

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 61.611; 611.6; 611.61

3.3.1. Анатомия человека (медицинские науки)

<https://doi.org/10.17021/1992-6499-2024-4-38-45>

3D-КОЛИЧЕСТВЕННАЯ АНАТОМИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО РУСЛА И ЧАШЕЧНО-ЛОХАНОЧНОЙ СИСТЕМЫ ПОЧЕК У ЖЕНЩИН

Ислам Узгенбайевич Вагабов¹, Шамиль Исмаилович Акбаев¹,
Эдгар Сабирович Кафаров¹, Хизир Мухидинович Батаев¹,
Лариса Альбертовна Удочкина², Баговдин Толегенович Куртусунов²,
Олег Константинович Зенин³

¹Чеченский государственный университет имени А.А. Кадырова, Грозный, Россия

²Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия

³Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

Аннотация. Использование компьютерных 3D-технологий позволяет получать детальные изображения анатомических структур почек, включая почечные артерии, их ветви, чашечно-лоханочную систему и способствует разработке инновационных алгоритмов, направленных на предоперационное обследование пациентов и планирование хирургических вмешательств. В связи с чем была определена цель – изучить 3D-анатомию ветвей почечной артерии и элементов чашечно-лоханочной системы почек у женщин. На 64 коррозийных препаратах проведена комплексная морфологическая оценка артериальной системы почек и чашечно-лоханочной системы почек женщин (41–80 лет). Детальный анализ структуры вариантов деления почечных артерий почек у женщин в соответствии с возрастными показателями позволяет предположить, что возраст не оказывает на них значительного влияния. Это свидетельствует о высокой стабильности вариантов ветвления почечных артерий у женщин. Полученные результаты стали основой для создания модели артериального кровоснабжения экскреторных отделов почки, позволяющей создавать 3D-программное обеспечение для объемной визуализации чашечно-лоханочной системы почки и артериальных сосудов с использованием элементов дополненной реальности. Таким образом, применение такого подхода позволит хирургам получить более точное представление о топографии сосудов, что минимизирует риск их повреждения во время оперативного вмешательства. Предложенное программное обеспечение, интегрированное с современными диагностическими методами, такими как мультиспиральная компьютерная томография, обладает высоким потенциалом для повышения эффективности и безопасности урологических операций.

Ключевые слова: почка, почечная система, 3D-моделирование, морфологическая оценка

Для цитирования: Вагабов И. У., Акбаев Ш. И., Кафаров Э. С., Батаев Х. М., Удочкина Л. А., Куртусунов Б. Т., Зенин О. К. 3D-количественная анатомия артериального русла и чашечно-лоханочной системы почек у женщин // Астраханский медицинский журнал. 2024. Т. 19, № 4. С. 38–45. <https://doi.org/10.17021/1992-6499-2024-4-38-45>.

OBSERVATION FROM PRACTICE

Original article

3D-QUANTITATIVE ANATOMY OF ARTERIAL BED AND PELVICALYCEAL SYSTEM OF KIDNEYS IN WOMEN

Islam U. Vagabov¹, Shamil' I. Akbaev¹, Edgar S. Kafarov¹, Hizir M. Bataev¹,
Larisa A. Udochkina², Bagovdin T. Kurtusunov², Oleg K. Zenin³

¹A.A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia

²Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia

³Penza State University, Penza, Russia

Abstract. The use of 3D computer technologies allows obtaining detailed images of the anatomical structures of the kidneys, including the renal arteries, their branches, and the calyx-pelvic system, and contributes to the development of innovative algorithms aimed at preoperative examination of patients and planning surgical interventions. In this connection, the goal was determined: to study the 3D anatomy of the branches of the renal artery and elements of the

renal collecting system in women. A comprehensive morphological assessment of the arterial kidney system and the calyx-pelvic kidney system of women (41–80 years old) was performed on 64 corrosive preparations. A detailed analysis of the structure of the division variants of the renal arteries of the kidneys in women according to age indicators allows us to assume that age does not have a significant effect on the division variants of the renal arteries, which indicates significant stability of their branching variants. The obtained results of the study became the basis for creating a model of arterial blood supply to the excretory sections of the kidney, allowing the creation of 3D software for tridimensional visualization of the pelvicalyceal system and arterial vessels using elements of Virtual, Augmented and Mixed Reality. This use of approach allows surgeons to get a more accurate idea of the topography of blood vessels, which minimizes the risk of damage during surgical intervention. The proposed software, integrated with modern diagnostic methods such as multispiral computed tomography, has high potential for improving the efficiency and safety of urological surgeries.

Key words: kidney, renal system, 3D – modelling, morphological assessment

For citation: Vagabov I. U., Akbaev Sh. I., Kafarov E. S., Bataev Kh. M., Udochkina L. A., Kurtusunov B. T., Zenin O. K. 3D-quantitative anatomy of arterial bed and pelvicalyceal system of kidneys in women. Astrakhan Medical Journal. 2024; 19 (4): 38–45. doi: 10.17021/1992-6499-2024-4-38-45 (In Russ.).

Введение. Современная мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) позволяет определить топографию почечных артерий, их диаметр, наличие аномалий развития и оценить состояние окружающих тканей [1–4]. В сфере нефрологии МСКТ играет важную роль в диагностике и мониторинге различных патологий почек. Поражение почек при артериальной гипертензии и сахарном диабете, гломерулонефрит, являются серьезной проблемой. Ранняя диагностика и своевременное лечение заболеваний почек способствуют улучшению прогноза и снижению риска развития почечной недостаточности. МСКТ является эффективным методом для выявления патологий почечных артерий, которые могут привести к развитию почечной недостаточности, инфаркту почек и другим серьезным осложнениям.

При проведении билатерального сравнения типов ветвлений почечных артерий было выявлено, что могут быть выделены две группы ветвлений с симметричным и несимметричным делением в соотношении 76,15 и 23,85 % соответственно [5, 6].

По данным ряда авторов, для повышения точности диагностики и разработки оптимального алгоритма ведения пациентов с патологией почек необходима детальная оценка томографических изображений [7, 8]. Томография является важнейшим методом визуализации, позволяющим получить информацию о структуре, состоянии, функции и патологии почек. Особое внимание следует уделить динамическому наблюдению за изменениями в органах после хирургического вмешательства, что позволит своевременно выявлять возможные осложнения и корректировать дальнейшую тактику лечения. Очень перспективным считается внедрение в урологическую практику алгоритма создания виртуальных моделей [8–11]. Виртуальная модель представляет собой «цифровую копию» почек, позволяющую проанализировать изменения в динамике, предсказать возможные изменения в состоянии пациента. Детальный анализ алгоритма создания виртуальных моделей будет способствовать прогнозированию возможных изменений состояния пациентов.

Современные методы лучевого исследования и достижения в области компьютерных 3D-технологий способствуют разработке инновационных алгоритмов, направленных на предоперационное обследование пациентов и планирование хирургических вмешательств. Применение методов лучевого исследования, позволяет получать детальные изображения анатомических структур почек, включая почечные артерии, их ветви, чашечно-лоханочную систему и окружающие ткани; их размеры, форму, структуру паренхимы, наличие патологических изменений, включая кисты, камни, опухоли, а также состояние мочевыводящих путей. Подобные технологии открывают новые возможности для повышения эффективности и точности диагностических и лечебных процедур в нефрологической практике, что имеет важное клиническое значение, так как способствует снижению риска возникновения послеоперационных кровотечений и улучшению результатов хирургического лечения [1, 9, 12–15].

Применение трехмерного моделирования артерий почек и экскреторных секторов почки на поверхности органа достаточно актуально в связи с возрастающей распространенностью мочекаменной болезни. Удаление камней из почечной лоханки и мочеточника является одним из наиболее частых хирургических вмешательств в урологии. Однако хирургические вмешательства на полостной системе почек сопряжены с определенными рисками, в том числе с риском повреждения почечных артерий и венозных сосудов. Трехмерное моделирование позволяет хирургу получить более полное представление о топографии почечных артерий и экскреторных секторов почки, что позволяет планировать и осуществлять хирургическое вмешательство с минимальным риском повреждения сосудов.

Цель – изучить 3D-анатомию ветвей почечной артерии и элементов чашечно-лоханочной системы почек у женщин.

Материалы и методы. Исследование проведено на 64 коррозионных препаратах артерий и чашечно-лоханочной системы почек женщин (41–80 лет). Коррозионные препараты артерий почек и их чашечно-лоханочной системы были приобретены в рамках реализации гранта РФФИ № 18-29-09118 (2018) [16].

Алгоритм исследования заключался в следующем.

1. Проведено исследование коррозионных препаратов артерий почек и чашечно-лоханочной системы, включающее в себя количественный анализ внеорганных ветвей почечной артерии, их варианты деления, особенности хода и расположения в воротах почки. Выполнен трехмерный анализ почечных артерий с учетом их топографо-анатомических взаимоотношений с лоханкой.

2. Осуществлено количественное исследование внутриорганных ветвей почечной артерии по отношению к секторам чашечно-лоханочной системы:

1) количественно-морфологический анализ ветвей почечной артерии в паренхиме почки с двумя секторами;

2) количественно-морфологический анализ ветвей почечной артерии в паренхиме почки с тремя секторами;

3) количественно-морфологический анализ ветвей почечной артерии в паренхиме почки с четырьмя секторами.

3. Вычисления проводили на компьютере с процессором Intel Core2Duo T5250 1,5 ГГц (США) и оперативной памятью 2 Гб. В качестве программного обеспечения использовали пакет Microsoft Excel (365 (2021) 17.10314.31700.0).

Результаты исследования. В результате исследований установлены варианты ветвления главной почечной артерии в зависимости от ее расположения относительно фронтальной, сагиттальной и горизонтальной плоскостей. В зависимости от вариантов ветвления выделяли группы с разными зональными артериями, формирующими специфические артериальные бассейны в почках. Это позволило провести анализ влияния вариаций ветвления почечной артерии на особенности кровоснабжения различных зон почки в разных возрастных группах.

При исследовании установлено, что на 54 коррозионных препаратах из 64 почечная артерия делится на две зональные ветви, что составило 84,37 %, а на десяти препаратах она делилась на три ветви, что составило 15,62 %. При этом относительно возрастов исследование выявило вариант ветвления почечной артерии, из общей группы (64 коррозионных препарата) на две зональные ветви:

- на 27 коррозионных препаратах, что обнаружено в 42,18 % случаев и преимущественно было выявлено в зрелом периоде (41–60 лет);

- на 14 коррозионных препаратах данный вариант ветвления почечной артерии был выявлен в пожилом возрасте (61–74 лет) и составил 21,87 %;

- на 13 коррозионных препаратах, что составило 20,31 % данный вариант деления почечной артерии был выявлен в старческом возрасте (75 и более лет).

Далее, как было сказано выше, деление главной почечной артерии на три зональные ветви было выявлено на десяти коррозионных препаратах из общего числа исследованных образцов. При этом относительно возрастов исследование показало:

- на пяти коррозионных препаратах из общего числа исследованных образцов, что составило 7,81 %, данный вариант деления почечной артерии выявлен в зрелом возрасте;

- на трех коррозионных препаратах данный вариант ветвления почечной артерии выявлен в пожилом возрасте, что составило 4,68 %;

- на двух препаратах была обнаружена эта же модель ветвления почечной артерии, что составило 3,12 % от общего числа исследованных почек и обнаружено в старческом возрасте.

При дальнейшем анализе коррозионных препаратов почек с вариантом деления почечной артерии на две зональные ветви установлено, что на 6 коррозионных препаратах из общего числа образцов выявили вариант деления почечной артерии на верхнюю и нижнюю полюсные зональные ветви, что составило 9,37 % и обнаружено в зрелом возрасте (41–60 лет). На трех препаратах выявлен данный вариант деления почечной артерии в пожилом возрасте, что составило 4,69 %, и в старческом периоде на двух коррозионных препаратах, что составило 3,12 %, соответственно, от общего числа образцов.

При анализе коррозионных препаратов также установлено, что на 43 препаратах почечная артерия делится на вентральную и дорсальную ветви. При этом данный вариант деления почечной артерии

выявлен в зрелом возрасте (41–60 лет) на 21 препарате из общего числа исследованных образцов и составило 32,82 %.

В пожилом возрасте (61–74 лет) аналогичная конфигурация почечной артерии была обнаружена на 11 препаратах, что составляет 17,19 %. Аналогичная закономерность наблюдалась и в старческом возрасте (75 и более лет), где этот вариант деления был выявлен на 11 препаратах, что также составило 17,19 % от общего количества исследованных образцов.

Как было выше сказано, на десяти коррозионных препаратах почечная артерия делилась на три ветви, от общего числа образцов. При этом, относительно возрастных особенностей деления исследование выявило, что ветвление почечной артерии на верхнюю полюсную, вентральную и дорсальную зональные ветви зафиксировано на трех коррозионных препаратах, что составило 4,69 % от общего числа исследованных образцов и выявлено в зрелом (41–60 лет) возрасте. На двух препаратах, такой же вариант деления почечной артерии от общего числа исследованных образцов выявлен в пожилом возрасте, что составило 3,12 %, и на одном препарате из общего числа образцов мы выявили данный вариант деления почечной артерии в старческом возрасте (75 и более лет), что составило 1,56 %.

При следующем варианте деления почечной артерии на три зональные ветви установлено ее ветвление на вентральную, дорсальную и нижнюю полюсную ветви, что было зафиксировано на двух коррозионных препаратах (3,12 % от общего числа исследованных образцов). И, наконец, в зрелом возрасте на двух коррозионных препаратах от их общего числа был обнаружен данный вариант деления почечной артерии на зональные ветви только в старческом возрасте и составило 3,12 %.

В рамках настоящего исследования был проведен трехмерный количественный анализ различных типов ветвления почечных артерий в зависимости от числа экскреторных секторов чашечно-лоханочной системы. Характер ветвления варьировал, при этом наиболее распространенным вариантом (67,18 % случаев) является разделение на вентральную и дорсальную ветви. Реже (17,19 % случаев) встречается ветвление на верхнюю и нижнюю ветви, и в 15,62 % случаев почечная артерия делилась на три зональные ветви.

Далее проведен трехмерный количественно-анатомический анализ 35 правых и 29 левых коррозионных препаратов почек относительно количества экскреторных секторов чашечно-лоханочной системы и вариантов ветвления почечных артерий. Исследование выявило высокую вариабельность ветвления почечной артерии, независимо от количества экскреторных секторов. Так, проведенный трехмерный количественный анализ вариантов деления почечных артерий относительно экскреторных секторов чашечно-лоханочной системы 35 правых почек женщин выявил следующие закономерности:

- на семи правых почках из 35 наиболее часто наблюдалось разделение почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви в почках с двумя экскреторными секторами, что встретили в 20,0 % случаев;
- на шести правых почках с двумя секторами из 35 наблюдалось деление почечной артерии на верхнюю полюсную и нижнюю ветви, что составило 17,14 %;
- в одном случае (2,86 %) из 35 препаратов почечная артерия в почках с двумя секторами делилась на три зональные ветви.

Таким образом, разделение на вентральную и дорсальную ветви является наиболее характерным для правых двухсекторных почек у женщин.

Проведенный трехмерный количественный анализ вариантов деления почечных артерий относительно экскреторных секторов чашечно-лоханочной системы 29 левых почек женщин выявил следующие закономерности:

- на семи левых почках из 29 наиболее часто наблюдалось также разделение почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви в почках с двумя экскреторными секторами, что встретили в 24,13 % случаев;
- на четырех левых почках с двумя секторами из 29 наблюдалось деление почечной артерии на верхнюю полюсную и нижнюю ветви, что составило 13,79 %;
- в одном случае (3,44 %) из 29 препаратов почечная артерия в почках с двумя секторами делилась на три зональные ветви.

Таким образом, разделение на вентральную и дорсальную ветви является наиболее характерным также для левосторонних двухсекторных почек у женщин.

Исследование десяти трехсекторных почек из общего количества выявило три основных типа ветвления главной почечной артерии:

- на двух правых почках из четырех наиболее часто наблюдалось разделение почечной артерии на верхнюю и нижнюю ветви с тремя экскреторными секторами, что встретили в 50,0 % случаев;

- на одной правой почке с тремя секторами из четырех наблюдалось деление почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви, что составило 25,0 %;
- в одном случае (25,0 %) из четырех препаратов почечная артерия в почках с тремя секторами делилась на три зональные ветви.
- на трех левых почках из шести наиболее часто наблюдалось разделение почечной артерии на верхнюю и нижнюю ветви в почках с тремя экскреторными секторами, что встретили в 50,0 % случаев;
- на двух левых почках с тремя секторами из шести наблюдалось деление почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви, что составило 33,33 %;
- в одном случае (16,66 %) из шести препаратов почечная артерия в почках с тремя секторами делилась на три зональные ветви.

Таким образом, в трехсекторных почках наиболее распространен вариант деления на верхнюю и нижнюю ветви, тогда как вентрально-дорсальное и тройное ветвления встречаются реже.

Дальнейшее исследование 14 четырехсекторных почек из общего количества выявило три основных типа ветвления главной почечной артерии:

- на двух правых почках из четырех наиболее часто наблюдалось разделение почечной артерии на верхнюю и нижнюю ветви в почках с тремя экскреторными секторами, что встретили в 50,0 % случаев;
- на одной правой почке с тремя секторами из четырех наблюдалось деление почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви, что составило 25,0 %;
- в одной случае (25,0 %) из четырех препаратов почечная артерия в почках с тремя секторами делилась на три зональные ветви;
- на трех левых почках из шести наиболее часто наблюдалось разделение почечной артерии на вентральную и дорсальную ветви в почках с тремя экскреторными секторами, что встретили в 50,0 % случаев;
- на одной левой почке с тремя секторами из шести наблюдалось деление почечной артерии на верхнюю полюсную и нижнюю полюсную ветви, что составило 16,66 %;
- в одном случае (16,66 %) из шести препаратов почечная артерия в почках с тремя секторами делилась на три зональные ветви.

Таким образом, в трехсекторных почках наиболее распространен вариант деления на верхнюю и нижнюю ветви, тогда как вентрально-дорсальное и тройное ветвления встречаются реже.

В 14 исследованных четырехсекторных правых почках из 35 преобладает вентрально-дорсальное ветвление (40,0 %), тогда как верхне-нижнее и тройное ветвление наблюдаются гораздо реже (5,71 и 2,85 % соответственно). В семи исследованных четырехсекторных левых почках из 29 преобладает вентрально-дорсальное ветвление (24,13 %), тогда как верхне-нижнее и тройное ветвление наблюдаются гораздо реже (10,34 и 3,44 % соответственно).

Полученные результаты показывают, что характер ветвления почечной артерии, как правило, соответствует количеству экскреторных секторов, что может иметь значение для понимания функциональной организации почки.

Заключение. Проведена комплексная морфологическая оценка коррозионных препаратов артериальной системы почек и чашечно-лоханочной системы. Для осуществления исследования препараты были разделены на три группы соответственно возрасту и количеством экскреторных секторов, демонстрирующих различную структуру ветвления артериальных сосудов почек. Особое внимание уделено детальному трехмерному анализу внутриорганных почечных артерий, включая сосуды второго и третьего порядка, а также элементов чашечно-лоханочной системы соответственно экскреторным секторам почек у женщин.

Детальный анализ структуры вариантов деления почечных артерий почек у женщин в соответствии с возрастными показателями свидетельствует о сопоставимости полученных результатов внутри групп. Это позволяет предположить, что возраст не оказывает влияния на структуру вариантов деления почечных артерий, так как все варианты и типы ветвления почечных артерий являются генетически детерминированными [2, 15]. Полученные результаты свидетельствуют о высокой стабильности структуры ветвления почечных артерий у женщин в течение определенного периода времени, что может быть использовано для дальнейших исследований и клинической практики.

Таким образом, проведенный анализ вариантов деления почечных артерий между коррозионными препаратами правых и левых почек у женщин зрелого, пожилого и старческого возрастов соответственно рассматриваемым возрастным диапазоном не выявил статистически значимых различий. Результаты оказались сопоставимы. Данный факт указывает на относительную стабильность и устойчивость архитектоники почечных артерий на протяжении зрелого, пожилого и старческого периодов онтогенеза у представительниц женского пола.

Полученные результаты исследования артериального кровоснабжения и экскреторных секторов почки послужили основой для разработки алгоритма, позволяющего создавать 3D-программное обеспечение для трехмерной визуализации чашечно-лоханочной системы почки и артериальных сосудов с использованием элементов дополненной реальности. Применение этого метода позволит хирургам получить более точное представление о топографии сосудов, что минимизирует риск их повреждения во время оперативного вмешательства. Данное программное обеспечение, интегрированное с современными диагностическими методами, такими как мультиспиральная компьютерная томография, обладает высоким потенциалом для повышения эффективности и безопасности урологических операций.

Планируемое программное обеспечение, основанное на детальном анализе анатомических особенностей почечной васкуляризации, может стать удобным инструментом для хирургов, предоставляя им возможность планировать операции с большей точностью и минимизировать риски, связанные с повреждением сосудов. Разработка программного обеспечения, включая интеграцию с другими медицинскими технологиями, будет способствовать прогрессу в области урологической хирургии.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Авторы декларируют отсутствие внешнего финансирования для проведения исследования и публикации статьи.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the exploration and analysis work.

Список источников

1. Мурушиди М. Ю. Трехмерное анатомическое моделирование почечных артерий при планировании перкутанного доступа к почке. Тюмень, 2023. 24 с.
2. Везирханов А. З. Вариантная и трехмерная (3D) анатомия внутриорганых сосудов почек человека. Грозный, 2024. 24 с.
3. Majos M., Stefańczyk L., Szemraj-Rogucka Z., Elgalal M., De Caro R., Macchi V., Polguy M. Does the type of renal artery anatomic variant determine the diameter of the main vessel supplying a kidney? A study based on CT data with a particular focus on the presence of multiple renal arteries // *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2018. No. 40, iss. 4. P. 381–388.
4. Song W. H., Baik J., Choi E. K. Quantitative analysis of renal arterial variations affecting the eligibility of catheter-based renal denervation using multi-detector computed tomography angiography // *Scientific Reports*. 2020. Vol. 10. P. 19720. doi: 10.1038/s41598-020-76812-w.
5. Pestemalci T., Mavi A., Yildiz Y. Z., Gumusburun E. Bilateral triple renal arteries // *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2009. № 20 (3). P. 468–470.
6. Ivandaev A., Askerova A., Zotikov A. et al. Successful surgical treatment with ex vivo technique in a patient with renal artery aneurysm rupture and bilateral arteriovenous fistula // *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. 2018. Vol. 4, no. 3. P. 232–236.
7. Missbach-Guentner J., Pinkert-Leetsch D., Dullin C. 3D virtual histology of murine kidneys – high resolution visualization of pathological alterations by micro computed tomography // *Scientific Reports*. 2018. No. 8. P. 1407. doi: 10.1038/s41598-018-19773-5.
8. Аляев Ю. Г., Глыбочко П. В. Мочекаменная болезнь. Современный взгляд на проблему. Москва: Медфорум, 2016. 148 с.
9. Колсанов А. В., Иванова В. Д., Гелашвили О. А. и др. Клиническая анатомия почечных артерий по данным компьютерного моделирования // *Морфология*. 2019. № 3. С. 28–32.

10. Кафаров Э. С., Вагабов И. У., Зенин О. К. Вариантная анатомия и трехмерно-количественный анализ источников формирования сегментарных артерий почек // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. 2020. № 4 (56). С. 64–74.
11. Huang W. C., Elkin E. B., Levey A. S. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy in patients with small renal tumors – is there a difference in mortality and cardiovascular outcomes // *Journal of Urology*. 2009. Vol. 181. P. 55–61.
12. Глыбочко П. В., Аляев Ю. Г., Терновой Н. К., Дзеранов Н. К., Ахвледиани Н. Д., Фиев Д. Н., Хохлачев С. Б., Петровский Н. В., Матюхов И. П., Песегов С. В. Компьютерное моделирование – инновационная методика в диагностике и планировании лечения пациентов с хирургическими заболеваниями почек. URL: <http://elib.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=267856>.
13. Глыбочко П. В., Аляев Ю. Г. 3D-технологии при операциях на почке: от хирургии виртуальной к реальной. URL: <https://urologyjournal.ru/ru/archive/article/31753/>.
14. Аляев Ю. Г., Сирота Е. С., Безруков Е. А., Али С. Х. 3D-технологии в планировании и навигации лапароскопических операций пациентов с конкрементами почек и мочеточника. URL: <https://urologyjournal.ru/ru/archive/article/37890>.
15. Вагабов И. У. Трехмерная (3D) анатомия артериального русла почки и ее сегментов. Уфа, 2022. 24 с.
16. Кафаров Э. С., Зенин О. К. Новая концепция зонального и сегментарного строения почки человека // *Морфологические ведомости*. 2022. № 30 (3). С. 56–65. doi: 10.20340/mv-mn.2022.30(3).651.

References

1. Murushidi M. Yu. Trekhmernoe anatomicheskoe modelirovanie pochechnykh arteriy pri planirovanii perkutannogo dostupa k pochke = Three-dimensional anatomical modeling of renal arteries in planning percutaneous access to the kidney. Tyumen; 2023: 24 p.
2. Vezirkhanov A. Z. Variantnaya i trekhmernaya (3D) anatomiya vnutriorgannykh sosudov pochek cheloveka = Variant and three-dimensional (3D) anatomy of intraorgan vessels of the human kidneys. Grozny; 2024: 24 p.
3. Majos M., Stefańczyk L., Szemraj-Rogucka Z., Elgalal M., De Caro R., Macchi V., Polguy M. Does the type of renal artery anatomic variant determine the diameter of the main vessel supplying a kidney? A study based on CT data with a particular focus on the presence of multiple renal arteries. *Surgical and Radiologic Anatomy*. 2018; 40 (4): 381–388.
4. Song W. H., Baik J., Choi E. K. Quantitative analysis of renal arterial variations affecting the eligibility of catheter-based renal denervation using multi-detector computed tomography angiography. *Scientific Reports*. 2020; 10: 19720. doi: 10.1038/s41598-020-76812-w.
5. Pestemalci T., Mavi A., Yildiz Y. Z., Gumusburun E. Bilateral triple renal arteries. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation*. 2009; 20 (3): 468–470.
6. Ivandaev A., Askerova A., Zotikov A. et al. Successful surgical treatment with ex vivo technique in a patient with renal artery aneurysm rupture and bilateral arteriovenous fistula. *Journal of Vascular Surgery Cases and Innovative Techniques*. 2018; 4 (3): 232–236.
7. Missbach-Guentner J., Pinkert-Leetsch D., Dullin C. 3D virtual histology of murine kidneys – high resolution visualization of pathological alterations by micro computed tomography. *Scientific Reports*. 2018; 8: 1407. doi: 10.1038/s41598-018-19773-5.
8. Alyaev Yu. G., Glybochko P. V. Mochekamennaya bolezni. Sovremennyy vzglyad na problemu = Urolithiasis. A modern view of the problem. Moscow: Medforum; 2016: 148 p.
9. Kolsanov A. V., Ivanova V. D., Gelashvili O. A. et al. Clinical anatomy of the renal arteries according to computer modeling data. *Morfologiya = Morphology*. 2019; 3: 28–32.
10. Kafarov E. S., Vagabov I. U., Zenin O. K. Variant anatomy and three-dimensional quantitative analysis of the sources of formation of segmental renal arteries. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Medicinskie nauki = Bulletin of higher educational institutions. Volga region. Medical sciences*. 2020; 4 (56): 64–74.
11. Huang W. C., Elkin E. B., Levey A. S. Partial nephrectomy versus radical nephrectomy in patients with small renal tumors – is there a difference in mortality and cardiovascular outcomes. *Journal of Urology*. 2009; 181: 55–61.
12. Glybochko P. V., Alyaev Yu. G., Ternovoy N. K., Dzeranov N. K., Akhvlediani N. D., Fiev D. N., Khokhlachev S. B., Petrovsky N. V., Matyukhov I. P., Pesegov S. V. Kompyuternoye modelirovaniye – innovatsionnaya metodika v diagnostike i planirovanii lecheniya patsiyentov s khirurgicheskimi zabolevaniyami pochek = Computer modeling is an innovative technique in diagnostics and treatment planning for patients with surgical kidney diseases. URL: <http://elib.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=267856>.
13. Glybochko P. V., Alyaev Yu. G. 3D-tekhnologii pri operatsiyakh na pochke: ot khirurgii virtualnoy k realnoy. URL: <https://urologyjournal.ru/ru/archive/article/31753/>.
14. Alyayev Yu. G., Sirota Ye. S., Bezrukov Ye. A., Ali S. Kh. 3D-tekhnologii v planirovanii i navigatsii laparoskopicheskikh operatsiy patsiyentov s konkretami pochek i mochetochnika = 3D technologies in planning and navigation of laparoscopic surgeries for patients with kidney and ureteral stones. URL: <https://urologyjournal.ru/ru/archive/article/37890>.
15. Vagabov I. U. Trekhmernaya (3D) anatomiya arterialnogo rusla pochki i ee segmentov = Three-dimensional (3D) anatomy of the arterial bed of the kidney and its segments. Ufa; 2022: 24 p.

16. Kafarov E. S., Zenin O. K. New concept of zonal and segmental structure of the human kidney. *Morfologicheskiye vedomosti = Morphological statements*. 2022. No. 30 (3). P. 56–65. doi: 10.20340/mv-mn.2022.30(3).651.

Информация об авторах

И. У. Вагабов, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия, e-mail: malsi_85@mail.ru;

Ш. И. Акбаев, аспирант кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия, e-mail: shamil.akbaev@bk.ru;

Э. С. Кафаров, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией, Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия, e-mail: edgar.kafaroff@yandex.ru;

Х. М. Батаев, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова, Грозный, Россия, e-mail: hizir62@mail.ru;

Л. А. Удочкина, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой анатомии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: udochkin-lk@mail.ru;

Б. Т. Куртусунов, доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой патологической анатомии, Астраханский государственный медицинский университет, Астрахань, Россия, e-mail: багаагма@mail.ru;

О. К. Зенин, доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии, Пензенский государственный университет, Пенза, Россия, e-mail: zen.olegz@gmail.com.

Information about the authors

I. U. Vagabov, Cand. Sci. (Med.), Senior Lecturer, A. A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia, e-mail: malsi_85@mail.ru;

Sh. I. Akbaev, postgraduate student, A. A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia, e-mail: shamil.akbaev@bk.ru;

E. S. Kafarov, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, A. A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia, e-mail: edgar.kafaroff@yandex.ru;

H. M. Bataev, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department, A. A. Kadyrov Chechen State University, Grozny, Russia, e-mail: hizir62@mail.ru;

L. A. Udochkina, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: udochkin-lk@mail.ru;

B. T. Kurtusunov, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Department, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russia, e-mail: багаагма@mail.ru;

O. K. Zenin, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department, Penza State University, Penza, Russia, e-mail: zen.olegz@gmail.com.

Статья поступила в редакцию 19.06.2024; одобрена после рецензирования 13.12.2024; принята к публикации 17.12.2024.

The article was submitted 19.06.2024; approved after reviewing 13.12.2024; accepted for publication 17.12.2024.