

## АНАТОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСТОЧНИКОВ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ ПОЧЕК

А. В. Иванцов

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

В последние годы отмечается увеличение количества больных с почечной патологией. Высокий процент инвалидизации наряду с высокой стоимостью лечения обуславливают значимость данной проблемы. В ходе данного исследования был проведен анализ полнотекстовых и тезисных версий статей, освещающих аспекты вариантной анатомии артерий почки. Поиск указанных статей был выполнен по электронной базе данных PUBMED по следующим основным ключевым словам: «kidney», «renal artery», «multiple arteries of kidney». Многообразие анатомических вариантов почечных артерий имеет важное значение для клинициста при выполнении таких процедур, как трансплантация почки, интервенционные радиологические исследования, а также позволяет более безопасно и эффективно проводить операции на сосудах почек. Медицинская диагностика на сегодняшний день обладает современными технологическими методами, которые позволяют визуализировать артерии почки с высокой точностью. В статье проведена сравнительная характеристика инструментальных методов, позволяющих оценить возможность визуализации дополнительных сосудов почки. Освещены вопросы распространенности множественных артерий почки, на основе которых установлено, что вариабельность почечных артерий может достигать 75%, дана оценка терминологии почечных артерий, определены особенности формирования почечных артерий. Возрастающие потребности современной трансплантологии и медицинской науки в целом ставят перед учеными много новых вопросов, среди которых: увеличение количества трансплантаций почки в условиях дефицита донорских органов; расширение критериев органного донорства почки. Наличие указанных проблем, свидетельствует о необходимости проведения дальнейших исследований в данной области.

*Ключевые слова:* почка, множественные артерии, частота встречаемости, трансплантация, эмбриология.

© A.V. Ivantsov, 2017

Grodno State Medical University, Grodno, Republic of Belarus

Anatomical Assessment of Blood Supply Sources of the Kidneys

In recent years, there has been an increase in the number of patients with renal pathology. A high percentage of disability, along with a high cost of treatment, make this problem significant. In the course of this study, an analysis was made of full-text and abstract versions of articles that covered aspects of variant anatomy of the arteries of the kidney. The search for these articles was carried out on the electronic database PUBMED for the following key words: “kidney”, “renal artery”, “multiple arteries of kidney”. The variety of anatomical variants of the renal arteries is important for the clinician in performing such procedures as kidney transplantation, interventional radiological studies, and also allows for more safe and efficient operations on the kidney vessels. Medical diagnostics today has modern technological methods that allow visualizing the arteries of the kidney with high accuracy. The article compares the characteristics of instrumental methods, allowing to evaluate the possibility of visualization of additional kidney vessels. The questions of the prevalence of multiple arteries of the kidney are discussed, on the basis of which it was established that renal arteries variability can reach 75%, an evaluation of the terminology of the renal arteries, and the specific features of the formation of renal arteries. The growing needs of modern transplantology and medical science in general put before scientists many new questions, including: an increase in the number of kidney transplantations in conditions of deficiency of donor organs; expansion of the criteria for organ donation of the kidney. The presence of these problems, indicates the need for further research in this area.

*Key words:* kidney, multiple arteries, frequency of occurrence, transplantation, embryology.

Почки являются жизненно важными внутренними органами человека, поскольку принимают участие в регуляции водно-солевого баланса, артериального давления и экскреции продуктов азотистого обмена из организма через мочу. На сегодняшний день наблюдается увеличение числа больных, страдающих хронической почечной недостаточностью. Внедренные в клиническую практику методы заместительной терапии не позволяют достигнуть восполнения утраченной функции органа [5]. Поэтому трансплантация почки является наиболее перспективным ме-

тодом лечения больных с хронической почечной недостаточностью [5], обеспечивая не только медицинскую и социальную реабилитацию, но и наибольшую продолжительность жизни [1, 2].

Неуклонный рост количества трансплантаций порождает проблему нехватки донорских органов. Данный факт привел к тому, что в последнее десятилетие были пересмотрены критерии отбора доноров и введены термин «маргинальные доноры». Количество трансплантатов от маргинальных доноров достигает 40% в странах Европы. Одним из

критериев «маргинального донора» является наличие трех и более артерий трансплантата [1, 3].

Расширение возможностей трансплантации от «маргинальных доноров» требует морфологической систематизации вариантной анатомии множественных артерий почки, поскольку в практике трансплантологии, помимо гистологической совместимости, все более актуальным является исследование «анатомической совместимости», предполагающей близость вариантной анатомии артерий почки у донора и реципиента [4].

Широкое внедрение в медицинскую практику различных инструментальных методов открывает дополнительные возможности для визуализации структур. Визуализация почечных сосудов возможна с помощью таких методов, как доплеровское ультразвуковое исследование, обычная ангиография, компьютерная томография и магнитно-резонансная ангиография. Наиболее предпочтительным является цветное доплеровское ультразвуковое исследование, которое является легко доступным, дешевым и неинвазивным методом. В то же время для обнаружения дополнительных почечных артерий использование или применение данного метода не представляется возможным из-за основных недостатков. Среди них: квалификация врача, технические сложности, обусловленные состоянием пациента (ожирение, газообразные артефакты в брюшной полости). В качестве «золотого стандарта» для оценки источников почечного кровоснабжения была принята обычная ангиография, широкое внедрение которой в клинической практике ограничено инвазивным характером. Методы компьютерной томографии обладают высоким пространственным и временным разрешением в оценке морфологии почечных сосудов [40] и могут обеспечить хорошее разграничение аномалий сосудистого русла и мочевых путей [26].

В большинстве случаев дополнительные источники кровоснабжения почки являются «находкой» при проведении инструментальных исследований. Поэтому чрезвычайно важными выступают косвенные параметры, которые могут способствовать оценке количества почечных артерий. Так Ramadan с соавт. при исследовании 334 почек по данным мультиспиральной компьютерной томографии, в 22,8% случаев выявили дополнительные артерии и установили, что диаметр основного ствола почечной артерии, равный 4,15 мм и менее 1 мм, с точностью до 90% служит подсказкой относительно наличия или отсутствия дополнительных артерий [33].

По-прежнему предметом споров и дискуссий в вопросе описания множественных артерий почки остается терминология. Используются разные термины: «добавочные», «многочисленные», «дополнительные», «аб-

беррантные», «эктопические», «аномальные», «персистирующие» и другие.

Graves (1956) утверждал, что при проведении собственных исследований для определения артериальной аберрации никакого установленного критерия не было использовано, и термин «множественные» позволяет описать любые дополнительные сосуды, входящие в почку, начинающиеся от брюшной аорты или основного ствола почечной артерии [16].

Geyer и Poutasse (1962) отметили, что термин «абберрантные» должен использоваться для артерий, отходящих из других сосудов, кроме как брюшной аорты [14].

Poisel и Spangler (1969) назвали «абберрантными» артерии, проникающие в почку в различных областях, кроме ворот, в то время как «добавочные или дополнительные» артерии проникают в воротах [32].

Stephens (1982) утверждал, что неправильно называть сосуды «добавочными, абберрантными или многочисленными», потому что они не являются дополнительными, поскольку необходимы для анастомоза с сегментарными ветвями основного ствола почечной артерии [38].

Sampaio и Passos (1992) использовали термин «воротная» для аортальной ветви, входящей в ворота, «экстраворотная» для ветвей почечной артерии с экстраворотным проникновением, «верхняя полярная» для аортальной ветви, проникающей в области верхнего полюса и «нижняя полярная» для ветви аорты или общей подвздошной артерии, проникающей в нижний полюс почки. Авторы считают, что эти артерии должны называться «множественными», так как сосуды являются сегментарными концевыми артериями [36].

Vilhovac соавт. (2001) использовали термин «множественные» для «двойных артерий» схожего диаметра, или «тройных артерий» разного диаметра, отходящих от брюшной аорты и входящих в почку через ворота. Кроме того, они назвали «добавочными» и «прободающими» ветви, отходящие от брюшной аорты, обеспечивающие кровоснабжение верхнего или нижнего почечного полюсов [42].

Natsis с соавт. (2014) рассматривали термин «множественные» для артерий (кроме основного ствола), которые кровоснабжают почку независимо от их происхождения и места проникновения в орган [28].

Анализ научных взглядов относительно терминологии артериальных сосудов почки показывает как плюрализм мнений, так и отсутствие четких признаков артериальной аберрации, что дает право на существование всех вышеприведенных терминов.

Сообщения в литературе, появившиеся после описания Eustachius в 1552 году случая с множественными артериями почки, свиде-

Частота встречаемости двойных и тройных почечных артерий

Автор	Число случаев (n)	Двойные артерии (%)	Тройные артерии (%)
Bergman с соавт. [10]	10 967	11	1.7
Bordei с соавт. [11]	272	20	1.1
Cinar с соавт. [12].	504	22.2	7.5
Khamanarong с соавт. [19]	534	17.43	0.92
Tardo с соавт. [39]	594	5.6	1.4

тельствуют о широком диапазоне частоты встречаемости данного явления (между 8.7% и 75.7%). Средняя частота встречаемости этих артерий составляет примерно 30% [8].

Наиболее часто встречаемыми являются варианты числа почечных артерий (табл. 1).

В литературе тройные почечные артерии встречаются с распространенностью в пределах 0.7–1.7% случаев, каждый из которых является уникальным. Проведя анализ 11000 вскрытий, Merklin с соавт. [23] сообщили только о 0.6% случаев с тройными почечными артериями. Goscicka с соавт. [15] на 140 человеческих плодах обнаружили тройные почечные артерии в 3 (0.7%) случаях. Ozkan с соавт. [29] обнаружили 9 (1%) случаев тройных почечных артерий по результатам 855 ангиографических исследований. На основе восьмилетнего анализа множественных почечных артерий на человеческих плодах, Bordeic соавт. [11] представили 14 случаев с тройными почечными артериями, только 2 из них с двусторонней локализацией.

Наиболее редкими представляются варианты двусторонней локализации множественных почечных артерий. Samraio&Passos [36], проводя анализ 133 случаев (266 почек) нашли двусторонние вариации множественных почечных артерий в 4.5% случаев. Matuszc соавт. [21] на 1000 мультиспиральных компьютерных ангиографиях выявили двустороннюю симметрию множественных почечных артерий в 6.6% случаев (билатеральное удвоение – в 6.3%, билатеральное утроенное – в 0.2%, и в 0.1% – по 4 артерии с каждой стороны).

На сегодняшний день всего пять случаев двусторонних, тройных, множественных артерий описано в литературе. В случае, представленном Bayazit соавт. [7], на каждой из сторон имелись верхняя и нижняя дополнительные почечные артерии. Главный ствол и нижняя дополнительная артерия правой почки имели раннюю бифуркацию. Случай, описанный Şener с соавт. [37], демонстрирует двустороннее удвоение добавочных ветвей почечной артерии путем раннего ветвления вблизи отхождения от аорты. В случае Pestemalci и соавт. [31] главная почечная артерия с правой стороны начинается от брюшной аорты и располагается между двумя добавочными артериями (верхняя начинается от брюшной аорты, а нижняя – возникает из правой общей подвздошной артерии). С левой

стороны главная почечная артерия расположена под двумя добавочными артериями аортального происхождения. В случае Zahoi и др. [43] с каждой стороны две дополнительные артерии начинаются от брюшной аорты, ниже основного ствола почечной артерии. В случае Uzmanse и соавт. [41] с правой стороны главная почечная артерия начинается от брюшной аорты, расположена между двумя добавочными артериями, которые также имеют аортальное происхождение. С левой стороны главная почечная артерия (с аортальным происхождением) расположена над двумя добавочными почечными артериями, также имеющими аортальное происхождение. В большинстве случаев добавочные почечные артерии начинаются от боковой поверхности брюшной аорты или от подвздошных артерий между 11-м грудным и 4-м поясничным позвонками [27]. В соответствии с Khamanarong и др. [19], в редких случаях добавочные почечные артерии могут начинаться от поясничных, надпочечниковых, верхней брыжеечной, нижней брыжеечной или срединной крестцовой артерий, а также чревного ствола.

В своих исследованиях Bordei и др. [11] установили, что расстояние между крайними точками мест отхождения добавочных ветвей от брюшной аорты было очень вариабельно, в среднем в диапазоне от 1–2 мм до 4–6 см. В случае двусторонних тройных добавочных ветвей расстояние между крайними точками отхождения от аорты [43] соответствует высоте тел 2–4 позвонков. В случае с семью артериями (три справа и четыре слева) Miclaus с соавт. [27] показали, что расстояние между крайними точками отхождения на уровне аорты справа было 1.70 см, а слева было равным 4.09 см. В случае с восьмью добавочными артериями (четыре справа и четыре слева) Miclaus и др. [24] сообщили, что расстояние между крайними точками отхождения на уровне аорты было 10.66 см справа и 8.00 см слева соответственно. Как и в предыдущих случаях, изученных Miclaus [27], добавочные артерии имеют меньший диаметр и большую длину, чем основной ствол.

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что присутствие добавочных артерий увеличивает сложность и время проведения трансплантации почек [35, 9]. Чем больше расстояние между добавочными артериями, тем больше времени требуется для формирования артериального анастомоза, что ставит под угрозу успех трансплантации поч-

ки. Близкое расположение добавочных артерий значительно сокращает время для достижения трансплантации почки. Повреждение добавочных артерий может привести к сегментарной ишемии с последующей гипертензией [25] или частичному некрозу паренхимы. Поэтому определение количества почечных артерий до операции может предотвратить ненужную потерю почечной функции в послеоперационном периоде. Кроме того, чем выше частота множественных почечных артерий, тем выше риск реноваскулярной гипертензии, гидронефроза, обструкции мочеточникового перехода и хронического пиелонефрита.

Все выше представленные морфологические варианты имеют эмбриологическое объяснение, обусловленное эволюцией мезонефральных артерий. Мезонефрос развивается между 5- и 16-й неделями беременности [27], располагаясь между 6-м шейным и 3-м поясничным сегментами [13]. В мезонефрос могут входить до 30 временных мезонефральных артерий [17]. При дегенерации мезонефроса Felix [13] наблюдал только девять боковых мезонефральных артерий, с 10-го грудного до 3-го поясничного сегментов. На стадии метанефроса происходит восходящее перемещение в забрюшинном пространстве с уровня малого таза до уровня поясницы. В это время метанефрос получает артериальные источники из подвздошных артерий (ветвей и стволов), а затем – от брюшной аорты. В соответствии с Graves [17], 5–9 мезонефральных артерий образуют сплетение «rete arteriosum urogenitale». Эта артериальная сеть соединяет сосуды метанефроса с мезонефральными артериями и брюшной аортой. Одна из его мезонефральных ветвей на уровне L2 становится постоянной основной почечной артерией, а остальные артерии редуцируются [24]. Сохранение более одной мезонефральной артерии при переходе от мезонефроса к метанефросу является ошибкой эмбрионального развития, результатом которой будут дополнительные почечные артерии. Таким образом, множественные почечные артерии должны рассматриваться как постоянные мезонефральные артерии [7]. По неизвестным причинам процесс редуцирования мезонефральных артерий часто является незавершенным, и, как следствие, множественные почечные артерии не столь редки [30].

### Заключение

Высокая степень морфологической изменчивости васкуляризации почек находит свое отражение в количестве артериальных ветвей, их источниках и местах проникновения в орган. Полученные данные позволят снизить количество диагностических и хирургических ошибок. Поскольку в основе морфо-

логической изменчивости источников кровоснабжения почки лежат особенности эмбриогенеза, необходимо определение и исследование групп генов, ответственных за формирование сосудов, что, возможно, послужит основой для создания тест-систем по выявлению лиц, имеющих множественные артерии почек.

### Список литературы

1. Ватазин А. В., Зулкарнаев А. Б. Трансплантация почки как оптимальный метод лечения хронической болезни почек. Лечебное дело. 2013; 3: 47–52.
2. Епифанов С. Ю., Ржевская О. Н., Тарабарко Н. В., Лазарева К. Е. Варианты реконструкции и наложения сосудистых анастомозов при родственной трансплантации почки с множественным кровоснабжением. Трансплантология. 2009; 2: 18–21.
3. Нестеренко И. В., Ватазин А. В., Филиппов П. Я. и др. Морфологическая оценка почечных трансплантатов, полученных от маргинальных доноров. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2008; 10(1): 65–68.
4. Руммо О. О., Коротков С. В., Щерба А. Е. и др. Анатомия печеночной артерии: клиническое значение при трансплантации печени. Анн. хир. гепатол. 2011; 16(3): 72–78.
5. Тобохов А. В., Васильев А. И., Николаев В. Н., Николаев А. В. Значение аномалий развития сосудов почки при проведении трансплантации. Дальневосточный медицинский журнал. 2013; 4: 39–41.
6. Arifuzzaman M., Nasim Naqvi S. S., Adel H., et al. Anatomical variants of celiac trunk, hepatic and renal arteries in a population of developing country using multidetector computed tomography angiography. J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad. 2017; 29(3): 450–454.
7. Bayazit M., Göl M.K., Zorlutuna Y., et al. Bilateral triple renal arteries in a patient with iliac artery occlusion: a case report. Surg. Radiol. Anat. 1992; 14(1): 81–83.
8. Bayramoglu A., Demiryurek D., Erbil K. M. Bilateral additional renal arteries and an additional right renal vein associated with unrotated kidneys. Saudi Med. J. 2003; 24(5): 535–537.
9. Benedetti E., Troppmann C., Gillingham K. et al. Short- and long-term outcomes of kidney transplants with multiple renal arteries. Ann. Surg. 1995; 221(4): 406–414.
10. Bergman R. A. Afifi A. K., Miyauchi R. Illustrated encyclopedia of human anatomic variation: Opus II: Cardiovascular system: arteries: abdomen, renalarteries. Mode of access: <http://www.anatomyatlases.org/AnatomicVariant/s/Cardiovascular/Text/Arteries/Renal.shtml>. – Date of accessed: 21.03.2017.
11. Bordei P., Sapte E., Iliescu D. Double renal arteries originating from the aorta. Surg. Radiol. Anat. 2004; 26(6): 474–479.
12. Çınar C., Türkvatan A. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. Diagn. Interv. Imaging. 2016; 97(9): 891–897.
13. Felix W. The development of the urogenital organs. Manual of human embryology. Lippincott & Crowell, Philadelphia. 1912; II: 752–979.

14. *Geyer J. R., Poutasse E. F.* Incidence of multiple renal arteries on aortography. Report of a series of 400 patients, 381 of whom had arterial hypertension. *JAMA.* 1962; 182: 120–125.
15. *Gościcka D., Szpinda M., Kochan J.* Accessory renal arteries in human fetuses. *Ann. Anat.* 1996; 178(6): 559–563.
16. *Graves F. T.* The aberrant renal artery. *J. Anat.* 1956; 90(4): 553–558.
17. *Graves F. T.* The arterial anatomy of the congenitally abnormal kidney. *Br. J. Surg.* 1969; 56(7): 533–541.
18. *Gulas E., Wysiadecki G., Cecot T., et al.* Accessory (multiple) renal arteries – Differences in frequency according to population, visualizing techniques and stage of morphological development. *Vascular.* 2016; 24(5): 531–537.
19. *Khamanarong K., Prachaney P., Utraravichien A., et al.* Anatomy of renal arterial supply. *Clin. Anat.* 2004; 17(4): 334–336.
20. *Macchi V., Crestani A., Porzionato A., et al.* Anatomical study of renal arterial vasculature and its potential impact on partial nephrectomy. *BJU Int.* 2017; 120(1): 83–91.
21. *Matusz P., Miclaus G., Ples H.* Study of the renal additional arteries on 1,000 CT angiography continuous series. *Clin. Anat.* 2011; 24(3): 408.
22. *Mazengenya P.* Multiple variations of the renal and testicular vessels: possible embryological basis and clinical importance. *Surg. Radiol. Anat.* 2016; 38(6): 729–733.
23. *Merklin R. J., Michels N. A.* The variant renal and suprarenal blood supply with data on the inferior phrenic, ureteral and gonadal arteries: a statistical analysis based on 185 dissections and reviews of the literature. *J. Int. Coll. Surg.* 1958; 29(1): 41–76.
24. *Miclaus G. D., Matusz P.* Bilateral quadruple renal arteries. *Clin. Anat.* 2012; 25(8): 973–976.
25. *Miclaus G. D., Matusz P.* Bilateral triple renal arteries. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2015; 56(4): 1507–1511.
26. *Miclaus G. D., Pupca G., Gabriel A., et al.* Right lump kidney with varied vasculature and urinary system revealed by multidetector computed tomographic (MDCT) angiography. *Surg. Radiol. Anat.* 2015; 37(7): 859–865.
27. *Miclaus G. D., Sas I., Joseph S. C., et al.* Seven renal arteries: a case report using MDCT angiography. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2014; 55(3): 1181–1184.
28. *Natsis K., Paraskevas G., Panagouli E., et al.* A morphometric study of multiple renal arteries in Greek population and a systematic review. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2014; 55(3): 1111–1122.
29. *Ozkan U., Oğuzkurt L., Tercan F., et al.* Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagn. Interv. Radiol.* 2006; 12(4): 183–186.
30. *Papaloucas C., Fiska A., Demetriou T.* Additional renal arteries. Letter to the Editor. *Clin. Anat.* 2007; 20: 475.
31. *Pestemalci T., Mavi A., Yildiz Y. Z., et al.* Bilateral triple renal arteries. *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.* 2009; 20(3): 468–470.
32. *Poisel S., Spängler H. P.* On aberrant and accessory renal arteries in kidneys of typical position. *Anat. Anz.* 1969; 124(3): 244–259.
33. *Ramadan S. U., Yiğit H., Gökharman D., et al.* Can renal dimensions and the main renal artery diameter indicate the presence of an accessory renal artery – A 64-slice CT study. *Diagn. Interv. Radiol.* 2011; 17(3): 266–271.
34. *Reginelli A., Somma F., Izzo A., et al.* Renovascular anatomic variants at CT angiography. *Int. Angiol.* 2015; 34(6): 36–42.
35. *Rossi U. G., Romano M., Ferro C.* Seven renal arteries. *Clin. Anat.* 2006; 19(7): 632–633.
36. *Sampaio F. J., Passos M. A.* Renal arteries: anatomical study for surgical and radiological practice. *Surg. Radiol. Anat.* 1992; 14(2): 113–117.
37. *Şener E.* Bilateral triple renal arteries. *J. Ankara Univ. Fac. Med.* 2005; 58(1): 18–19.
38. *Stephens F. D.* Uterovascular hydronephrosis and the «aberrant» renal vessel. *J. Urol.* 1982; 128(5): 984–987.
39. *Tardo D. T., Briggs C., Ahern G., et al.* Anatomical variations of the renal arterial vasculature: An Australian perspective. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2017; 61(5): 643–649.
40. *Türkvatan A.* Multidetector CT angiography of renal vasculature: normal anatomy and variants. *Eur. Radiol.* 2009; 19: 236–244.
41. *Uzmansel D., Ozturk N. C., Kara A., et al.* A rare combination of vascular variations of both kidneys. *Surg. Radiol. Anat.* 2014; 36(2): 195–198.
42. *Vilhova I., Kryvko Y. Y., Maciejewski R.* The radioanatomical research of plural renal arteries. *Folia Morphol.* 2001; 60(4): 337–341.
43. *Zăhoi D. E., Miclaus G., Alexa A., et al.* Ectopic kidney with malrotation and bilateral multiple arteries diagnosed using CT angiography. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2010; 51(3): 589–592.
44. *Zorgdrager M., Krikke C., Hofker S. H., et al.* Multiple Renal Arteries in Kidney Transplantation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann. Transplant.* 2016; 29(21): 469–478.

## References

1. *Vatazin A.V., Zul'karnaev A.B.* Transplantatsiya pochki kak optimal'nyy metod lecheniya khronicheskoy bolezni pochek [Kidney transplantation as an optimal method for treating chronic kidney disease]. *Lechebnoe delo.* 2013; 3: 47–52 (in Russian).
2. *Epifanov S.Yu., Rzhhevskaya O.N., Tarabarko N.V., Lazareva K.E.* Varianty rekonstruktsii I nalozheniya sosudistyykh anastomozov pri rodstvennoy transplantatsii pochki s mnozhestvennym krovosnabzheniem [Variants of reconstruction and application of vascular anastomoses in related kidney transplantation with multiple blood supply]. *Transplantologiya.* 2009; 2: 18–21 (in Russian).
3. *Nesterenko I.V., Vitazin A.V., Filiptsev P.Ya. i dr.* Morfologicheskaya otsenka pochechnyykh transplantatov, poluchennykh ot marginal'nykh donоров [Morphological evaluation of renal transplants obtained from marginal donors]. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov.* 2008; 10(1): 65–68 (in Russian).
4. *Rummo O.O., Korotkov S.V., Shcherba A.E. i dr.* Anatomiya pechenochnoy arterii: klinicheskoe znachenie pri transplantatsii pecheni [Anatomy of the hepatic artery: a clinical value for liver transplantation]. *Ann. khir. gepatol.* 2011; 16(3): 72–78 (in Russian).
5. *Tobokhov A.V., Vasil'ev A.I., Nikolaev V.N., Nikolaev A.V.* Znachenie anomalii razvitiya sosudov pochki pri provedenii transplantatsii [The significance of malformations of the kidneys during

- transplantation]. *Dal'nevostochnyy meditsinskiy zhurnal*. 2013; 4: 39–41 (in Russian).
6. Arifuzzaman M., Nasim Naqvi S. S., Adel H., et al. Anatomical variants of celiac trunk, hepatic and renal arteries in a population of developing country using multidetector computed tomography angiography. *J. Ayub. Med. Coll. Abbottabad*. 2017; 29(3): 450–454.
  7. Bayazit M., Göl M.K., Zorlutuna Y., et al. Bilateral triple renal arteries in a patient with iliac artery occlusion: a case report. *Surg. Radiol. Anat.* 1992; 14(1): 81–83.
  8. Bayramoglu A., Demiryurek D., Erbil K. M. Bilateral additional renal arteries and an additional right renal vein associated with unrotated kidneys. *Saudi Med. J.* 2003; 24(5): 535–537.
  9. Benedetti E., Troppmann C., Gillingham K. et al. Short- and long-term outcomes of kidney transplants with multiple renal arteries. *Ann. Surg.* 1995; 221(4): 406–414.
  10. Bergman R. A. Afifi A. K., Miyauchi R. Illustrated encyclopedia of human anatomic variation: Opus II: Cardiovascular system: arteries: abdomen, renalarteries. Mode of access: <http://www.anatomyatlases.org/AnatomicVariant/s/Cardiovascular/Text/Arteries/Renal.shtml>. – Date of accessed: 21.03.2017.
  11. Bordei P., Sapte E., Iliescu D. Double renal arteries originating from the aorta. *Surg. Radiol. Anat.* 2004; 26(6): 474–479.
  12. Çınar C., Türkvatan A. Prevalence of renal vascular variations: Evaluation with MDCT angiography. *Diagn. Interv. Imaging*. 2016; 97(9): 891–897.
  13. Felix W. The development of the urogenital organs. *Manual of human embryology*. Lippincott & Crowell, Philadelphia. 1912; II: 752–979.
  14. Geyer J. R., Poutasse E. F. Incidence of multiple renal arteries on aortography. Report of a series of 400 patients, 381 of whom had arterial hypertension. *JAMA*. 1962; 182: 120–125.
  15. Gościcka D., Szpinda M., Kochan J. Accessory renal arteries in human fetuses. *Ann. Anat.* 1996; 178(6): 559–563.
  16. Graves F. T. The aberrant renal artery. *J. Anat.* 1956; 90(4): 553–558.
  17. Graves F. T. The arterial anatomy of the congenitally abnormal kidney. *Br. J. Surg.* 1969; 56(7): 533–541.
  18. Gulas E., Wysiadecki G., Cecot T., et al. Accessory (multiple) renal arteries – Differences in frequency according to population, visualizing techniques and stage of morphological development. *Vascular*. 2016; 24(5): 531–537.
  19. Khamanarong K., Prachaney P., Utraravichien A., et al. Anatomy of renal arterial supply. *Clin. Anat.* 2004; 17(4): 334–336.
  20. Macchi V., Crestani A., Porzionato A., et al. Anatomical study of renal arterial vasculature and its potential impact on partial nephrectomy. *BJU Int.* 2017; 120(1): 83–91.
  21. Matusz P., Miclaus G., Ples H. Study of the renal additional arteries on 1,000 CT angiography continuous series. *Clin. Anat.* 2011; 24(3): 408.
  22. Mazengenya P. Multiple variations of the renal and testicular vessels: possible embryological basis and clinical importance. *Surg. Radiol. Anat.* 2016; 38(6): 729–733.
  23. Merklin R. J., Michels N. A. The variant renal and suprarenal blood supply with data on the inferior phrenic, ureteral and gonadal arteries: a statistical analysis based on 185 dissections and reviews of the literature. *J. Int. Coll. Surg.* 1958; 29(1): 41–76.
  24. Miclaus G. D., Matusz P. Bilateral quadruple renal arteries. *Clin. Anat.* 2012; 25(8): 973–976.
  25. Miclăuş G. D., Matusz P. Bilateral triple renal arteries. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2015; 56(4): 1507–1511.
  26. Miclaus G. D., Pupca G., Gabriel A., et al. Right lump kidney with varied vasculature and urinary system revealed by multidetector computed tomographic (MDCT) angiography. *Surg. Radiol. Anat.* 2015; 37(7): 859–865.
  27. Miclăuş G. D., Sas I., Joseph S. C., et al. Seven renal arteries: a case report using MDCT angiography. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2014; 55(3): 1181–1184.
  28. Natsis K., Paraskevas G., Panagouli E., et al. A morphometric study of multiple renal arteries in Greek population and a systematic review. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2014; 55(3): 1111–1122.
  29. Ozkan U., Oğuzkurt L., Tercan F., et al. Renal artery origins and variations: angiographic evaluation of 855 consecutive patients. *Diagn. Interv. Radiol.* 2006; 12(4): 183–186.
  30. Papaloucas C., Fiska A., Demetriou T. Additional renal arteries. Letter to the Editor. *Clin. Anat.* 2007; 20: 475.
  31. Pestemalci T., Mavi A., Yildiz Y. Z., et al. Bilateral triple renal arteries. *Saudi J. Kidney Dis. Transpl.* 2009; 20(3): 468–470.
  32. Poisel S., Spängler H. P. On aberrant and accessory renal arteries in kidneys of typical position. *Anat. Anz.* 1969; 124(3): 244–259.
  33. Ramadan S. U., Yiğit H., Gökharman D., et al. Can renal dimensions and the main renal artery diameter indicate the presence of an accessory renal artery – A 64-slice CT study. *Diagn. Interv. Radiol.* 2011; 17(3): 266–271.
  34. Reginelli A., Somma F., Izzo A., et al. Renovascular anatomic variants at CT angiography. *Int. Angiol.* 2015; 34(6): 36–42.
  35. Rossi U. G., Romano M., Ferro C. Seven renal arteries. *Clin. Anat.* 2006; 19(7): 632–633.
  36. Sampaio F. J., Passos M. A. Renal arteries: anatomical study for surgical and radiological practice. *Surg. Radiol. Anat.* 1992; 14(2): 113–117.
  37. Şener E. Bilateral triple renal arteries. *J. Ankara Univ. Fac. Med.* 2005; 58(1): 18–19.
  38. Stephens F. D. Uterovascular hydronephrosis and the «aberrant» renal vessel. *J. Urol.* 1982; 128(5): 984–987.
  39. Tardo D. T., Briggs C., Ahern G., et al. Anatomical variations of the renal arterial vasculature: An Australian perspective. *J. Med. Imaging Radiat. Oncol.* 2017; 61(5): 643–649.
  40. Türkvatan A. Multidetector CT angiography of renal vasculature: normal anatomy and variants. *Eur. Radiol.* 2009; 19: 236–244.
  41. Uzmannel D., Ozturk N. C., Kara A., et al. A rare combination of vascular variations of both kidneys. *Surg. Radiol. Anat.* 2014; 36(2): 195–198.
  42. Vilhova I., Kryvko Y. Y., Maciejewski R. The radio-anatomical research of plural renal arteries. *Folia Morphol.* 2001; 60(4): 337–341.
  43. Zăhoi D. E., Miclăuş G., Alexa A., et al. Ectopic kidney with malrotation and bilateral multiple arteries diagnosed using CT angiography. *Rom. J. Morphol. Embryol.* 2010; 51(3): 589–592.
  44. Zоргdrager M., Krikke C., Hofker S. H., et al. Multiple Renal Arteries in Kidney Transplantation: A

Systematic Review and Meta-Analysis. Ann. Transplant. 2016;29(21): 469–478.

«Гродненский государственный медицинский университет». 230009 Республика Беларусь, г. Гродно, ул. Горького, 80.

Поступила в редакцию 18.05.2017 г.

**Сведения об авторе**

**Иванцов Алексей Владимирович** – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры нормальной анатомии УО

*Для цитирования:* Иванцов А.В. Анатомическая оценка источников кровоснабжения почек. Журнал анатомии и гистопатологии. 2017; 6(4): 69–75. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-4-69-75  
*For citation:* Ivantsov A.V. Anatomical assessment of blood supply sources of the kidneys. Journal of Anatomy and Histopathology. 2017; 6(4): 69–75. doi: 10.18499/2225-7357-2017-6-4-69-75

Репозиторий ГРГМУ