dolum gösterdi. Her iki taraftaki renal arter sayıları, erken arteriyel dallanma, renal ven sayıları, renal ven anomalileri (sirkümaortik, retroaortik) kaydedildi. Renal arterin aorta çıkış düzeyinden 2 cm ve öncesindeki dallar erken dallanma olarak değerlendirildi. Her arter için darlık, kalsifikasyon varlığı kaydedildi. Retrospektif değerlendirme, operasyonda alınan böbreğe yönelik yapıldı. Verici nefrektomisi BTA incelemesinden sonra cerrahlar tarafından hangi böbreğin alınacağı kararı verilerek üç hafta-dört ay içerisinde yapıldı. Operasyon sırasında saptanan renal arter sayıları, erken arteriyel dallanma; renal ven sayıları, renal ven anomalileri (sirkümaortik, retroaortik) BTA bilgileriyle karşılaştırılarak sensitivite, spesifisite ve tanısal doğruluk oranları hesaplandı.

BULGULAR

BTA 69 hastada teknik olarak başarılı bir şekilde uygulandı. Tüm donörlerde arterler değerlendirilebilecek yeterlilikte idi. Her hastada en az bir renal arter ve ven gösterildi. Altmış yedi hastaya sol, iki hastaya sağ nefrektomi yapıldı. Sağ nefrektomi yapılma sebepleri birinde solda üç renal ven, birinde ise solda üç renal arter bulunması idi.

AKSESUAR ARTERLER

Operasyon sırasında 69 hastadan 18'inde (%26, çift renal arter) birden fazla renal arter saptandı. BTA sonuçlarına göre ise 69 hastadan 17'sinde (%98 tanısal doğruluk) birden fazla renal arter saptandı. BTA'da gösterilemeyen bir hastanın filmleri tekrar değerlendirildiğinde, aksesuar arterin iliak bifurkasyon düzeyinden çıktığı ve çapının 2,1 mm olduğu izlendi (Resim 1). BTA'da saptanamayan bu vakada operasyonu etkileyen ciddi bir sorun ol-



RESİM 1: Sol aksesuar renal arter iliak bifurkasyon düzeyinden ayrılmakta (üç boyutlu görüntü).

madı. Sonuç olarak renal arter anatomisi bir hasta dışında net olarak tanımlandı.

RENAL ARTERLERİN ERKEN DALLANMASI

Operasyon sırasında 69 hastadan 6 (%9)'sında erken dallanma saptandı. BTA sonuçlarına göre ise yedi hastada erken dallanma raporlanmış olup sensitivite %100, spesifisite %98, tanısal doğruluk %98 olarak hesaplandı. Bir hastada erken dallanma olarak hesaplanan değer operasyon sırasında 2 cm'den fazla idi (Resim 2a, b). BTA'da saptanıp operasyon sırasında izlenmeyen bu hastada operasyonu etkileyen ciddi bir sorun olmadı.

RENAL VEN ANOMALİLERİ

Operasyon sırasında 69 hastanın 8 (%11,5, çift renal ven)'inde birden fazla renal ven saptandı. BTA sonuçlarına göre ise 69 hastanın yedisinde birden fazla renal ven saptandı (sensitivite %87, tanısal doğruluk %98). BTA'da solda çift renal ven gösterilemeyen bir hastanın filmleri tekrar değerlendirildiğinde solda çift renal ven izlenemedi. Aksesuar renal venin gösterilememesinin yetersiz venöz doluşa bağlı olduğu düşünüldü. BTA'da sap-

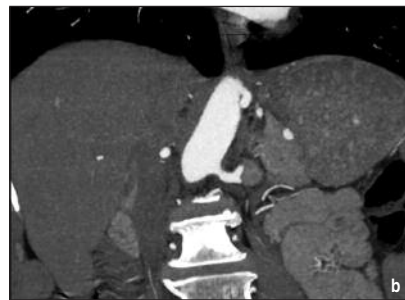
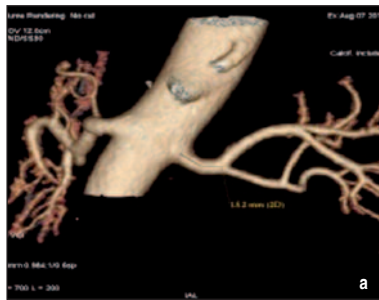
tanamayan bu hastada operasyonu etkileyen ciddi bir sorun olmadı. BTA'da tek renal veni bulunan 59 hastanın dördünde retroaortik sol renal ven, iki renal veni bulunan yedi olgunun üçünde retroaortik sol renal ven, ikisinde sirkümaortik, birinde ise sol gonadal vene drene aksesuar renal ven mevcuttu (Resim 3a-c). Dokuz venöz anomaliden altısı sirkümaortik 3'ü retroaortik renal ven anomalisi idi (Resim 4a-c, 5). Renal ven anomalileri tüm hastalarda doğru olarak tanımlandı.

RENAL-EKSTRARENAL PATOLOJİLER

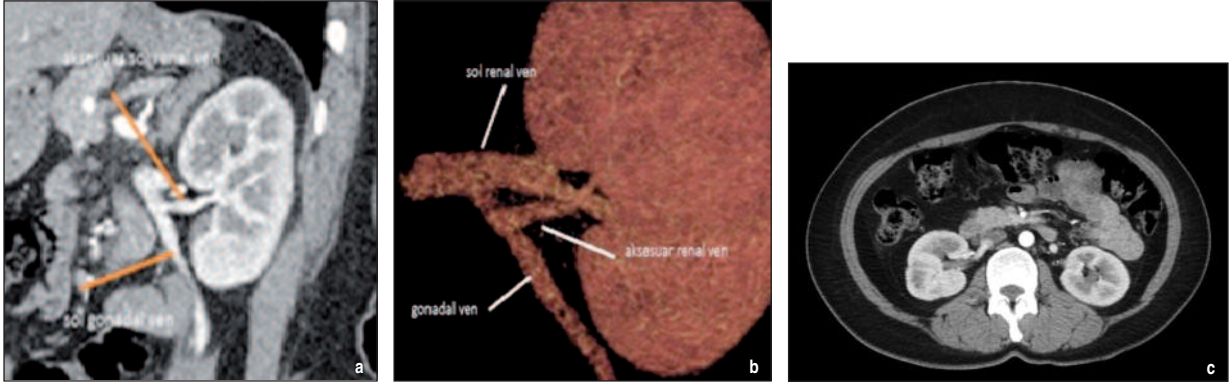
İnceleme kontrastsız ve venöz fazlarda yapılmamasına rağmen arteriyel fazda kortikal kist beş hastada, böbrek taşı bir hastada, çift üreter bir hastada ve renal arter darlığı bir hastada BTA ile saptandı (Resim 6a-d).

TARTIŞMA

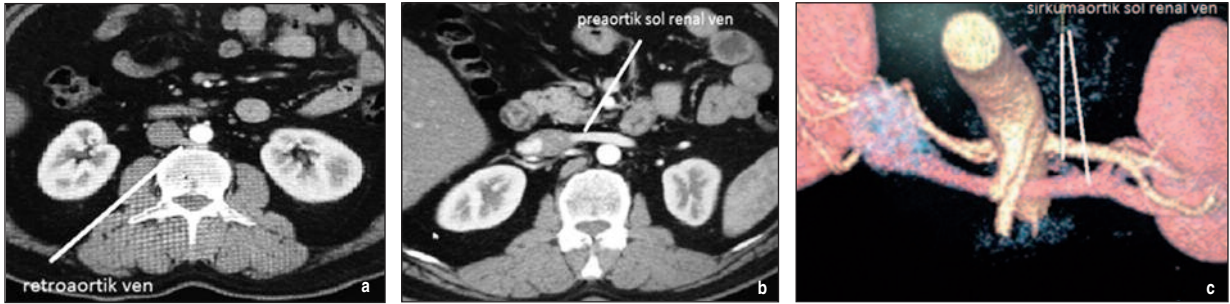
Canlı verici adaylarının operasyon öncesi değerlendirilmesinde radyolojik incelemeler en önemli basamaklardan biridir. Operasyon öncesi renal arterlerin sayısı, uzunluğu, dallanma paterni, ayrıca toplayıcı sistem anatomisi gibi bazı anatomik bilgiler gereklidir.^{6,7} RA arteriyel anatomiyi, İVP ise toplayıcı sistemi ve parankimi değerlendirmede altın standart olarak kabul edilmiştir.¹ Ancak spiral BTA; RA ve İVP'ye alternatif arteriyel venöz, toplayıcı sistem ve parankimin değerlendirilebildiği noninvaziv bir yöntemdir. BTA ile RA'nın karşılaştırıldığı birçok çalışma yapılmış olup, ameliyat sonuçları ile karşılaştırıldığında renal arter sayıları ve erken dallanma varlığı konusunda yüksek uyumluluk bulunmuştur.^{8,9} BTA ek olarak, renal venöz anatomi yanında gonadal, adrenal, lomber venleri de gösterebilmektedir.^{10,11}



RESİM 2: a) Sol renal arterde erken dallanmanın (15,1 mm) üç boyutlu görüntüsü, b) Renal vende kontrast olmamasına rağmen arterden sınırları ayırt edilebiliyor.



RESİM 3: Sol gonadal vene drene aksesuar sol renal venin a) Koronal oblik ve b) Üç boyutlu görüntüleri, c) Aorta dolumu yeterli olmakla birlikte renal venlerde kontrast mevcut, ancak vena kavada kontrast izlenmiyor.



RESİM 4: Sirkümaortik sol renal ven anomalisi a) Sirkümaortik sol renal venin retroaortik çıkışı (aksiyel), b) Sirkümaortik sol renal venin preaortik çıkışı (aksiyel), c) Preaortik ve retroaortik renal venin prehilers birleşimi (üç boyutlu).

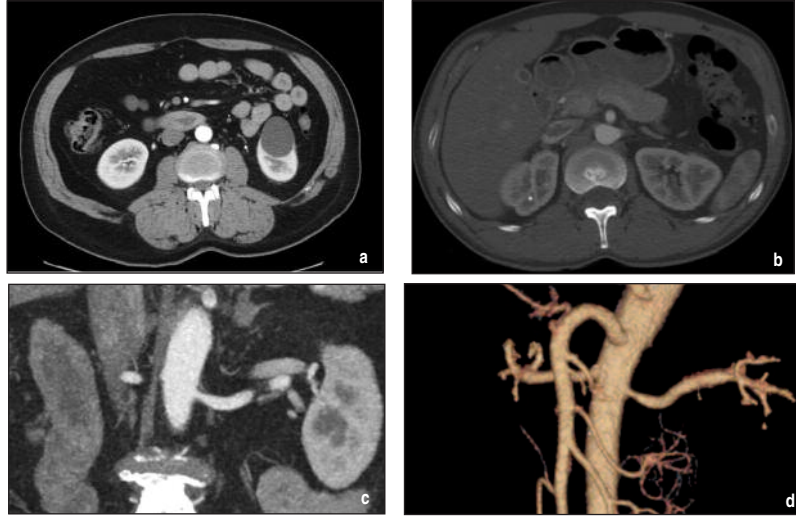
Özellikle laparoskopik olmak üzere böbrek nakillerinde preoperatif vasküler haritalama gerekmektedir.⁹ Teknik olarak daha kolay çıkarıldığından sol böbrek tercih edilmektedir. Sol böbrekteki çok sayıda arter ya da venöz anomaliler operasyon öncesi bilindiği takdirde sorun olmamaktadır.¹²

BTA teknolojisindeki gelişmeler ve görüntülerin üç boyutlu yapılandırılabilmesi, arteriyel ve venöz anatomiye ortaya koyan üç boyutlu görüntülerin elde edilmesini sağlamıştır. Altmış dört kesitli BTA cihazlarıyla yapılmış birçok çalışma bulunmakta olup, aksesuar renal arter, erken dallanma, renal venöz anomali saptamada doğruluk oranları sırasıyla %78-98, %89-99, %90-99 aralığındadır.^{8,9,13} Çalışmamızda aksesuar arter, erken dallanma ve renal ven anomalilerini saptamadaki tanısal doğruluk oranlarımız her üçünde de %98 idi. Çalışmamız sonucunda elde ettiğimiz oranlar, 64 kesitle yapılmış diğer çalışmalardaki oranlardan farklı değildi.



RESİM 5: Retroaortik sol renal ven anomalisi (aksiyel görüntü).

Çalışmamızda böbrek vericilerinde çoklu renal arter görülme oranı %26, erken dallanma %8,6, renal venöz anomali görülme oranı ise %11,5 idi. Daha önce yapılmış çalışmalarda çoklu renal arter, erken dallanma, renal venöz anomali görülme insidansları sırasıyla %25-32, %7-21, %7-13'tür.^{8,9,14,15} Çalışmamızda en sık saptadığımız renal venöz anomali retroaortik sol renal ven idi. Nefrektomi ya-



RESİM 6: Renal-ekstrarenal patolojiler **a)** Sol renal kist **b)** Sağ nefrolitiasis **c)** Sol renal arter proksimalinde yumuşak plak ve darlık (koronal) **d)** Sol renal arter proksimalinde darlık (üç boyutlu).

pılan 69 hastadan sadece ikisinde BTA sonucuna göre sol yerine sağ nefrektomi tercih edildi. Bu hastalardan birinde solda üç renal arter, diğerinde solda üç renal ven mevcuttu.

BTA işleminde 1,5 mL/kg iohexsol kullanılmış olup, hastanın aldığı radyasyon miktarını azaltmak amacıyla asendan aortadaki en yüksek kontrast dancitesinin olduğu zamanda (150-200 HU) sadece arteriyel fazda çekim yapmayı tercih ettik. Yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki sadece arteriyel fazda incelenen vasküler anomali yada erken dallanma saptanma oranları ile iki faz ya da üç fazlı yapılan çekimler arasında anlamlı farklılık olmamaktadır.¹⁶ Ancak bazı çalışmalarda, özellikle çoklu renal venöz yapıları göstermede, tek fazlı çekimlerden venöz fazı da içeren çekimlerin doğruluk oranları daha yüksek çıkmaktadır.¹⁷ Çalışmamızda bazı hastalarda arteriyel görüntüleme sırasında hastanın hemodinamisine bağlı olarak venöz yapıların da venöz faz kadar olmamakla birlikte bir miktar parladığını gördük. Ayrıca, venöz bulaş olan çekimlerde arterler de parladığından özellikle hiler ve parankimal düzeyde arter-ven ayrt edilmesinin zorlaştığını, arteriyel fazda bulaş ne kadar az ise venöz traseleri daha rahat takip edilebildiğimizi deneyimledik. Ayrıca, sadece ana vasküler varyasyonlar bulaşın olduğu veya olmadığı çekimlerde ana hatlarıyla (sirkümaortik-retroaortik veya belirgin aksesuar dallar ayrt edilecek şekilde) izlenmiştir. Ancak

daha ince ayrıntılar (ince aksesuar venöz yapılar gibi) bulaşın olmadığı görüntülerde, bulgular bölümünde açıklandığı gibi bir hastada izlenmemiş, operasyon sırasında izlenmiştir. Ancak bu saptanmayan aksesuar renal venlerin sıklıkla ince olması ve operasyon sırasında prosedürü değiştirecek anlamlı değişime sebep olmaması nedeni ile hastanın aldığı radyasyon miktarını azaltmak uğruna göze alınabilecek bir risk olduğu düşünülmüştür.

Bu nedenle bölümümüzde yapılan renal verici BTA incelemesinde tek fazlı arteriyel inceleme tercih edilmektedir. Çalışmamızda kontrastsız çekim yapılmamış olup, üreter ve böbrek taşlarını saptamak amacıyla birçok üniteye kontrastsız çekim yapılmaktadır. Ancak yapılan bir çalışmada 65 hasta kontrastsız ve kontrastlı çekimlerle nefrolitiazis ve ürolitiazis açısından değerlendirilmiş, beş ürolitiazis vakası hem kontrastsız hem de arteriyel fazda görüntülenebilmiştir.¹⁸ Çalışmamızda dikkatli bir inceleme ile arteriyel fazda bu patolojilerin saptanabildiğini deneyimledik. Bir hastada 2-3 mm boyutunda bir adet nefrolitiazis ile uyumlu dansite artışı arteriyel fazda net olarak izlenebiliyordu.

BTA'nın potansiyel komplikasyonları; kontrast maddenin ekstravazasyonu, allerjik reaksiyonlar ve kreatinin seviyesinde yükselme olup, çalışmamızda hastalarımızda ekstravazasyon, allerjik reaksiyon veya renal fonksiyon bozukluğu gelişmemiştir.

Sonuç olarak BTA, vasküler anomalileri ve ayrıntılı anatomik bilgiyi operasyon öncesi verebilen, diğer modalitelere göre noninvaziv, daha ucuz ve hastalar tarafından daha iyi tolere edilebilen bir tetkik olup, böbrek nakli öncesi birçok ünite de RA ve İVP'nin yerini almıştır. Ayrıca kontrastsız, arteri-

yel, venöz fazda yapılan üç fazlı inceleme hastanın aldığı radyasyon dozunu belirgin derecede artıracağından, tek fazlı arteriyel incelemenin donörler açısından daha uygun olduğunu düşünmekle birlikte bu konuda daha geniş çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

- Lerner LB, Henriques HF, Harris RD. Interactive 3-dimensional computerized tomography reconstruction in evaluation of the living renal donor. *J Urol* 1999;161(2):403-7.
- Kaynan AM, Rozenblit AM, Figueroa KI, Hoffman SD, Cynamon J, Karwa GL, et al. Use of spiral computerized tomography in lieu of angiography for preoperative assessment of living renal donors. *J Urol* 1999;161(6):1769-75.
- Slakey DP, Florman S, Lovretich J, Zarifian AA, Cheng SS. Utility of CT angiography for evaluation of living kidney donors. *Clin Transplant* 1999;13(1 Pt 2):104-7.
- Del Pizzo JJ, Sklar GN, You-Cheong JW, Levin B, Krebs T, Jacobs SC. Helical computerized tomography arteriography for evaluation of live renal donors undergoing laparoscopic nephrectomy. *J Urol* 1999;162(1):31-4.
- Patil UD, Ragavan A, Nadaraj, Murthy K, Shankar R, Bastani B, et al. Helical CT angiography in evaluation of live kidney donors. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16(9):1900-4.
- Derauf B, Goldberg ME. Angiographic assessment of potential renal transplant donors. *Radiol Clin North Am* 1987;25(2):261-5.
- Walker TG, Geller SC, Delmonico FL, Waltman AC, Athanasoulis CA. Donor renal angiography: its influence on the decision to use the right or left kidney. *AJR Am J Roentgenol* 1988;151(6):1149-51.
- Rubin GD, Alfrey EJ, Dake MD, Semba CP, Sommer FG, Kuo PC, et al. Assessment of living renal donors with spiral CT. *Radiology* 1995;195(2):457-62.
- Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, Reige K. Helical CT evaluation of potential kidney donors: findings in 154 subjects. *AJR Am J Roentgenol* 1997;169(5):1325-30.
- Scatarige JC, Horton KM, Ratner LE, Fishman EK. Left adrenal vein localization by 3D real-time volume-rendering CTA before laparoscopic nephrectomy in living renal donors. *Abdom Imaging* 2001;26(5):553-6.
- Rydberg J, Kopecky KK, Tann M, Persohn SA, Leapman SB, Filo RS, et al. Evaluation of prospective living renal donors for laparoscopic nephrectomy with multisection CT: the marriage of minimally invasive imaging with minimally invasive surgery. *RadioGraphics* 2001;21 Spec No:223-36.
- Mandal AK, Cohen C, Montgomery RA, Kavoussi LR, Ratner LE. Should the indications for laparoscopic live donor nephrectomy of the right kidney be the same as for the open procedure? Anomalous left renal vasculature is not a contraindication to laparoscopic left donor nephrectomy. *Transplantation* 2001;71(5):660-4.
- Smith PA, Fishman EK. Three-dimensional CT angiography: renal applications. *Semin Ultrasound CT MR* 1998;19(5):413-24.
- Rankin SC, Jan W, Koffman CG. Noninvasive imaging of living related kidney donors: evaluation with CT angiography and gadolinium-enhanced MR angiography. *Am J Roentgenol* 2001;177(2):349-55.
- Dachman AH, Newmark GM, Mitchell MT, Woodle ES. Helical CT examination of potential kidney donors. *AJR Am J Roentgenol* 1998;171(1):193-200.
- Kim JK, Park SY, Kim HJ, Kim CS, Ahn HJ, Ahn TY, et al. Living donor kidneys: usefulness of multi-detector row CT for comprehensive evaluation. *Radiology* 2003;229(3):869-76.
- Kawamoto S, Lawler LP, Fishman EK. Evolution of the renal system on late arterial and venous phase images with MDCT angiography in potential living laparoscopic renal donors. *AJR Am J Roentgenol* 2005;184(2):539-45.
- Caoili EM, Cohan RH, Korobkin M, Platt JF, Franci IR, Faerber GJ, et al. Urinary tract abnormalities: initial experience with multi-detector row CT urography. *Radiology* 2002;222(2):353-60.