

Топографо-анатомические взаимосвязи артериального и венозного русла почек: их значение для профилактики и лечения заболеваний почек в общественном здравоохранении

Ш.И. Акбаев*, З.У. Лечиев, Э.С. Кафаров

Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, 364907, г. Грозный, ул. Шерипова, д. 32

* Автор, ответственный за переписку, email: shamil.akbaev@bk.ru

Аннотация

Введение. Анатомические и топографические особенности артериального и венозного русла почек имеют решающее значение для нормальной работы органа, а также влияют на развитие различных патологий, таких как гипертония, хронические болезни почек, венозные тромбозы и венозный застой. Почки имеют сложную сосудистую систему, включающую почечную артерию, которая снабжает орган кровью, и почечную вену, которая обеспечивает отток крови. Нарушения в этих анатомических структурах могут привести к значительным клиническим последствиям. **Цель.** В статье анализируются топографо-анатомические особенности сосудистых структур почек и их взаимосвязи. Рассматриваются основные механизмы, которые могут привести к патологиям, связанным с нарушением кровообращения в почках. В частности, особое внимание уделено патофизиологии артериальной гипертензии, которая часто возникает из-за нарушения микроциркуляции в почках, и хроническим заболеваниями почек (ХБП), включая их сосудистые аспекты. Также в статье исследуются современные методы диагностики, такие как ангиография, ультразвуковая диагностика и МРТ, которые позволяют выявлять изменения в артериальном и венозном русле почек на ранних стадиях. Проблемы, связанные с нарушением венозного оттока крови из почек, могут стать причиной развития хронической почечной недостаточности, что требует своевременной диагностики и вмешательства. **Выводы.** Авторы статьи подчеркивают важность раннего выявления сосудистых нарушений почек и разработки эффективных профилактических программ, направленных на снижение заболеваемости и смертности, связанных с заболеваниями почек. Обсуждаются меры, которые могут быть внедрены в систему общественного здравоохранения, такие как регулярные скрининговые программы для пациентов с риском развития сосудистых заболеваний, а также программы обучения для медицинских работников.

Ключевые слова: артериальное русло почек; венозное русло почек; топографо-анатомические взаимосвязи; хроническая болезнь почек; ХБП; артериальная гипертензия; сосудистые патологии; общественное здоровье; профилактика заболеваний почек

Для цитирования: Акбаев Ш.И., Лечиев З.У., Кафаров Э.С. Топографо-анатомические взаимосвязи артериального и венозного русла почек: их значение для профилактики и лечения заболеваний почек в общественном здравоохранении. *Здоровье мегаполиса*. 2025;6(1):55–65. <https://doi.org/10.47619/2713-2617.zm.2025.v.6i1;55-65>

Topographic-anatomical Relationships of the Arterial and Venous Beds of the Kidneys

Shamil I. Akbaev*, Zelimjan U. Lechiev, Edgar S. Kafarov

Kadyrov Chechen State University, Sheripov Ul., 32, Grozny, 364907, Russia

* Corresponding author, email: shamil.akbaev@bk.ru

Abstract

Background. Anatomical and topographic features of the arterial and venous bed of the kidneys are crucial for the proper functioning of the organ and affect the onset of various pathologies, such as hypertension, chronic kidney disease, venous thrombosis, and venous congestion. The kidneys have a complex vascular system, including the renal artery, which supplies the organ with blood, and the renal vein, which ensures blood outflow. Disturbances in these anatomical structures can lead to significant clinical consequences. **Purpose.** The article analyzes the topographic and anatomical features of the vascular structures of the kidneys and their relationships. It examines the primary mechanisms that may lead to pathologies associated with impaired blood circulation in the kidneys. In particular, the discussion focuses on the pathophysiology of arterial hypertension, which often occurs due to impaired microcirculation in the kidneys, and chronic kidney disease (CKD), including their vascular aspects. The article also examines modern diagnostic methods such as angiography, ultrasound diagnostics, and MRI, which allow detecting changes in the arterial and venous bed of the kidneys at early stages. Issues associated with impaired venous outflow of blood from the kidneys can cause the development of chronic renal failure, which requires timely diagnosis and intervention. **Conclusions.** The author of the article emphasizes the importance of early detection of vascular disorders of the kidneys and the development of effective preventive programs aimed at reducing morbidity and mortality associated with kidney disease. Measures that can be introduced into the public health system are discussed, such as regular screening programs for patients at risk of developing vascular diseases, as well as training programs for health workers.

Keywords: arterial bed of the kidneys; venous bed of the kidneys; topographic and anatomical relationships; chronic kidney disease; CKD; arterial hypertension; vascular pathologies; public health; prevention of kidney diseases

For citation: Akbaev Sh.I., Lechiev Z.U., Kafarov E.S. Topographic-anatomical Relationships of the Arterial and Venous Beds of the Kidneys. *City Healthcare*. 2025;6(1):55-65. <https://doi.org/10.47619/2713-2617.zm.2025.v.6i1;55-65>

Введение

Топографо-анатомические особенности артериального и венозного русла почек играют ключевую роль в обеспечении нормального функционирования этого жизненно важного органа. Почки выполняют не только выделительную функцию, но также участвуют в регуляции артериального давления, поддержании водно-электролитного баланса и синтезе биологически активных веществ. Эти процессы зависят от адекватного кровоснабжения и венозного оттока, которые обеспечиваются сложной сосудистой системой почек.

Нарушения кровообращения в почках могут приводить к развитию серьезных заболеваний, таких как артериальная гипертензия, хроническая болезнь почек (ХБП), тромбоз почечных вен и венозный застой. Эти патологии имеют высокую распространенность и являются одной из ведущих причин заболеваемости и смертности в мире, что подчеркивает их значимость для системы общественного здравоохранения.

В современных условиях важное значение приобретает изучение топографо-анатомических взаимосвязей сосудистого русла почек для улучшения диагностики и профилактики таких заболеваний. Введение современных методов визуализации и внедрение профилактических программ позволяют выявлять сосудистые нарушения на ранних стадиях, что особенно актуально для групп риска.

Цель

Целью настоящей работы является анализ анатомо-функциональных особенностей артериального и венозного русла почек, их взаимосвязей и влияния на развитие патологий. Особое внимание уделено вопросам профилактики и ранней диагностики сосудистых заболеваний почек в контексте общественного здравоохранения.

Топографическая анатомия сосудистого русла почек имеет большое значение при производстве операций на почках. Особенно это касается проведения операций при злокачественных поражениях почки.

В хирургии почек в последнее время предпочитается органосохраняющая тактика, так как многочисленные исследования показали, что сохранение органа имеет лучшие непосредственные и отдаленные результаты, даже в случае злокачественного поражения почки [1]. Проведение нефрэктомии на сегодняшний день считается неблагоприятным с точки зрения как ближайшего, так и отдаленного влияния на качество жизни пациентов [2].

Внедрение в клиническую практику органосохраняющих операций при резекции почки позволяет сохранить почечную функцию на исходном уровне, предотвратить развитие уже существующего нарушения функции почки и может положительно повлиять на качество жизни пациентов [1].

Возможность выполнения резекции почки связана не только с размером образования, но и с расположением. Структура почки представляет разветвленную сосудистую и собирательную систему крайне вариабельной конфигурации, что представляет определенные трудности при планировании и производстве оперативного лечения. В свою очередь, успех операции зачастую находится в прямой зависимости от нормально функционирующей паренхимы почки [3], что, в свою очередь, определяется нормальным кровоснабжением с адекватным венозным оттоком [4, 5].

Материалы и методы

Для проведения исследования было подготовлено 124 полихромных коррозионных препарата с прокрашенной артериальной и венозной системами почек, которые были получены из почечных трупов, погибших от заболеваний, не связанных с мочевыводящей системой. Полученные препараты были изготовлены на средства гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-29-09118 от 2018 г.

Исследование выражалось в следующих стадиях:

1) все препараты артериальной и венозной системы почек были оцифрованы с помощью 3D-сканирования на трехмерном микрокомпьютерном томографе RayScan 130, с силой тока в 132 mAs, напряжением 140 кВ и с шагом спирали 1,0 мм. Затем было выполнено 3D-моделирование почечных сосудов;

2) на препаратах артериальной и венозной системы почек выполнили анализ расположения, соотношения и количества внутриорганных артерий и вен;

3) с помощью компьютерной программы в трехмерном изображении были выделены зоны артериального притока и зоны венозного оттока, формирующиеся по-разному, в зависимости от вариантов артериального деления и слияния почечных вен;

4) полученные данные обрабатывались статистическими методами с использованием компьютера с процессором Intel Core2Duo T5250 1.5 ГГц, RAM до 2ГБ на платформе Windows 7. В процессе работы использовалась программа Excel из Microsoft Office 2007.

Результаты

Результаты проведенного исследования показали, что топографо-анатомические особенности артериального и венозного русла почек оказывают существенное влияние на развитие сосудистых и почечных заболеваний, что имеет важное значение для общественного здравоохранения. Тесное взаимное расположение почечной артерии и вены обеспечивает эффективное кровоснабжение и венозный отток, однако нарушение этих связей вследствие врожденных аномалий, тромбозов, опухолевых процессов или внешнего сдавления приводит к нарушению функций почек. Эти изменения способствуют развитию таких распространенных заболеваний, как артериальная гипертензия, хроническая болезнь почек и тромбоз почечных вен, что значительно увеличивает нагрузку на систему здравоохранения.

В рамках анализа было выявлено, что недостаточная осведомленность населения о значении ранней диагностики сосудистых нарушений почек и недостаточная частота проведения профилактических осмотров являются ключевыми факторами, способствующими позднему выявлению патологий. Кроме того, существующие программы скрининга в большинстве случаев не включают оценку состояния сосудистого русла почек, что снижает их эффективность. Результаты подчеркивают важность внедрения междисциплинарного подхода, который должен включать раннее выявление сосудистых изменений с помощью современных методов визуализации (УЗИ, МРТ,

ангиографии), а также развитие образовательных программ для врачей и населения. Это позволит значительно снизить заболеваемость и смертность, связанные с нарушениями кровообращения почек, и улучшить качество жизни пациентов, что является важной задачей общественного здравоохранения.

Артериальный кровоток в почке делится на двухзональную систему кровоснабжения, что наблюдалось в 70,9% случаев, или в 88 исследованиях, и трехзональную систему кровоснабжения – 29%, или 36 случаев.

При двухзональном принципе кровоснабжения почки нами было выявлено, что артерии 2-го порядка представлены вентральной и дорсальной ветвями, с последующим их делением на артерии 3-го порядка. В части препаратов можно было проследить магистральные артерии 3-го порядка, идущие к определенным сегментам почки, но зачастую артерии 2-го порядка далее делились по рассыпному типу, что не позволяет выделить артерии 3-го порядка в качестве постоянного признака.

При выявлении особенностей артериального и венозного русла почек ранее были описаны 11 типов венозного оттока при двухзональном делении. Наличие множества типов строения вен, тем не менее, позволяет выявить три основные группы анатомического строения венозного русла.

При двухзональном делении артериального притока венозный отток распределяется по трем большим группам. 1-я группа по типу венозного оттока представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Дихотомическое деление почечной артерии и формирование венозного оттока от верхнего полюса и нижнего полюса*
Table 1 – Dichotomous division of the renal artery and formation of venous outflow from the superior pole and inferior pole*

вариант	%	Зональные артерии 2-го порядка	Тип ветвления артерий	Артерии 3-го порядка	Зоны почки	Междольевые вены 1-го порядка	Тип слияния вен 1-го порядка	Вены 2-го порядка
1	9,2	Вентральная артерия	Рассыпной тип	4±1	Вентральная зона	4±1	Рассыпной тип	Верхне-полюсная вена Нижне-полюсная вена
				2±1		4±1		
		Дорсальная артерия		2±1	Дорсальная зона	2±1		
				3±1		3±1		
2	8,3	Вентральная артерия	Рассыпной тип	4±1	Вентральная зона	4±1		
				2±1		4±1		
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	3±1	Дорсальная зона	2±1		
						3±1		
3	7,1	Вентральная артерия	Магистральный тип	4±1	Вентральная зона	4±1		
				1±1		3±1		
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	3±1	Дорсальная зона	3±1		
						2±1		

*Здесь и далее таблицы составлены авторами по собственным данным

*Here and below, the tables are compiled by the authors based on their own data.

Как было установлено, в таблице 1 указана группа строения почечных сосудов, где венозный отток осуществляется в две возможные вены, в нижнеполюсную и верхнеполюсную,

но при этом нужно учитывать, что близлежащие венозные области оттока могут формировать дополнительные венозные ветви 1-го порядка, которые впадают в соседнюю полюсную вену.

Таблица 2 – Дихотомическое деление почечной артерии и формирование венозного оттока со слиянием в вентральную и дорсальную вены 2-го порядка
Table 2 – Dichotomous division of the renal artery and formation of venous outflow with fusion into the ventral and dorsal second-order veins

вариант	%	Зональные артерии 2-го порядка	Тип ветвления артерий 2-го порядка	Зоны кровоснабжения почки	Тип слияния вен 1-го порядка	Вены 2-го порядка
1	6,2	Вентральная артерия	Рассыпной тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	Вентральная вена Дорсальная вена
		Дорсальная артерия		Дорсальная зона		
2	3,4	Вентральная артерия	Рассыпной тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	Дорсальная зона	Магистральный тип	
3	3,2	Вентральная артерия	Рассыпной тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	Дорсальная зона		
4	2,4	Вентральная артерия	Магистральный тип	Вентральная зона		
		Дорсальная артерия	Рассыпной тип	Дорсальная зона		
5	2,3	Вентральная артерия	Магистральный тип	Вентральная зона		
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	Дорсальная зона		
6	2,2	Вентральная артерия	Магистральный тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	Дорсальная зона	Магистральный тип	

Таблица 3 – Дихотомическое деление почечной артерии и формирование венозного оттока в три вены 2-го порядка, вентральные верхне- и нижнеполюсную и центральную дорсальную вены
Table 3 – Dichotomous division of the renal artery and formation of venous outflow into three second-order veins, the ventral superior and inferior pole veins and the central dorsal vein

вариант	%	Зональные артерии 2-го порядка	Тип ветвления артерий 2-го порядка	Зоны кровоснабжения почки	Тип слияния вен 1-го порядка	Вены 2-го порядка
1	5,2	Вентральная артерия	Магистральный тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	Вентральная ВПВ
		Дорсальная артерия	Магистральный тип	Дорсальная зона	Магистральный тип	Дорсальная центральная вена
2	2,3	Вентральная артерия	Рассыпной тип	Вентральная зона	Рассыпной тип	Вентральная ВПВ
		Дорсальная артерия		Дорсальная зона		Дорсальная центральная вена

В трех приведенных таблицах были изображены основные три венозные группы, на которые можно разделить группу почек с дихотомическим делением артерий 2-го порядка.

Итак, первая группа – это случаи, в которых венозный отток происходит в две основные вены 2-го порядка, причем независимо от строения артерий магистральные вены 1-го порядка вливаются в вены 2-го порядка, формирующие верхнеполюсную и нижнеполюсную вены, которые, в свою очередь, сливаются в почечную вену.

Вторая группа – это когда вены 1-го порядка, собирающиеся рассыпным или магистральным типом, формируют 2 вены: вентральную и дорсальную, которые также сливаются в почечную вену

Третья группа венозного оттока: отток из почки осуществляется через 3 вены 2-го порядка: вентральная верхнеполюсная, вентральная нижнеполюсная, центральная дорсальная. Перечисленные вены сливаются между собой, образуя единую почечную вену.

Мы не выявили особенностей деления артерий 2-го порядка, которые бы оказывали статисти-

чески значимое влияние на тип формирования вен 2-го порядка.

При дихотомическом делении обычно формируется две зоны кровоснабжения почки, которые затем переходят в две зоны венозного оттока, откуда берут начало две вены 2 порядка, либо это вентральная и дорсальная, либо верхнеполюсная и нижнеполюсная. Из особенностей надо отметить, что вены первого порядка могут сливаться в вены 2-го порядка как магистральными стволами, так и россыпью, при этом отмечено, что часть венозных веточек от одной зоны венозного оттока может впадать в вену 2-го порядка, дренирующую соседнюю зону венозного оттока.

При трехзональном делении артериального кровоснабжения ранее были описаны 4 возможных типа строения венозного оттока, которые можно представить по типу сагиттального или фронтального слияния. Изначально при трехзональном кровоснабжении почки за счет отдельного кровоснабжения сегментов почки предполагалось, что венозное русло будет соответствовать артериальному, но это оказалось не совсем так.

Таблица 4 – Трихотомическое деление почечной артерии и варианты формирования венозного оттока
Table 4 – Trichotomous division of the renal artery and variants of venous outflow formation

Трихотомическое деление почечной артерии, варианты:	1-й вариант	4-й вариант	2-й вариант	3-й вариант
% выявления при $p \leq 0,05$	8,5%	2,2%	4,3%	2,3%
Артерии 2-го порядка	1. Вентральная – A. ventralis 2. Дорсальная – A. dorsalis 3. Нижнеполюсная – A. inferior polus	1. Вентральная – A. ventralis 2. Дорсальная – A. dorsalis 3. Нижнеполюсная – A. inferior polus	1. Верхнеполюсная – A. superius polus 2. Центральная – A. centralis 3. Нижнеполюсная – A. inferior polus	1. Вентральная – A. ventralis 2. Дорсальная – A. dorsalis 3. Верхнеполюсная – A. superius polus
Зоны артериального кровоснабжения почки	1. Верхнепередняя 2. Верхнезадняя 3. Нижнеполюсная		1. Верхнеполюсная 2. Центральная 3. Нижнеполюсная	1. Верхнеполюсная 2. Нижнепередняя 3. Нижнезадняя
Зоны венозного оттока	1. Вентральная 2. Дорсальная		1. Верхнеполюсная 2. Нижнеполюсная	

Было отмечено, что при формировании артериального достаточного бассейна для артерии 2-го порядка эта зона чаще всего формирует свою вену или множество вен, впадающих отдельным стволом в почечную вену.

Таким образом, при трихотомическом делении почечной артерии формируется три зоны кровоснабжения почки, которые затем трансформируются в две зоны венозного оттока. То есть на настоящем этапе нашего исследования можно утверждать, что артериальное кровообращение формирует зоны кровообращения для каждой артерии 2-го и 3-го порядка. Из этих зон на этапе развития почки могут формироваться зоны венозного оттока.

Обсуждение

В качестве метода радикального лечения доброкачественных и злокачественных заболеваний почки в последнее время возможно применять резекцию или энуклеацию патологических новообразований в почках [6, 7]. Тем не менее индивидуальные особенности строения артериального и венозного русла почек имеют крайне значимые особенности с точки зрения возможности выполнения операции по удалению части почки [8, 9]. Выявление анатомических особенностей строения сосудистого русла почек имеет принципиальное значение при проведении органосохраняющих операций на почках [4, 10].

Мы провели ряд исследований по изучению артериального и венозного русла почки и выявили, что при формировании артериального достаточного бассейна для артерии 2-го порядка чаще всего эта зона может формировать свою вену или множество вен, впадающих отдельным стволом в вену 2-го порядка.

В нашем исследовании ключевым фактором является деление артериального кровоснабжения на двухзональную и трехзональную части почки. При этом формируются зоны, где в основном кровоснабжение формируется за счет соответствующей артерии 2-го порядка. Согласно нашим данным, при дальнейшем делении артерии 2-го порядка на ветви 3-го порядка часть артериальных веточек 3-го порядка может участвовать в кровоснабжении соседней зоны почки. Равно как и соответствующая зона артериального кровоснабжения может принимать часть ветвей 3-го порядка.

В дальнейшем указанные зоны артериального кровоснабжения играют определяющую, но не окончательную роль в формировании зон венозного оттока. В проведенном нами исследовании выявлено, что как при формировании двухзонального деления артерий, так и при фор-

мировании трехзонального деления почечных артерий возможно формирование трех основных групп венозного оттока.

Первая группа – формирование трех вен второго порядка: вентральная, дорсальная и верхнеполюсная.

Вторая группа – формирование вен 2-го порядка в виде вентральной и дорсальной, которые затем сливаются в единую почечную вену.

Третья группа – формирование вен 2-го порядка в виде верхнеполюсной и нижнеполюсной вены, которые также сливаются в единую почечную вену.

В ходе исследования отмечено, что формирование венозного оттока может зависеть от формирования областей артериального кровоснабжения, при этом часть ветвей венозного оттока может впадать в соседнюю вену. Указанная особенность, с одной стороны, говорит о том, что имеется определенный запас прочности у системы кровоснабжения отдельных сосудистых зон почки, когда часть венозного оттока может направляться в соседнюю вену, с другой стороны, это влияет на возможность поражения большей части паренхимы почки при локализации патологического очага в воротах почки. Также эти особенности кровообращения почки надо учитывать при проведении операции, когда необходимо по возможности отступать от сосудистых структур в зоне слияния вен и разделения артерий почки.

Причины такого варибельного строения внутриорганных сосудистого русла кроются, на наш взгляд, в способе формирования почки в период эмбриогенеза [11]. Как известно, первичная почка на ранних сроках кровоснабжается из подвздошных артерий, затем постепенно смещается вверх к надпочечникам, и источник кровоснабжения сменяется на постоянные ветви, идущие непосредственно от аорты, причем в некоторых случаях остаются дополнительные артерии к нижнему или верхнему полюсам почки [3]. Таким образом, происходит формирование зон артериального кровоснабжения почки. На нашем материале показано, что зоны венозного оттока в 59% случаев формируются в соответствии с зонами артериального притока. Оставшиеся 40%: формирование зон венозного оттока происходит независимо от артериального притока. Это указывает на то, что формирование артериального кровоснабжения в большинстве случаев оказывает влияние на строение венозного оттока, но использование лишь артериальной реконструкции недостаточно для получения полного представления о сосудистой анатомии почки.

Данный вывод имеет особенное значение для применения в практической медицине, когда для окончательного решения о возможности

операции на конкретной части почки нужно сопоставлять артериальную ангиоархитектонику с венозным строением.

Выявленные нами особенности строения артериального и венозного русла почки имеют важное значение для планирования проведения оперативного вмешательства. Особенно необходимо учитывать индивидуальную анатомию почек при расположении опухоли ближе к воротам почки. Учитывая, что часть как артериальных, так и венозных сосудов может впадать в соседние сосуды 2-го порядка, необходимо планировать оперативное вмешательство таким образом, чтобы оставлять функционирующим адекватное кровообращение в оставшейся части паренхимы. При проведении операции нужно помнить, что венозный отток не всегда соответствует особенностям артериального притока, поэтому непосредственно во время оперативного вмешательства имеет смысл пользоваться имеющимися техническими средствами для адекватной визуализации ангиоархитектоники почки.

В последнее время разработано множество технических средств, с помощью которых можно воспроизвести так называемую «когнитивную визуализацию» образования внутри почки, соотношение образования с соответствующими структурами и провести оценку возможных рисков. Несмотря на точность компьютерной томографии (КТ) с контрастным усилением или магнитно-резонансной томографии (МРТ), в плоскостных проекциях трудно полноценно визуализировать особенности кровоснабжения почечной паренхимы. Трехмерное представление образования в структуре почек и соотношение его с анатомическими образованиями дает более полную картину оперирующему хирургу. Таким образом, на современном этапе развития хирургии традиционные методы визуализации можно считать неоптимальными для проведения оперативного вмешательства на почках [12]. В течение последнего десятилетия трехмерная (3D) реконструкция на основе 2D-изображений поперечного сечения получила широкое внимание и завоевала популярность среди научного сообщества урологов [13].

Надо отметить, что трехмерные модели воплощают концепцию персонализированной прецизионной хирургии [14], поскольку они выводятся из индивидуальных особенностей и разрабатываются для адаптации вмешательства к конкретному пациенту. Виртуальные 3D-модели дают хирургу лучшее понимание хирургической анатомии каждого случая, а также возможность выделить интересующие анатомические детали. Обычные КТ и МРТ отображают каждый элемент анатомии пациента, зафиксированный

в процессе визуализации, включая те, которые не имеют отношения к хирургическому вмешательству. Трехмерные модели позволяют хирургу сосредоточиться на интересующих деталях, особенно на тех, которые важны для разработки индивидуальной стратегии [15, 16].

Но даже применяя современные средства визуализации, необходимо помнить об описанных особенностях кровообращения почки, так как исходное подробное планирование оперативного вмешательства на основе описанных вариантов сосудистого строения будет являться залогом предупреждения возможных хирургических осложнений.

Заключение

В нашем исследовании выявлены особенности внутриорганного строения ветвей почечной артерии, при этом установлено, что в большей части случаев особенности артериальной ангиоархитектоники могут оказывать влияние на строение сосудистого русла. Тем не менее в значимой доле исследований (около 40%) формирование венозного оттока преподносило сюрпризы и не соответствовало особенностям артериального притока. Это подтверждает наш тезис о том, что сегментарное строение сосудистой архитектоники почки может не соответствовать реальной анатомической картине.

Таким образом, изучение интраорганного строения сосудистого русла почки может иметь определяющее значение в понимании физиологических процессов почки. Кроме этого, описание особенностей кровообращения является фактором, имеющим не только прикладное, но и практическое клиническое значение.

В частности, описанные сосудистые особенности имеют определяющее значение при планировании и проведении оперативного вмешательства на почках. Очень важно на этапе планирования оперативного вмешательства определить тип артериального кровоснабжения почки, тип венозного оттока. Особенности сосудистого строения почки могут, в принципе, повлиять на решение о возможности выполнения оперативного вмешательства.

В процессе проведения операции желательно применять современные средства 3D-визуализации, которые значительно облегчают возможности когнитивного восприятия внутриорганного строения. Результаты подчеркивают необходимость раннего выявления сосудистых нарушений почек с использованием современных методов диагностики, таких как ангиография, ультразвуковая доплерография и МРТ. Также акцентируется значимость профилактических

мероприятий, включая скрининговые программы, направленные на выявление групп риска среди населения.

Система общественного здравоохранения должна учитывать результаты данного анализа для разработки стратегий профилактики и лечения сосудистых нарушений почек, включая обучение врачей и повышение информирован-

ности населения. Междисциплинарный подход, включающий совместную работу нефрологов, кардиологов, сосудистых хирургов и специалистов общественного здоровья, имеет потенциал для значительного снижения социального и экономического бремени, связанного с заболеваниями почек и сосудистой системы.

Список литературы

1. Попов С.В., Есаян А.М., Гусейнов Р.Г., Перепелица В.В., Воробьева О.А., Садовникова А.В. Трудности диагностики и лечения рецидива аГУС в условиях современного стационара. *Клиническая нефрология*. 2023;4:28-33. <https://doi.org/10.18565/nephrology.2023.4.28-33>
2. Дубровин В.Н., Егшин А.В., Роженцов А.А. и др. 3D-моделирование и предоперационное планирование при определении показаний для лапароскопической лазерной резекции почки без тепловой ишемии. *Медицинский вестник Башкортостана*. 2020;15(3-87):94-98.
3. Azhar R.A. The influence of 3D renal reconstruction on surgical planning for complex renal tumors: An interactive case-based survey. *Int Braz J Urol*. 2023;49(3):372-382. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2022.0623>
4. Dos Reis R.B., Feres R.N., da Silva M.C., Muglia V.F., Rodrigues A.A. The dilemma of partial nephrectomy and surgical upstaging. *Int Braz J Urol*. 2022;48:795-797. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2021.0859.1>
5. Herr HW. A history of partial nephrectomy for renal tumors. *J Urol*. 2005;173:705-708. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000146270.65101.1d>
6. Tian Y.Q., Ren X., Yin Y.S., Wang J., Li X., Guo Z.H., Zeng X.Y. Analysis of risk factors affecting the postoperative drainage after a laparoscopic partial nephrectomy: a retrospective study. *Front Med (Lausanne)*. 2024;24(11):1327882. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1327882>
7. Xiao Y., Shan Z.J., Yang J.F., Len J.J., Yu Y.H., Yang M.L. Nephrometric scoring system: Recent advances and outlooks. *Urol Oncol*. 2023;41(1):15-26. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2022.06.019>
8. Mahootiha M., Qadir H.A., Bergsland J., Balasingham I. Multimodal deep learning for personalized renal cell carcinoma prognosis: Integrating CT imaging and clinical data. *Comput Methods Programs Biomed*. 2024;244:107978. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107978>
9. MacLennan S., Imamura M., Lapitan M.C., et al. Systematic review of oncological outcomes following surgical management of localised renal cancer. *Eur Urol*. 2012;61(5):972-993. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.02.039>
10. Inderbir S.G., Manuel S., Eisenberg M., Aron M., Berger A., Ukimura O., Patil M.B., Campese V., Thangathurai D., Desai M.M. "Zero Ischemia" Partial Nephrectomy: Novel Laparoscopic and Robotic Technique. *Eur Urol*. 2011;59(1):128-134. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.10.002>
11. Татевосян А.С., Тонян А.Г., Халафян А.А. Патогенетические аспекты осложненного течения патологической подвижности почки. *Урология*. 2013;2:24-27.
12. Shirk J.D., Thiel D.D., Wallen E.M., Linehan J.M., White W.M., Badani K.K., Porter J.R. Effect of 3-Dimensional Virtual Reality Models for Surgical Planning of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy on Surgical Outcomes: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw*. 2019;2(9):e1911598. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.11598>
13. Piramide F., Kowalewski K.F., Cacciamani G., et al. Three-dimensional Model-assisted Minimally Invasive Partial Nephrectomy: A Systematic Review with Meta-analysis of Comparative Studies. *Eur Urol Oncol*. 2022;5(6):640-650. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2022.09.003>
14. Kang S.K., Zhang A., Pandharipande P.V., Chandarana H., Braithwaite R.S., Littenberg B.D. DWI for Renal Mass Characterization: Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Performance. *Am J Roentgenol*. 2015;205(2):317-324. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13930>
15. Porpiglia F., Bertolo R., Checcucci E., Amparore D., Autorino R., Dasgupta P., Wiklund P., Tewari A., Liatsikos E., Fiori C., et al. Development and validation of 3D printed virtual models for robot-assisted radical

prostatectomy and partial nephrectomy: Urologists' and patients' perception. *World J Urol.* 2018;36:201-207. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2126-1>

16. Sighinolfi M.C., Menezes A.D., Patel V., et al. Three-Dimensional Customized Imaging Reconstruction for Urological Surgery: Diffusion and Role in Real-Life Practice from an International Survey. *J Pers Med.* 2023;13(10):1435. <https://doi.org/10.3390/jpm13101435>

References

1. Popov S.V., Yesayan A.M., Guseynov R.G., Perepelitsa V.V., Vorobyova O.A., Sadovnikova A.V. Difficulties in diagnosing and treating recurrent aHUS in a modern hospital setting. *Clinical Nephrology.* 2023;4:28-33. <https://doi.org/10.18565/nephrology.2023.4.28-33> (In Russ.)
2. Dubrovin V.N., Egoshin A.V., Rozhentsov A.A., et al. 3D modeling and preoperative planning when determining indications for laparoscopic laser kidney resection without thermal ischemia. *Bashkortostan Medical Journal.* 2020;15(3-87):94-98. (In Russ.)
3. Azhar R.A. The influence of 3D renal reconstruction on surgical planning for complex renal tumors: An interactive case-based survey. *Int Braz J Urol.* 2023;49(3):372-382. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2022.0623>
4. Dos Reis R.B., Feres R.N., da Silva M.C., Muglia V.F., Rodrigues A.A. The dilemma of partial nephrectomy and surgical upstaging. *Int Braz J Urol.* 2022;48:795-797. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2021.0859.1>
5. Herr H.W. A history of partial nephrectomy for renal tumors. *J Urol.* 2005;173:705-708. <https://doi.org/10.1097/01.ju.0000146270.65101.1d>
6. Tian Y.Q., Ren X., Yin Y.S., Wang J., Li X., Guo Z.H., Zeng X.Y. Analysis of risk factors affecting the postoperative drainage after a laparoscopic partial nephrectomy: a retrospective study. *Front Med (Lausanne).* 2024;24(11):1327882. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1327882>
7. Xiao Y., Shan Z.J., Yang J.F., Len J.J., Yu Y.H., Yang M.L. Nephrometric scoring system: Recent advances and outlooks. *Urol Oncol.* 2023;41(1):15-26. <https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2022.06.019>
8. Mahootiha M., Qadir H.A., Bergsland J., Balasingham I. Multimodal deep learning for personalized renal cell carcinoma prognosis: Integrating CT imaging and clinical data. *Comput Methods Programs Biomed.* 2024;244:107978. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107978>
9. MacLennan S., Imamura M., Lapitan M.C., et al. Systematic review of oncological outcomes following surgical management of localised renal cancer. *Eur Urol.* 2012;61(5):972-993. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2012.02.039>
10. Inderbir S.G., Manuel S., Eisenberg M., Aron M., Berger A., Ukimura O., Patil M.B., Campese V., Thangathurai D., Desai M.M. "Zero Ischemia" Partial Nephrectomy: Novel Laparoscopic and Robotic Technique. *Eur Urol.* 2011;59(1):128-134. <https://doi.org/10.1016/j.eururo.2010.10.002>
11. Tatevosyan A.S., Tonyan A.G., Khalafyan A.A. Pathogenetical aspects of complicated abnormal renal mobility. *J Urology.* 2013;2:24-27. (In Russ.)
12. Shirk J.D., Thiel D.D., Wallen E.M., Linehan J.M., White W.M., Badani K.K., Porter J.R. Effect of 3-Dimensional Virtual Reality Models for Surgical Planning of Robotic-Assisted Partial Nephrectomy on Surgical Outcomes: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw.* 2019;2(9):e1911598. <https://doi.org/10.1001/jamanet-workopen.2019.11598>
13. Piramide F., Kowalewski K.F., Cacciamani G., et al. Three-dimensional Model-assisted Minimally Invasive Partial Nephrectomy: A Systematic Review with Meta-analysis of Comparative Studies. *Eur Urol Oncol.* 2022;5(6):640-650. <https://doi.org/10.1016/j.euo.2022.09.003>
14. Kang S.K., Zhang A., Pandharipande P.V., Chandarana H., Braithwaite R.S., Littenberg B.D. DWI for Renal Mass Characterization: Systematic Review and Meta-Analysis of Diagnostic Test Performance. *Am J Roentgenol.* 2015;205(2):317-324. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13930>
15. Porpiglia F., Bertolo R., Checcucci E., Amparore D., Autorino R., Dasgupta P., Wiklund P., Tewari A., Liatsikos E., Fiori C., et al. Development and validation of 3D printed virtual models for robot-assisted radical prostatectomy and partial nephrectomy: Urologists' and patients' perception. *World J Urol.* 2018;36:201-207. <https://doi.org/10.1007/s00345-017-2126-1>
16. Sighinolfi M.C., Menezes A.D., Patel V., et al. Three-Dimensional Customized Imaging Reconstruction for Urological Surgery: Diffusion and Role in Real-Life Practice from an International Survey. *J Pers Med.* 2023;13(10):1435. <https://doi.org/10.3390/jpm13101435>

Информация о статье

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: препараты для исследования были изготовлены на средства гранта Российского фонда фундаментальных исследований № 18-29-09118 от 2018 г.

Сведения об авторах

Акбаев Шамиль Исмаилович – аспирант кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией медицинского института ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», <https://orcid.org/0009-0007-1196-7101>

Лечиев Зелимхан Умарович – соискатель кафедры нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией медицинского института ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», <https://orcid.org/0009-0007-7672-213X>

Кафаров Эдгар Сабирович – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой нормальной и топографической анатомии с оперативной хирургией медицинского института ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова», <https://orcid.org/0000-0001-9735-9981>

Вклад авторов

Ш.С. Акбаев – концепция и дизайн исследования, редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи; З.У. Лечиев – анализ материала, статистическая обработка данных; Э.С. Кафаров – сбор и обработка материала, поиск литературы и анализ существующих практик, написание текста.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Для корреспонденции

Акбаев Шамиль Исмаилович
shamil.akbaev@bk.ru

Статья поступила 02.12.2024. Принята к печати 11.02.2025. Опубликовано 28.03.2025.

Article info

Conflict of interest: the authors declare that there is no conflict of interest.

Funding: slides were prepared using funds from the Russian Foundation for Basic Research grant No. 18-29-09118 from 2018.

About the authors

Shamil I. Akbaev – postgraduate student, Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Medical Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chechen State University named after A.A. Kadyrov”, <https://orcid.org/0009-0007-1196-7101>

Zelimjan U. Lechiev – applicant, Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Medical Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chechen State University named after A.A. Kadyrov”, <https://orcid.org/0009-0007-7672-213X>

Edgar S. Kafarov – Dr. Sci. in Medicine, professor, head of the Department of Normal and Topographic Anatomy with Operative Surgery, Medical Institute, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Chechen State University named after A.A. Kadyrov”, <https://orcid.org/0000-0001-9735-9981>

Authors' contributions

Akbaev Sh.I. – concept and design of the study, text editing, approval of the final version of the article; Lechiev Z.U. – material analysis, statistical data processing; Kafarov E.S. – collection and processing of material, literature search and analysis of existing practices, writing the text.

All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Corresponding author

Shamil I. Akbaev
shamil.akbaev@bk.ru

Received 02.12.2024. Accepted for publication 11.02.2025. Published 28.03.2025.