



# Arteria Renalis Varyasyonları: Bir Multidetektör BT Anjiyografi Çalışması

*Variations of Arteria Renalis: A Study of Multidetector CT Angiography*

Serkan Öner<sup>1</sup>, Zülal Öner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Karabük Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı; <sup>2</sup>Anatomi Anabilim Dalı, Karabük, Türkiye

## ABSTRACT

**Aim:** Variations of renal artery (RA), a pair of branches of the abdominal aorta, are very common. In the literature, these variations are shown by cadaveric and imaging methods in different populations. This study aimed to evaluate the diameters, numbers, origins, and branchings of RA by the Multi-detector (MD) Computerized Tomography Angiography (CTA), and to compare the results of the determined variations with those in the literature.

**Material and Method:** The study included 206 patients aged 18–85 years with CTA images. An experienced radiologist analyzed all images in two and three-dimensional reconstructions. The diameters, numbers, branchings and origin levels of RA were evaluated.

**Results:** In a total of 206 patients, 50% RA variation was detected including 71 multiple RA and 32 early branching. The prevalence of multiple RA and early branching in men was 39.7% and 34.9%, respectively. RA anomalies were observed 26% and 18.8%, respectively in women. The most observed variation was the presence of an accessory RA in the right or left kidney (23.5%). The mean RA diameters are 5.17 mm (1.8–7.9 mm) for the right RA and 5.13 mm (1.5–9.1 mm) for left RA. All RA origin levels are between the T12 vertebral corpus and the L4–5 intervertebral disc distance. L1 vertebral corpus (46%) was the most common level.

**Conclusion:** As a result, 50% variation is observed in RA according to the typical pattern. Knowledge of these variations is essential in kidney transplantation. CTA is a beneficial and effective method for demonstrating these variations.

**Key words:** arteria renalis; multiple arteria renalis; MD-CTA; variation

## ÖZET

**Amaç:** Aorta abdominalis'in bir çift dalı olan arteria renalis (AR)'in varyasyonları oldukça sık görülmektedir. Literatürde farklı popülasyonlarda kadavra çalışmaları ve görüntüleme yöntemleri ile bu varyasyonlar gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı MD-BTA ile AR çaplarını, sayılarını, orjin seviyelerini ve dallanmalarını değerlendirmek ve saptanan varyasyonların literatürde yer alan sonuçlarla karşılaştırmasını yapmaktır.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya 18–85 yaş arası 206 olguya ait BTA görüntüsü dahil edilmiştir. Tüm görüntüler deneyimli bir radyolog tarafından iki ve üç boyutlu rekonstrüksiyonlarla analiz edilmiştir. AR çapları, sayıları, dallanmaları ve çıkış düzeyleri değerlendirilmiştir.

**Bulgular:** Toplam 412 böbrekte, 71 çoklu AR ve 32 erken dallanma olmak üzere %50 AR varyasyonu saptandı. Çoklu AR ve erken dallanma prevalansı erkeklerde sırasıyla %39,7, %34,9 iken, kadınlarda sırasıyla %26, %18,8 olarak gözlemlendi. En çok gözlenen varyasyon sağ veya sol böbrekte aksesuar bir AR bulunması şeklindeydi (%23,5). AR çapları sağ böbrek arterleri için ortalama 5,17 mm (1,8–7,9 mm), sol AR için 5,13 mm (1,5–9,1 mm) bulundu. Tüm AR orjin düzeyleri T12 corpus vertebralis ile L4–5 discus intervertebralis mesafesi arasında olup; en sık L1 corpus vertebralis (%46) seviyesindeydi.

**Sonuç:** Sonuç olarak AR'de normal paterne göre %50 oranında varyasyon görülmekte olup; bu varyasyonlarının bilinmesi böbrek transplantasyonu açısından önemlidir. BTA, bu varyasyonların gösterilmesinde oldukça faydalı ve etkin bir yöntemdir.

**Anahtar kelimeler:** arteria renalis; çoklu arteria renalis; MD-BTA; varyasyon

## Giriş

A. renalis (AR), genellikle aorta abdominalis'in bir çift lateral dalı olarak L1 ve L2 vertebra seviyesinde a. mesenterica superior'un hemen alt düzeyinden çıkar. Hilum renalis'e ulaştığında AR'ler genellikle anterior ve posterior dallara ayrılır<sup>1,2</sup>. Ancak AR orjinlerine, sayılarına, böbreğe giriş noktasına ve dağılımına göre çeşitli varyasyonlar göstermektedir. Bu varyasyonların bilinmesi cerrahlar, nefrologlar, radyologlar ve anatomistler için oldukça önemlidir<sup>3</sup>.

En yaygın AR varyasyonu aksesuar AR'dir<sup>4</sup>. Ana AR'nin yanında aorta'dan çıkan herhangi bir arter, aksesuar AR veya alternatif terminolojilerle adlandırılır<sup>5</sup>. Aksesuar AR'lerin arter sonlanması olduğuna dikkat edilmelidir; çünkü bir aksesuar arter bağlanır veya hasar görürse, bununla beslenen böbreğin bir kısmı

iskemik hale gelebilir. Ayrıca günümüzde böbrek transplantasyonlardaki artış, çoklu AR'leri olan donörlere karşı cerrahlara tetikte olma zorunluluğu gerektirir<sup>6</sup>.

Günümüzde arteryel varyasyonlar minimal invazif bir teknik olan multidetektör bilgisayarlı tomografi anjiyografi (MD-BTA) ile ortaya konmaktadır. BTA standart aksiyel kesitlerin yanı sıra submilimetrik düzeyde üç boyutlu rekonstrüksiyon ile normal anatomik yapılara neredeyse eş düzeyde değerlendirme olanağı sunar. Bu görüntüleme tekniği, hastanın endovasküler veya cerrahi tedaviye yönelik yeterliliğinin yanı sıra prosedürden sonraki takip sırasında özellikle önemlidir. Ayrıca uygulama süresinin kısa olması, acil cerrahi veya endovasküler girişimler için vasküler yapıların hızlı değerlendirilmesinde fayda sağlar<sup>7</sup>.

Bu çalışmanın amacı MD-BTA ile AR çaplarını, sayılarını, orjin seviyelerini ve dallanmalarını değerlendirerek saptanan varyasyonların literatürde yer alan sonuçlarla karşılaştırmasını yapmaktır.

## Materyal Metot

### Görüntü Popülasyonu

Bu çalışma Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Yerel Etik Kurulu tarafından 12/22 protokol numarası ile onaylandı. Eylül 2015-Ekim 2018 tarihleri arasında, çeşitli endikasyonlarla uygulanan, 18–85 yaş arası 206 olguya ait (126E, 80K) BTA görüntüleri kullanıldı. Erkeklerin yaş ortalaması 56,6, kadınların yaş ortalaması 56 idi. Çalışmaya belirgin aterosklerotik damar hastalığı, böbrek patolojisi, vertebral anomalisi olmayan görüntüler dahil edildi.

### MDCT Protokolü

Görüntüler, bir 16 kesitli MDBT tarayıcı kullanılarak elde edildi (Aquilion 16; Toshiba Medical Systems, Otawara, Japan). Kontrast madde bolusu, bir otomatik enjektör pompası kullanılarak uygulandı. Tüm olgularda tüm aorta abdominalis kapsanmakta olup; kesit kalınlığı 1 mm, tüp voltajı, 120 kV, gantry rotasyonu 0,75 s ve pitch 1,0 mm idi. Yüksek iyotlu kontrast ajanın hacmi, hastanın vücut kütesine bağlı olarak 80 ila 140 mL arasındaydı. Kontrast madde uygulama hızı 3,0–4,5 mL/sn idi.

### Görüntü Analizi

Tüm görüntüler aynı radyolog tarafından, Vitrea software (Toshiba Medical Systems, Vital Images, v6.1) kullanılarak değerlendirildi. Axial plandaki görüntüler vasküler pencerede, iki ve üç boyutlu

rekonstrüksiyonlarla (Maximum Intensity Projection-MIP, Volume Rendering) analiz edildi. Görüntüler koronal planda aynı büyütme getirilerek AR çapları ölçüldü. Çıkış düzeyleri sagittal ve koronal planda değerlendirildi. Ana AR'nin orifis düzeyinden 2 cm mesafede segmental dallara ayrılması erken dallanma olarak kabul edildi.

## Bulgular

Toplam 206 olguda (412 böbrek), 71 çoklu AR ve 32 erken dallanma olmak üzere %50 AR varyasyonu saptandı (Tablo 1). Erkeklerde AR varyasyonları %55,5, kadınlarda %41,2 olarak gözlemlendi. Çoklu AR varyasyonu olan olguların ise 27'sinde AR'ler erken dallanma göstermekteydi (%13). Böylece toplam erken dallanma gösteren olguların insidansı %28,5 olarak bulundu. Erkeklerde çoklu AR prevalansı %39,7 iken, kadınlarda %26 idi. Erken dallanma prevalansı erkeklerde %34,9, kadınlarda ise %18,8 olarak bulundu. Bir olguda sağ pelvik yerleşimli ektopik böbrek saptandı. Ektopik böbrekte L3–4 düzeyinde, bifurcatio aortae'nun hemen öncesinden orjin alan iki AR mevcuttu. Aorta abdominalis dışındaki herhangi bir arterden orjin alan bir AR ile karşılaşılması.

Çoklu AR varyasyonları sırasıyla; üç AR 48 olguda (%23,5), dört AR 20 olguda (%9) ve beş AR 3 olguda (%2) gözlemlendi. Sağ tarafta ekstra bir veya iki AR varyasyonu %10,7, sol tarafta %15 ve bilateral %10,7 olarak bulundu. Çoklu AR oranları sağ ve sol böbrekteki sayılarına göre Tablo 2'de verilmiş olup en çok gözlenen varyasyon sağ böbrekte tek, sol böbrekte ise aksesuar bir arterle iki AR bulunması şeklindeydi (%13,5). Sağda üç, solda bir AR şeklinde varyasyon ile karşılaşılması. Saptanan beş AR varyasyonlarının hepsi erkekti. Erken dallanma insidansı; sağ tarafta 26 olguda (%12,5), sol tarafta 23 olguda (%11) ve bilateral 10 olguda (%5) olmak üzere toplam %28,5 olarak bulundu.

AR çapları sağ böbrek arterleri için ortalama 5,17 mm (1,8–7,9 mm), sol AR için 5,13 mm (1,5–9,1 mm) bulunmuş olup anlamlı fark yoktu.

Sağ böbrekte 247 AR ve sol böbrekte 262 AR olmak üzere toplam 509 AR değerlendirildi. Tüm AR orjin düzeyleri T12 corpus vertebralis ile L4–5 discus intervertebralis mesafesi arasında bulunmaktaydı. Vertebra seviyelerine göre sağ ve sol AR orjinleri Tablo 3'te verilmiştir. Tabloya göre en çok AR orjin düzeyi; L1 corpus vertebralis (%46) ve ardından L2 corpus vertebralis düzeyi (%26) olarak görülmektedir. En az görülen orjin düzeyi ise sadece bir AR'de görülen L4–5 discus intervertebralis mesafesiydi.

**Tablo 1.** *A. renalis* varyasyon oranları

AR varyasyonları	n=206	Dağılım
Normal	103 (56E, 47K)	%50
Çoklu AR	71 (50E, 21K)	%34,5
Sadece erken dallanma	32 (20E, 12K)	%15,5
Çoklu AR ve erken dallanma	27 (24E, 3K)	%13

AR, A. Renalis.

**Tablo 2.** *Çoklu a. renalis* varyasyon oranları

Sağ-Sol AR Sayıları	n=206	Dağılım	Toplam AR Sayısı	Toplam Dağılım
1-1	135	%65,5	2 AR	%65,5
1-2	28	%13,5	3 AR	%23,5
2-1	20	%10		
2-2	17	%8	4 AR	%9
3-1	0	%0		
1-3	3	%1	5 AR	%2
2-3	2	%1		
3-2	1	%1		

AR, A. Renalis.

**Tablo 3.** *Sağ ve sol a. renalis*'lerin orjin düzeylerine göre sayı ve oranları

AR Orjin Düzeyi	Sağ AR Sayıları n=247	Sol AR Sayıları n=262	Toplam Oran n=509
T12	2	0	%0,3
T12-L1	3	1	%0,7
L1	123	109	%46
L1-2	50	57	%21
L2	55	78	%26
L2-3	1	4	%0,9
L3	4	11	%3
L3-4	4	1	%0,9
L4	4	1	%0,9
L4-5	1	0	%0,2

AR, A. renalis; T, torakal; L, lumbal.

## Tartışma

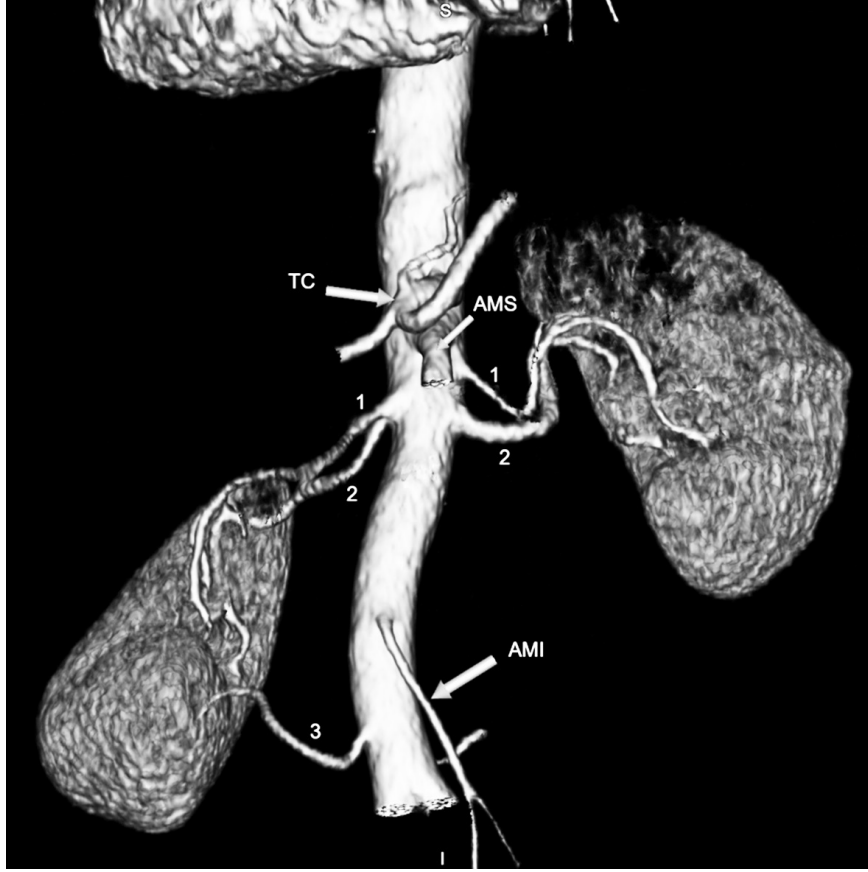
AR varyasyonları “erken dallanma” ve “ekstra-renal arterler” olarak iki tipte kategorize edilir. Erken dallanmada, ana AR hilumun daha proksimalinde dallara ayrılır<sup>8</sup>. Ekstra-renal arterlerin sayısı iki ila dört arasında değişir. İngiliz literatürde “accessory”, “supernumerary”, “multiple”, “aberrant”, “additional” arterler gibi değişik adlandırmalar kullanılmıştır<sup>7,8</sup>. Bu çalışmada çoklu AR

terminolojisi seçilmiştir. Çünkü bazı olgularda AR çapları birbirine çok yakın ve hilum renalis girişli olduğundan hangisinin aksesuar veya ek olduğu belirlenmemiştir. Örnek olarak sağ böbrekte üç AR'si olan bir olguda hilum renalis'ten giren 3,8 mm ve 4 mm çaplarında iki AR ve alt polden giren 4 mm çapında ayrı bir AR mevcuttu (Şekil 1).

Bu çalışma AR'lerde normal paterne göre yarı yarıya varyasyon görüldüğünü ortaya koymuştur. Munnusamy ve ark.<sup>9</sup> tarafından 100 olgu üzerinde yapılan bir çalışma %49 normal ve %51 varyasyon oranlarıyla bizim çalışmamıza benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Onlar aksesuar AR için %38 ve erken dallanma için %12 oranlarını bildirmiştir. Bizim çalışmamızda ise %34,5 aksesuar AR ve %15,5 erken dallanma varyasyonu görüldü. Aksesuar AR bulunan olgularda eşlik eden erken dallanma varyasyonu eklendiğinde toplam erken dallanma insidansı %28,5'a çıkmaktadır. Gümüş ve ark.<sup>10</sup> tarafından yapılan benzer bir çalışmada aksesuar AR ve erken dallanma oranları %27 olarak rapor edilmiştir. Cinar ve Turkvatan<sup>11</sup> %31,3 olguda AR varyasyonu bulmuştur. Shetty ve Nayak<sup>3</sup> %7,5 üç AR, %1,4 dört AR ve %0,2 beş AR rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise bu insidanslar sırasıyla %23, %9 ve %2 olarak bulunmuş olup karşılaştırma yapıldığında belirgin olarak yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Literatürde yer alan diğer araştırma sonuçlarındaki farklılıklar bize göre şu faktörlere bağlı olabilir: değerlendirilen olgu sayısı, çalışma yöntemi (kadavra veya anjiyografik) ve bölgesel/ırksal farklılıklar. Daha önce yapılan çalışmalarda olgu sayısı 70-267 arasında değişmekte olup<sup>7</sup> bizim çalışma popülasyonumuz diğer çalışma gruplarının birçoğundan yüksektir. Çalışma metodumuz olan BTA diğer otopsi tabanlı çalışmalara benzer sonuçlar vermektedir<sup>12,13</sup>. Önceki çalışmalarda BTA yönteminin aksesuar AR'leri tanımlamada %100 sensitiviteye sahip olduğunu gösterilmiştir<sup>14</sup>. Satyapal ve ark.<sup>8</sup> tarafından yapılan çalışmada ırksal farklılığın etkisi iyi tanımlanmıştır. Bu çalışmaya göre Afrikan (%37,1) ve Kafkaslarda (%35,3), Hintli (%17,4) ve Mezlere (%18,5) göre daha yüksek çoklu AR oranları gösterilmiştir. Gulas ve ark.<sup>15</sup>, Güneydoğu Asya ülkelerinde aksesuar AR'lerin prevalansının Batı ülkelerinden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Johnson ve ark.<sup>16</sup>, Karayip popülasyonundaki bir BTA çalışmasında sol tarafta %23,5 ve sağ tarafta %17,9 aksesuar AR varlığını göstermiştir. Satyapal ve ark.<sup>8</sup> tarafından yapılan 130 donörün renal anjiyogram analizinde; çoklu AR insidansı sol ve sağ tarafta sırasıyla



**Şekil 1.** 41 yaşındaki erkek olgunun koronal 3 boyutlu BTA görüntüsü. Sağ böbrekte üç, sol böbrekte iki AR gösteriliyor. Truncus coeliacus (TC), a. mesenterica superior (AMS), a. mesenterica inferior (AMI).

%32 ve %23,3 iken, bizim çalışmamızda %24 ve %20 olarak bulunmuş olup sol tarafta daha siktir. Bilateral iki AR insidansı bizim çalışmamızda %8 iken, onlar %10,2 olarak rapor etmiştir. Zağyapan ve ark.<sup>17</sup> 150 anjiyografik görüntü analizinde %42 çoklu AR varyasyonu bildirmiş olup bizim çalışmamıza (%34) göre daha yüksektir. Çoklu AR varlığının böbrek naklinde donördeki komplikasyonları artırmadığı öne sürülmüştür<sup>18</sup>.

AR orjini ve varyasyonları mezonefrik arterlerle açıklanabilir. Bu mezonefrik arterler aorta'nın iki yanında, 6. vertebra cervicalis'ten 3. vertebra lumbalis'e kadar; böbrekler, glandula suprarenalis'leri ve gonadları besler. Gelişme ilerledikçe bu arterler dejenere olur, belirgin bir mezonefrik arter kalır. Bu gelişimdeki herhangi bir yetersizlik birden çok AR'ye neden olur<sup>19</sup>. Ayrıca çoklu AR'ler, böbreğin yükselişi sırasında beslendiği aorta ve a. iliaca communis gibi komşu arterlerin persistansı ile oluşabilir<sup>20</sup>.

Munnusamy ve ark.<sup>9</sup> erken dallanma insidanslarını sağ, sol ve bilateral sırasıyla %5, %7 ve %1 olarak rapor etmiştir. Bizim çalışmamızda ise erken dallanma insidansları %12,5, 11 ve %5 olup belirgin yüksek olduğu dikkat çekmektedir.

Erken dallanma, kan damarı mezenkimindeki faktörler ve metanefroz mezenkimindeki faktörler arasındaki bağlantıda gecikmeye bağlı olabilir<sup>20</sup>. Erken dallanma gösteren AR popülasyonun %13'ü transplantasyon için uygun bir aday değildir. Çünkü anastomoz için uzun bir pedikül gerekir<sup>21</sup>. Ayrıca, erken AR dallanması ya da ek AR'lerin varlığı laparoskopik nefrektomiden dışlama kriterlerini oluşturmaktadır<sup>22</sup>.

Bizim çalışmamızda AR varyasyonları erkeklerde kadınlara göre daha sık bulunmuştur (%55,5e, %41,2 k). Benzer sonuçlar Kornafel ve ark.<sup>7</sup> ile Cicekcibas ve ark.<sup>12</sup> tarafından da ortaya konmuştur. Diğer bazı

çalışmalarda ise cinsiyetler arasında istatistiksel anlamlı farklılık gösterilmemiştir<sup>13,23</sup>.

Bizim bilimize göre literatürde AR'lerin orijin düzeyi ile ilgili veriler kısıtlıdır. Genelde çalışmalarda L1-L2 vertebra düzeylerinden çıktığı bildirilmekle birlikte T11-L4 gibi geniş bir aralıkta çıktığı bildirilmiştir<sup>24</sup>. Bu çalışmada AR çıkış düzeyleri detaylı incelenmiş olup T12 ile L4-5 discus intervertebralis düzeyi arasındaki çıkış seviyeleri ile karşılaştırılmıştır. En sık orjin düzeyi olarak %46 ile 1. lumbal vertebra görülmüştür. L1, L2 corpus vertebra ve L1-2 discus intervertebralis düzeylerinin toplam oranı %93 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak böbreğin vaskülarizasyonundaki anatomik varyasyonlar üzerine yapılan çalışmalar, böbrek transplantasyonlarında donör açısından oldukça önemlidir. Ayrıca AR stenozlarını değerlendirmek için radyologlar tarafından uygulanan renal doppler inceleme sırasında bu varyasyonların akılda tutulması yararlı olacaktır.

## Kaynaklar

1. Chakravarthi KK. Unilateral multiple variations of renal, phrenic, suprarenal, inferior mesenteric and gonadal arteries. *J Nat Sci Biol Med* 2014;5:173-5.
2. Satheesha Nayak B, Kumar N, Sirasanagandla SR and Deepthinath R. Arterial glomerulus at the hilum of the right kidney and the abnormal course of the right testicular artery: a case report. *Acta Med Iran* 2014;52:414-7.
3. Shetty P and Nayak SB. A Detailed Study of Multiple Vascular Variations in the Upper Part of Abdomen. *J Cardiovasc Echogr* 2017;27:7-9.
4. Dhar P and Lal K. Main and accessory renal arteries--a morphological study. *Ital J Anat Embryol* 2005;110:101-10.
5. Tadipi S, Sadashiv R, Muralidharan S and Pimid M. Urogenital Vascular Anomalies with Bilateral Kinking of Ureter: A Case Report. *Malays J Med Sci* 2015;22:67-70.
6. Nayak SB. Presence of accessory renal artery and kinking of aorta due to the abnormal origin of renal arteries. *The Internet Journal of Biological Anthropology* 2008;1:1.
7. Kornafel O, Baran B, Pawlikowska I, Laszczynski P, Guzinski M and Sasiadek M. Analysis of anatomical variations of the main arteries branching from the abdominal aorta, with 64-detector computed tomography. *Pol J Radiol* 2010;75:38-45.
8. Satyapal KS, Haffjee AA, Singh B, Ramsaroop L, Robbs JV and Kalideen JM. Additional renal arteries: incidence and morphometry. *Surg Radiol Anat* 2001;23:33-8.
9. Munnusamy K, Kasirajan SP, Gurusamy K, Gurusamy K, Raghunath G, Bolshetty SL, Chakrabarti S, et al. Variations in Branching Pattern of Renal Artery in Kidney Donors Using CT Angiography. *J Clin Diagn Res* 2016;10: AC01-3.
10. Gumus H, Bukte Y, Ozdemir E, Cetingakmak MG, Tekbaş G, Ekici F, et al. Variations of renal artery in 820 patients using 64-detector CT-angiography. *Ren Fail* 2012;34:286-90.
11. Cinar C and Turkvatan A. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagn Interv Imaging* 2016;97:891-7.
12. Cicekcibasi AE, Ziylan T, Salbacak A, Seker M, Buyukmumcu M and Tuncer I. An investigation of the origin, location and variations of the renal arteries in human fetuses and their clinical relevance. *Ann Anat* 2005;187:421-7.
13. Sampaio FJ and Passos MA. Renal arteries: anatomic study for surgical and radiological practice. *Surg Radiol Anat* 1992;14:113-7.
14. Pozniak MA, Balison DJ, Lee FT, Jr., Tambeaux RH, Uehling DT and Moon TD. CT angiography of potential renal transplant donors. *Radiographics* 1998;18:565-87.
15. Gulas E, Wysiadecki G, Cecot T, Majos A, Stefańczyk L, Topol M, et al. Accessory (multiple) renal arteries - Differences in frequency according to population, visualizing techniques and stage of morphological development. *Vascular* 2016;24:531-7.
16. Johnson PB, Cawich SO, Shah SD, Aiken W, McGregor RG, Brown H, et al. Accessory renal arteries in a Caribbean population: a computed tomography based study. *Springerplus* 2013;2:443.
17. Zağyapan R, Pelin, C., & Kürkcüoğlu, A. . A retrospective study on multiple renal arteries in Turkish population. *Anatomy* 2009;3.
18. Hsu TH, Su L, Ratner LE, Trock BJ and Kavoussi LR. Impact of renal artery multiplicity on outcomes of renal donors and recipients in laparoscopic donor nephrectomy. *Urology* 2003;61:323-7.
19. Keibel F MF. Manual of Human Embryology. The development of the urogenital organs. Philadelphia: J. B. Lippincott Company, 1912.
20. Keibel F MF. Manual of human embryology: J. B. Lippincott, Philadelphia. 1912.
21. Ferrara N. Role of vascular endothelial growth factor in the regulation of angiogenesis. *Kidney Int* 1999;56:794-814.
22. Saldarriaga B, Pérez, A. F and Ballesteros, L. E. A direct anatomical study of additional renal arteries in a Colombian mestizo population. *Folia morphologica* 2008;67:129-34.
23. Tarzami MK, Nezami N, Rashid RJ, Argani H, Hajealioghli P and Ghorashi S. Anatomical differences in the right and left renal arterial patterns. *Folia Morphol (Warsz)* 2008;67:104-10.
24. Leslie SW and Sharma S. Anatomy, Abdomen and Pelvis, Renal Artery. *StatPearls. Treasure Island (FL)*2018.