УДК 616.613-003.7-089.879
https://doi.org/10.21886/2308-6424-2022-10-1-32-41

Альтернативный транспаренхимный доступ при контактной нефролитотрипсии

© Юрий Ю. Малинин

ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького»
283003, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр. Ильича, д. 16

Аннотация

Введение. Актуальным вопросом современной эндоскопической хирургии мочекаменной болезни (МКБ) является разработка техники оптимального доступа (доступов) к камню. Считается, что перкутанный ход при контактной нефролитотрипсии (КЛТ) должен достигать чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) по кратчайшей траектории и проходить через сосочки малых чашечек, что в ряде случаев может быть труднодостижимо. При этом предполагается многодоступность, а также интервенционная каскадность. Отношение отделов ЧЛС и почечных сосудов в зоне хирургического интереса является индивидуальным.

Цель исследования. Обосновать возможность использования альтернативного транспаренхимного доступа при КЛТ с точки зрения сосудистого строения почки.

Материалы и методы. Проведён проспективный анализ лечения 41 пациента с МКБ, которым была выполнена КЛТ. До операции пациенты были рандомизированы в две группы, сравнимые по полу, возрасту, средним размерам конкрементов, формам МКБ. Группа 1 (исследуемая) — 20 (48,8%) пациентов, которым в связи с особенностями строения ЧЛС или топографиии ободочной кишки КЛТ выполнялась через транспаренхимный доступ к нижнелатеральным отделам лоханки или большой нижней почечной чашке. Группа 2 (контрольная) — 21 (51,2%) пациент, где КЛТ выполнялась стандартно. В момент создания доступа к ЧЛС всем пациентам проводилась доплероскопия почечных артерий с целью предупреждения повреждения сегментарных и междолевых сосудов почки.

Результаты. У 73,2% пациентов кровоснабжение в зоне стандартного доступа к ЧЛС идёт по заднесегментарной артерии, не участвующей в питании нижней половины почки (1 тип кровоснабжения), а у 26,8 % пациентов ветви задней сегментарной артерии пересекают проекцию нижних чашечек (2 тип крвоснабжения). В случаях невозможности выполнения стандартной пункции ЧЛС (пациенты первой группы) 1 тип кровоснабжения позволяет безопасно произвести альтернативный транспаренхимный доступ непосредственно на нижний бокал или лоханку через нижнелатеральную дорсальную стенку. Оптимизация доступа снижает среднее время операции в 1,4 раза, среднее количество доступов — в 1,3 раза по отношению к группе сравнения.

Заключение. Ультразвуковое доплеровское сканирование позволяет визуализировать артериальные сосуды, значимые для создания безопасного транскутанного пункционного доступа к ЧЛС и создать доступ в бессосудистой зоне. У 73,2% пациентов выявлена область задней поверхности лоханки и нижнего бокала, к которым возможен анатомически обоснованный малотравматичный транспаренхимный доступ, позволяющий значительно расширить область доступных для прямой интервенции отделов ЧЛС. Создание транспаренхимного доступа к нижнелатеральным отделам ЧЛС позволяет уменьшить общее количество доступов, что приводит к снижению времени операции, количества осложнений.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; контактная нефролитотрипсия; хирургический доступ; ультразвуковой контроль доступа

Аббревиатуры: мочекаменная болезнь (МКБ); контактная нефролитотрипсия (КЛТ); чашечно-лоханочная система (ЧЛС); цветное доплеровское картирования (ЦДК)

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Этическое одобрение. Исследование одобрено комиссией по вопросам биоэтики при ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького» (Протокол 84/5-1 от 25 ноября 2021 года). Исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации, принятой Генеральной ассамблеей Всемирной медицинской ассоциации (1997-2000 гг.), Конвенции Совета Европы о правах человека и биомедицине, соответствующим положениями ВОЗ, Международного совета медицинских научных обществ, Международного кодекса медицинской этики (1983 г.), полностью исключает ограничение интересов пациента и нанесения вреда его здоровью и соответствуют всем этическим требованиям.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Вклад автора: Юрий Ю. Малинин — концепция и дизайн исследования, сбор и статистическая обработка материала, написание текста статьи.

✉ **Корреспондирующий автор:** Юрий Юрьевич Малинин; e-mail: jora2@list.ru
Поступила в редакцию: 31.01.2021. **Принята к публикации:** 09.03.2022. **Опубликована:** 26.03.2022.
Для цитирования: Малинин Ю.Ю. Альтернативный транспаренхимный доступ при контактной нефролитотрипсии. *Вестник урологии.* 2022;10(1):32-41. DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-1-32-41.

Alternative trans-parenchymal access for percutaneous contact nephrolithotripsy

© Yury Yu. Malinin

Gorky Donetsk National Medical University
Donetsk Public Republic, 283003, Donetsk, 16 Ilyich Ave.

Abstract

Introduction. An actual issue of modern endoscopic surgery for urolithiasis is the development of techniques for optimal access to the stone. Percutaneous access during contact nephrolithotripsy (PCNL) is believed to reach the pyelocalyceal system (PCS) along the shortest trajectory and pass through the small calyces. It assumes multi-accessibility, as well as interventional cascading. Anatomically, the kidney is divided into five relatively independent segments in terms of blood supply. The thickness of the posterior one is only a quarter of the thickness of the kidney, which allows us to assume a significantly smaller number of vessels in this segment even outside the Zondek (Brödel) bloodless line.

Objective. To prove the possibility of using an optimized transparenchymal approach in PCNL based on the renal vascular structure.

Material and methods. A prospective analysis of the treatment of 41 patients with urolithiasis who had PCNL. Before surgery, patients were randomized by gender, age, average stone size, and urolithiasis forms. Subjects were divided into two groups. Group 1 (study) — 20 (48.8%) patients underwent PCNL through trans-parenchymal access to the inferior-lateral parts of the pelvis or the large lower renal calyx due to the ventral orientation of the lower small calyces. Group 2 (control) — 21 (51.2%) patients underwent standard PCNL. The creation of access to PCS was provided simultaneously with Doppler ultrasound of the renal vessels to prevent damage to the segmental and interlobular vessels of the kidney.

Results. In 73.2% of patients, the blood supply in the region of standard access to the PCS goes through the posterior segmental artery, which does not supply blood to the lower half of the kidney (type 1 blood supply). In 26.8% of patients, branches of the posterior segmental artery cross the projection of the inferior calyces (type 2 blood supply). In cases where it is impossible to perform a standard puncture of the PCL (patients of the first group), type 1 blood supply allows you to safely make an alternative trans-parenchymal access directly to the lower calyx or pelvis through the inferior-lateral dorsal wall. The optimization of the access decreases the average operation time by 1.4 times and the average number of accesses by 1.3 times.

Conclusion. Doppler ultrasound scanning allows to visualize of arterial vessels, which helps to provide safe trans-cutaneous puncture access to PCS. In 73.2% of patients, the region of the posterior surface of the pelvis and the lower calyx was identified with the possibility of an anatomically justified low-traumatic trans-parenchymal access. It significantly expands the area of the parts of the PCS accessible for direct intervention. The creation of a trans-parenchymal access to the lower lateral parts of the renal pelvis allows reducing the total number of accesses to the PCS, which reduces the operation time and the number of complications.

Keywords: urolithiasis; percutaneous nephrolithotripsy; surgical access; ultrasonic guidance
Abbreviations: percutaneous nephrolithotripsy (PCNL); pelvicalyceal system (PCS); color Doppler mapping (CDC)

Financing. The study was not sponsored.
Conflict of interests. The author declares no conflict of interest.
Ethical approval. The study was approved by the Commission on Bioethics at the Gorky Donetsk National Medical University (Protocol 84/5-1 dated 25 November 2021). The study was carried out in accordance with the provisions of the Declaration of Helsinki adopted by the General Assembly of the World Medical Association (1997 – 2000), the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine, the relevant provisions of WHO, the International Council of Medical Scientific Societies, the International Code of Medical Ethics (1983), completely eliminates the restriction of the patient's interests and harm to his health and meets all ethical requirements.
Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study.
Author's contribution: Yu. Yu. Malinin — study concept and design; data acquisition; data statistical processing; drafting the manuscript.
✉ **Corresponding author:** Yury Yuryevich Malinin; e-mail: jora2@list.ru
Received: 01/31/2021. **Accepted:** 03/09/2022. **Published:** 03/26/2022.
For citation: Malinin Yu.Yu. Alternative trans-parenchymal access for percutaneous contact nephrolithotripsy. *Vestn.Urol.* 2022;10(1):32-41. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2022-10-1-32-41.

Введение

Мочекаменная болезнь (МКБ) — одно из наиболее частых урологических заболеваний. Заболеваемость МКБ растет и достигает 7 – 20% [1, 2, 3].

Доступны несколько вариантов хирургического лечения МКБ, при этом контактная нефролитотрипсия (КЛТ) служит основой лечения коралловидных и крупных почечных камней [2, 4, 5]. Несмотря на длительный период развития, на данный момент одним из основных вопросов эндоскопической хирургии камней почки является создание оптимального доступа (доступов) к камню [2, 5, 6, 7].

Считается, что перкутанный ход должен достигать ЧЛС по кратчайшей из возможных траекторий и проходить через сосочки малых чашечек [5, 7, 8, 9]. В случаях многоместного и (или) коралловидного нефролитиаза доступ (доступы) проводят через чашечку, сквозь которую возможно удаление основной каменной массы. При этом предполагается возможность множественной фистулизации почки — многодоступность, а также интервенционная каскадность, что естественным образом прямо влияет на количество осложнений, длительность операции и общее время стационарного лечения [10].

Рядом авторов справедливо постулируется необходимость проведения доступа по латеральному краю почки в зоне аваскулярной линии Zondek (Brödel), что обусловлено отсутствием крупных сосудов в данной локации [7, 9, 11, 12].

Считается, что анатомически почка делится на пять независимых по кровоснабжению сегментов, причем толщина заднего составляет лишь четверть толщины почки, из чего может следовать значимо меньшее количество сосудов даже вне зоны Zondek (Brödel). В большинстве случаев артериальное снабжение верхнего, передних и нижнего сегментов почки идёт из впередилоханочной ветви почечной артерии, а заднего сегмента из позадилоханочной. При этом считается, что позадилоханочная артериальная ветвь (задняя сегментарная артерия), как правило, имеет магистральное строение и пересекает ЧЛС кзади от шейки верхней большой чашки в 93% случаев, а заднюю поверхность почечной лоханки в 80% случаев [13]. При этом сведения о топографической анатомии почечных сосудов представляются противоречивыми, в частности в вопросах взаимосвязи сосудистого русла почки и его отношения к чашечно-лоханочной системе [11, 13, 14].

В клинической практике для изучения отношения артериального русла и ЧЛС оперируемой почки с успехом используются: компьютерная томография с виртуальным 3D моделированием, селективная артериография и цветное допплеровское дуплексное картирование. При этом последний метод позволяет выявить почечные сосуды в зоне фистулизации в режиме реального времени и предотвратить их повреждение непосредственно в ходе операции, тем самым снизив частоту геморрагических осложнений [11, 15].

Цель исследования: изучение ультразвуковой анатомии сосудов почки в зоне интервенционного интереса, т.е. её заднего и нижнего сегментов и их отношения с элементами ЧЛС с помощью цветного доплеровского картирования (ЦДК) для обоснования альтернативных путей фистулизации ЧЛС.

Материалы и методы

С 2000 года по настоящее время проведено свыше 10000 транскутанных операций по поводу МКБ, 36% которых выполнены по поводу множественных и (или) коралловидных камней почек.

Проведён проспективный анализ лечения 41 пациента с МКБ, находившихся на стационарном лечении в 2020 – 2021 годах, которым выполнена КЛТ. До операции пациенты были рандомизированы в две группы, сравнимые по полу, возрасту, средним размерам конкрементов, формам МКБ. Из них 9 (22%) страдали многоместным, а 32 (78%) —коралловидным нефролитиазом.

Пациенты были обследованы по стандартному для данной категории больных алгоритму: жалобы, сбор анамнеза, физикальный осмотр, клинико-инструментальные исследования, ультразвуковое обследование, обзорная и экскреторная урография, компьютерная томография почек, микробиологический анализ мочи, лабораторные исследования крови и мочи. Для проверки гипотезы о возможности создания альтернативного малотравматичного доступа к ЧЛС дополнительно до вмешательства и в ходе выполнения фистулизации проводилась цветная доплероскопия по-

Таблица 1. Характеристика нефролитиаза
Table 1. *Urolithiasis parameters*

Оцениваемые параметры *Estimated parameters*	Группа 1 *Group 1*	Группа 2 *Group 2*
Количество больных, n *Number of patients, n*	20	21
Локализация (Слева / Справа) *Localization (Left / Right)*	9 / 11	10 / 11
Средний суммарный линейный размер конкремента(ов), см *Average total linear stone(s) size, cm*	3,7 (2,5 – 7,2)	3,4 (2,6 – 7,0)
Множественные камни ЧЛС, n (%) *Multiple PCS stones, n (%)*	8 (40,0)	10 (47,6)
Коралловидный нефролитиаз, n (%) *Staghorn stones, n (%)*	12 (60,0)	11 (52,4)

Примечания: ЧЛС — чашечно-лоханочная система
Notes: *PCS — pyelocalyceal system*

чечных артерий (ультразвуковой сканер Phillips HD7) с целью визуализации артериальных сосудов и предупреждения их повреждения в ходе КЛТ.

Оперированные были распределены на две группы: группа 1 (исследуемая) — 20 (48,8%) пациентов, которым в связи с индивидуальными особенностями строения ЧЛС (передняя направленность нижних чашечек), аномалиями положения и ориентации почки, особенностями топографиии ободочной кишки или выраженным метеоризмом фистулизация ЧЛС стандартным путём представлялась невыполнимой и была проведена через транспаренхимный доступ к нижнелатеральным отделам лоханки или нижней большой почечной чашке по слабоваскуляризованной зоне; группа 2 (контрольная) — 21 (51,2%) пациент, где КЛТ выполнялась стандартно (через сосочки малых чашечек). Отношение мужчины/женщины в I группе составило 8/12, а во второй — 10/11. Возрастной состав в группах был сравним (от 24 до 72 лет). Локализация конкремента(ов) в отношении слева/справа в первой группе составило 9/11, а во второй — 10/11. Средний суммарный линейный размер конкремента(ов) в первой группе составил 3,7 см, во второй — 3,4 см. Множественные камни наблюдались у 8 (40,0%) пациентов первой группы и 10 (47,6%) — второй, а коралловидный нефролитиаз — у 12 (60,0%) пациентов первой и 11 (52,4%) —второй группы (табл. 1).

КЛТ выполняли в положении на животе с использованием ригидного нефроскопа 24 – 26 Ch Karl Storz MIP L (KARL STORZ SE & Co. KG., Tuttlingen, Germany). Создание фистулы во всех случаях проводилось с помощью телескопических бужей Alken. При фрагментации конкрементов использовались электроимпульсный литотриптер «Уролит» (ООО «МИТ», Московская область, г. Балашиха, Россия), ультразвуковой литотриптор Karl Storz CALCUSION® («KARL STORZ SE & Co. KG.», Tuttlingen, Germany), гольмиевый лазерный литотриптор Karl Storz CALCULASE® II («KARL STORZ SE & Co. KG.», Tuttlingen, Germany) или их комбинация. Все интервенции произведены одним хирургом.

У всех пациентов получено информированное согласие на участие в исследовании.

Методы статистического анализа. Статистический анализ осуществляли с использованием пакета MedCalc 18.10.2 («MedCalc Software Ltd.», Ostend, Belgium). При анализе межгрупповых различий применяли T-критерий Student. Оценку величин, подлежащих анализу, проводили путём расчёта среднеквадратического отклонения. Во всех случаях отличие считалось статистически значимым при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты

Вне зависимости от стороны расположения почки при выполнении ЦДК выявлено,

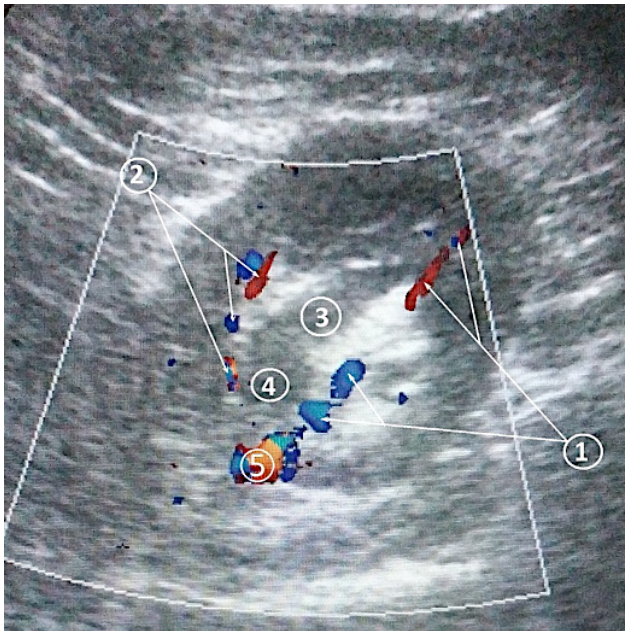

Рисунок 1. Доплерограмма левой почки пациента с 1 типом кровоснабжения: 1. Артерии нижнего сегмента почки. 2. Артерии заднего сегмента почки. 3. Большая чашка. 4. Лоханка. 5. Почечная артерия
Figure 1. *Dopplerogram of the left kidney of patient with type 1 blood supply: 1. Arteries of the lower segment of the kidney. 2. Arteries of the posterior segment of the kidney. 3. Large renal calyx. 4. Renal pelvis. 5. Renal artery*

что у 30 (73,2%) пациентов кровоснабжение в зоне стандартного доступа происходит из заднесегментарной артерии, проходящей кзади от верхних и средних отделов ЧЛС, при этом её ветви находятся выше коллекторной системы нижней группы чашечек и не пересекают её нижнелатеральную дорзальную проекцию на паренхиму заднего сегмента почки (тип кровоснабжения 1), (рис.1).

У 11 (26,8%) пациентов нижние ветви задней сегментарной артерии, отвечающие за кровоснабжение задних нижних долей почки и проходящие непосредственно кзади от нижних отделов ЧЛС (тип 2), находятся непосредственно в зоне хирургического интереса.

У всех пациентов первой группы при доплероскопическом исследовании в момент наложения фистулы подтверждено отсутствие крупных артерий над нижнелатеральными отделами лоханки и нижнего бокала, что позволило создать задний транспаренхимный доступ к ЧЛС через выявленную маловаскулярную зону вне малых чашечек. Схематическое изображение проекции бессосудистой зоны, находящейся

Таблица 2. Интра- и послеоперационные характеристики
Table 2. *Intra- and postoperative characteristics*

Изучаемые показатели ***Studied indicators***	**Группа 1** ***Group 1***	**Группа 2** ***Group 2***
Среднее количество доступов, n *Average number of accesses, n*	1,2 ± 0,52	1,6 ± 0,75
Среднее время основного этапа операции, мин *Average time of the main stage of the operation, min*	40,6 ± 24,7	55,2 ± 27,2
Снижение уровня гемоглобина, г/л *Decreased hemoglobin level, g/l*	10,1 ± 4,8	14,2 ± 6,8
Гемотрансфузия, n (%) *Blood transfusion, n (%)*	–	1 (4,7)
Эмболизация почечных сосудов, n (%) *Embolization of renal vessels, n (%)*	–	1 (4,8)
Острый пиелонефрит, n (%) *Acute pyelonephritis, n (%)*	3 (15,0)	5 (23,8)
Ре-операция по удалению резидуальных камней, n (%) *Re-operation to remove residual stones, n (%)*	3 (15,0)	4 (19,1)
Среднее время госпитализации, дни *Average hospitalization time, days*	7,6 ± 1,8	8,4 ± 1,6
Эффективность хирургического лечения, % *Surgical treatment efficiency, %*	95,0	95,2

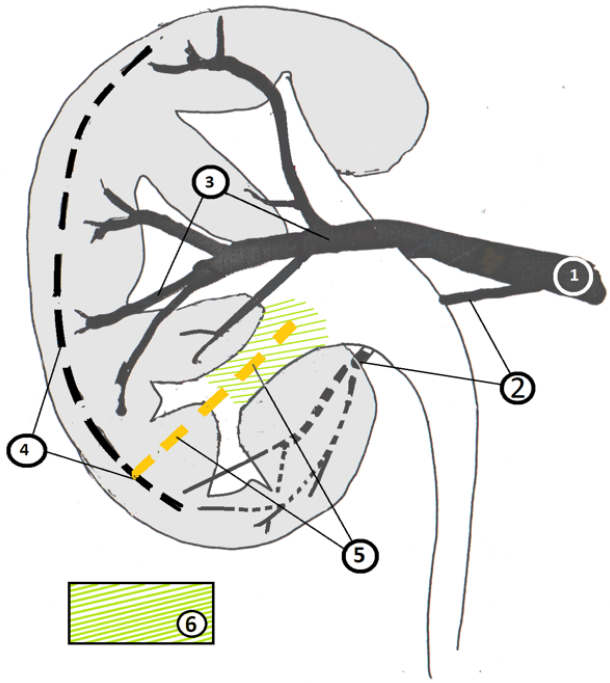

Рисунок 2. Схематическое изображение проекции бессосудистой зоны, находящейся между задним и нижним сегментами левой почки на большую чашку и лоханку у пациентов первой группы:
1. Почечная артерия. 2. Артерии нижнего сегмента почки. 3. Артерии заднего сегмента почки. 4. Линия Zondek (Brödel). 5. Аваскулярная линия. 6. Проекции бессосудистой зоны на ЧЛС

Figure 2. *Scheme of the avascular zone projection located between the posterior and lower segments of the left kidney onto the large calyx and pelvis in group 1 patients: 1. Renal artery. 2. Arteries of the inferior segment of the kidney. 3. Arteries of the posterior segment of the kidney. 4. Zondek (Brödel) line. 5. Avascular line. 6. Projections of the avascular zone on the PCS*

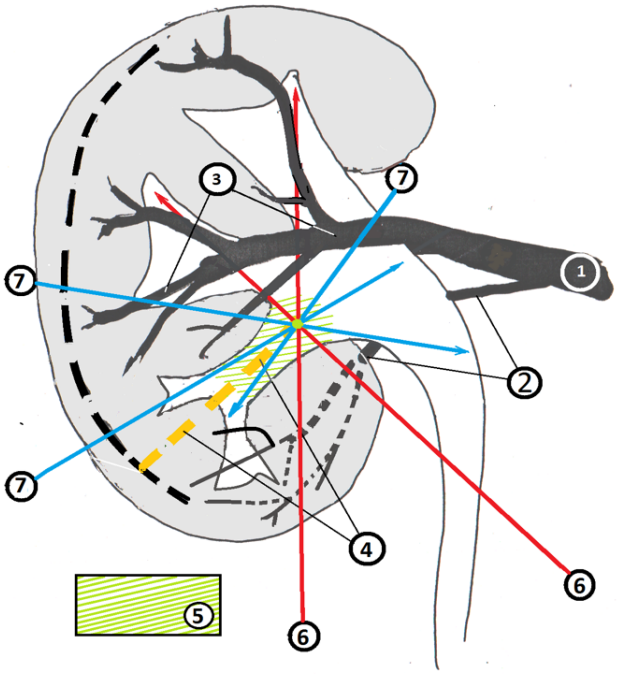

Рисунок 3. Схематическое изображение возможных векторов осмотра чашечно-лоханочной системы при выполнении транспаренхимной пиелостомии:
1. Почечная артерия. 2. Артерии нижнго сегмента почки. 3. Артерии заднего сегмента почки. 4. Аваскулярная линия. 5. Проекции бессосудистой зоны на чашечно-лоханочной системы. 6 и 7. Схематическое изображение возможных векторов осмотра ЧЛС

Figure 3. *Scheme of possible vectors for examining the pyelocaliceal system during transparenchymal pyelostomy: 1. Renal artery. 2. Arteries of the inferior segment of the kidney. 3. Arteries of the posterior segment of the kidney. 4. Avascular line. 5. Projections of the avascular zone according to CPS. 6 and 7. Scheme of possible the pyelocaliceal system examination vectors*

между задним и нижним сегментами левой почки на большую чашку и лоханку, отображено на рисунке 2. Наложение транспаренхимной пиелостомы позволило выполнять более стереоскопически сложные манипуляции с камнями в бóльших пределах ЧЛС, а в ряде случаев — удалить все разнорасположенные конкременты через один доступ. На рисунке 3 отображено схематическое изображение возможных векторов осмотра ЧЛС (6 и 7) при выполнении транспаренхимной пиелостомии. При этом векторы осмотра 7 (красные стрелки) возможны только в случаях выполнения наиболее медиальных доступов к ЧЛС.

У трёх пациентов контрольной группы (14,3%) пунктируемая чашечка была направлена дорсально и открывалась непосредственно в лоханку, в связи с чем возникла возможность стандартного доступа с большой степенью стереоскопической свободы.

Между двумя группами больных был проведён сравнительный анализ следующих параметров: времени операции, количества доступов, необходимости проведения повторных вмешательств, количества интра- и послеоперационных осложнений, длительности госпитализации (табл. 2).

Среднее время основного этапа операции составило 40,6 (15 – 95) минут в первой группе и 55,2 (20 – 135) — во второй. С целью уточнения объёмных характеристик кровопотери исследовано снижение уровня

гемоглобина на второй день после интервенции. В первой группе оно составило 10,1 ± 4,8г/л против 14,2 ± 6,8 г/л во второй. Средний койкодень в первой группе составил 7,6 дня, а во второй — 8,4 дня. Среднее количество доступов на одного пациента первой группы составило 1,2 (max 2) и 1,6 (max 3) — во второй. Необходимость повторной операции по удалению резидуальных камней возникла у трёх (15%) пациентов первой группы и четырёх (19,1%) — второй. Послеоперационный острый пиелонефрит отмечен у 3 (15%) пациентов первой группы и 5 (23,8%) — второй. Гемотрансфузия с последующей эмболизацией форникальной артерии проведена одному пациенту (4,8%) второй группы. По суммарной эффективности проведённого хирургического лечения группы практически не различалась: 95,0% против 95,2%.

При этом в первой группе отмечено снижение среднего времени операции в 1,4 раза, среднего количества доступов в 1,3 раза, незначительное уменьшение времени стационарного лечения.

Обсуждение

Классическая аваскулярная линия Zondek (Brödel) расположена по задней поверхности почки и олицетворяет собою промежуток в паренхиме между бассейнами кровоснабжения задней (задний сегмент) и передних сегментарных артерий (верхний, передние и нижний сегменты), то есть является линией естественной делимости почки. Очевидным является то, что создание доступа к ЧЛС через данный слабо кровоснабжённый участок паренхимы наиболее благоприятно по причине малой вероятности ранения крупных артериальных сосудов [7, 9, 11, 12]. При этом именно в связи с характером артериального кровоснабжения считается, что анатомически нормальная почка делится на пять независимых сегментов. Очевидно, что нижний сегмент имеет вентральную и дорсальную поверхности, что при предлоханочном расположении нижнесегментарной артерии имеет место передне-заднее направление артериального кровотока так же, как и отсутствие ветвей заднесегментарной артерии в нижнем сегменте почки. Литературные данные о строении почечных артерий представляются неполными, иногда противоречивыми, в частности в вопросах

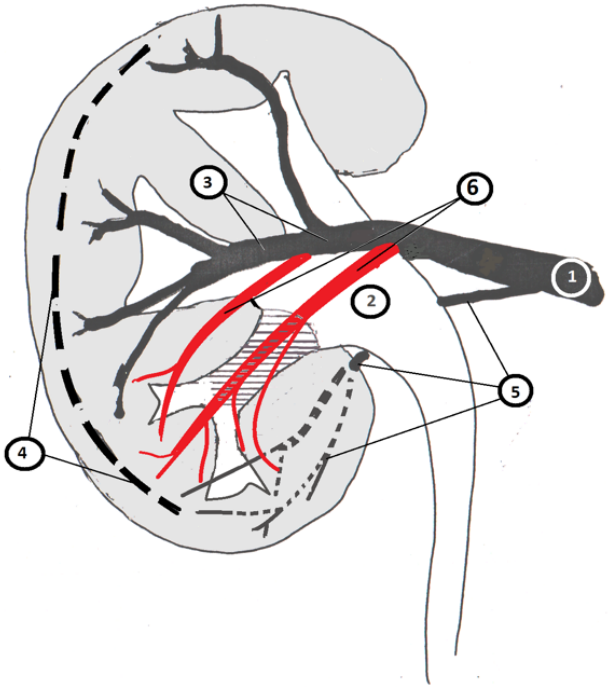

Рисунок 4. Схематическое изображение возможного расположения ветвей заднесегментарной артерии у пациентов со вторым типом кровоснабжения: 1. Почечная артерия. 2. Лоханка. 3. Сосуды заднего сегмента почки. 4. Линия Zondek (Brödel). 5. Сосуды нижнего сегмента почки. 6. Ветви заднесегментарной артерии, дублирующие нижнесегментарные артерии

Figure 4. *Scheme of the possible location of the branches of the posterior segmental artery in patients with the type 2 blood supply: 1. Renal artery. 2. Renal pelvis. 3. Arteries of the posterior segment of the kidney. 4. Zondek (Brödel) line. 5. Arteries of the inferior segment of the kidney. 6. Branches of the posterior segmental artery duplicate the lower segmental arteries*

количества сегментарных артерий и их отношения к чашечно-лоханочной системе [11, 14], в связи с чем могут быть охарактеризованы как вариативные. В ходе исследования выявлено, что практически в четверти случаев кровоснабжение дорсальных сегментов нижнего полюса почки осуществляется по системе заднесегментарной артерии (2 тип кровоснабжения), что, с одной стороны, вступает в противоречие с каноническими суждениями о характере сегментарного деления почки, а с другой — опровергает гипотезу о малой значимости кровеносных сосудов бассейна заднесегментарной артерии для кровоснабжения в зоне предстоящего хирургического интереса (рис. 4).

С другой стороны, в ходе исследования выявлено, что у 73,2% пациентов артериальное кровоснабжение нижнего сегмента почки соответствует общепринятому делению почки на сегменты. При этом заднесегментарные артерии находятся выше нижних групп чашечек и не пересекают проекцию нижнего бокала и нижнелатеральную дорзальную проекцию лоханки на паренхиму почки. А ветви нижнесегментарной артерии находятся ниже и кпереди от обозначенных структур ЧЛС, а значит, создание транспаренхимного доступа к нижнему бокалу или заднелатеральным отделам лоханки возможно и будет проходить в аваскулярной зоне, что не противоречит литературным данным [15]. Исходя из сказанного выше, можно считать, что найденная нами маловаскулярная зона является анатомическим аналогом линии Zondek (Brödel), тем самым являясь естественной границей между задним и нижним сегментами почки.

Неудобства, возникающие при создании классического доступа к ЧЛС, возникающие в ряде случаев, побуждают искать альтернативные пути фистулизации, порою отличные от канонических. Так, в печати появились работы о возможности внепапиллярной фистулизации, в которых доказывается приемлемость доступа на малую чашечку вне сосочка, а возможные осложнения, возникающие при повреждении аркадных и междольковых сосудов, рассматривается как несущественны [16, 17]. С другой стороны, ряд авторов считает, что чрескожная нефростомия, выполняемая через шейку малой чашки опасна именно тем, что приводит к значительному риску кровотечения из форникальных сосудов, а неудачная пункция большой чашки и её шейки создает опасность сквозного (двустенного) прокола собирательной системы с повреждением подлежащих артерий [18].

В доступной литературе возможность эндоскопической интервенции по пиелостоме табуируется, что может быть связано с техническими особенностями подобного доступа, обусловленными легкоменяющимися геометрическими параметрами лоханки, относительно малой толщиной ее стенки, приводящей к возможности потери пиелостомического канала, затруднениям в наложении нефростомы с дренирующей и гемостатической целью, возможностью ранения крупных и магистральных сосудов и т.п. Хирургами не учитывается возможность создания транспаренхимного доступа к латеральным нижним отделам ЧЛС, что при наличии аваскулярной зоны в месте контакта сосудистых систем нижнего, нижнего переднего и заднего сегментов позволяет создавать безопасные альтернативные доступы к ЧЛС с большим массивом пунктируемой паренхимы.

При этом наложение фистулы через аваскулярную зону практически полностью нивелирует обозначенные выше недостатки, при том, что более медиальная, чем стандартная фистулизация снижает геометрические ограничения стандартных доступов, тем самым создавая условия для выполнения стереоскопически более сложных манипуляции с камнями в больших пределах ЧЛС даже при использовании ригидного оборудования и снижает количество необходимых для удаления конкремента доступов.

Нужно подчеркнуть крайнюю индивидуальность артериальной системы почки, в связи с чем нужно рассматривать возможность физиологического линейного смещения границ между нижним и задним сегментами почки как в нижне–верхнем направлении, так и в передне-заднем, а также наличие различных анатомических и сосудистых аберраций. Последнее утверждение подтверждается нашими данными. При этом использование ЦДК в момент пункции ЧЛС позволяет создать наиболее безопасный транспаренхимный доступ.

Можно предположить, что успешность альтернативного доступа к ЧЛС, применённого в ходе исследования, кроме пункции через аваскулярную зону, была обусловлена ещё несколькими моментами: 1) выраженными изменениями размерности ЧЛС, обусловленными МКБ; 2) применяемым во всех случаях ретроградным контрастированием ЧЛС, которое вызывает пиелокаликоэктазию в физиологических пределах; 3) применением для создания доступа телескопических бужей Alken, что позволяет избежать отслоения ЧЛС от паренхимы почки даже при применении нефроскопа большого диаметра; 4) использованием нефроскопов Karl Storz, что связано с особенностями ирригационной системы данных устройств.

Внедрение альтернативного транспаренхимного доступа к ЧЛС может послужить стимулом для дальнейшего развития ригидной мини- и микроперкутанной литотрипсии в лечении многоместного нефролитиаза путём снижения необходимости в применении гибкой реноскопии и, войдя в рутинную практику хирурга-уролога, значительно снизить затраты на проводимое лечение.

Выводы

1. Ультразвуковое доплеровское сканирование позволяет визуализировать артериальные сосуды, значимые для создания безопасного транскутанного пункционного доступа к ЧЛС.

2. У 73.2% пациентов имеется область задней поверхности лоханки и нижней большой чашки, к которой возможен анатомически обоснованный малотравматичный транспаренхимный доступ, позволяющий значительно расширить область доступных для прямой интервенции отделов ЧЛС.

3. Создание транспаренхимного доступа к нижнелатеральным отделам лоханки почки позволяет уменьшить общее количество доступов к ЧЛС, что приводит к снижению времени операции и количества осложнений.

Литература

1. López M, Hoppe B. History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatr Nephrol*. 2010;25(1):49-59. DOI: 10.1007/s00467-008-0960-5.
2. Трусов П.В., Коган М.И., Хван В.К. Эффективность и безопасность мини-перкутанной нефролитотрипсии в лечении крупных и коралловидных камней почек. *Вестник урологии.* 2017;5(1):32-36. DOI: 10.21886/2308-6424-2017-5-1-32-36.
3. Seitz C, Fajkovic H. Epidemiological gender-specific aspects in urolithiasis. *World J Urol*. 2013;31(5):1087-92. DOI: 10.1007/s00345-013-1140-1.
4. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS Jr; AUA Nephrolithiasis Guideline Panel). Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol*. 2005;173(6):1991-2000. DOI: 10.1097/01.ju.0000161171.67806.2a.
5. *Инновационная хирургия камней почек и мочеточников.* Под ред. Коган М.И., Акилов Ф.А., Мартов А.Г., Дутов В.В., Григорьев Н.А. М.: Медконгресс; 2021. ISBN 978-5-6045500-1-4.
6. Lahme S. Miniaturisation of PCNL. *Urolithiasis*. 2018;46(1):99-106. DOI: 10.1007/s00240-017-1029-3.
7. Alken P. Percutaneous nephrolithotomy - the puncture. *BJU Int*. 2022;129(1):17-24. DOI: 10.1111/bju.15564.
8. Yu W, Ruan Y, Xiong Z, Zhang Y, Rao T, Cheng F. The Outcomes of Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy with Different Access Sizes for the Single Renal Stone ≤25 mm: A Randomized Prospective Study. *Urol Int.* 2021:1-6. DOI: 10.1159/000516914. Epub ahead of print. PMID: 34198290.
9. Колсанов А.В., Мурушиди М.Ю., Королев Д.Г. Методы навигации доступа к почке при перкутанной нефролитолапаксии. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия.* 2020;4(3):37-43. DOI: 10.17116/operhirurg2020403137.
10. Трусов П.В., Гусев А.А. Лечение камней почек: стандарты и инновации. *Вестник урологии.* 2019;7(2):93-111. DOI: 10.21886/2308-6424-2019-7-2-93-111.

References

1. López M, Hoppe B. History, epidemiology and regional diversities of urolithiasis. *Pediatr Nephrol*. 2010;25(1):49-59. DOI: 10.1007/s00467-008-0960-5.
2. Trusov P.V., Kogan M.I., Khvan V.K. The efficacy and safety of mini-percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of large and staghorn stones of the kidney. *Vestnik Urologii*. 2017;5(1):32-36. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2017-5-1-32-36.
3. Seitz C, Fajkovic H. Epidemiological gender-specific aspects in urolithiasis. *World J Urol*. 2013;31(5):1087-92. DOI: 10.1007/s00345-013-1140-1.
4. Preminger GM, Assimos DG, Lingeman JE, Nakada SY, Pearle MS, Wolf JS Jr; AUA Nephrolithiasis Guideline Panel). Chapter 1: AUA guideline on management of staghorn calculi: diagnosis and treatment recommendations. *J Urol*. 2005;173(6):1991-2000. DOI: 10.1097/01.ju.0000161171.67806.2a.
5. Kogan M.I., Akilov F.A., Martov A.G., Dutov V.V., Grigor'ev N.A., eds. *Innovacionnaya hirurgiya kamnej pochek i mochetochnikov.* Moscow: Medkongress; 2021. (In Russ.). ISBN 978-5-6045500-1-4.
6. Lahme S. Miniaturisation of PCNL. *Urolithiasis*. 2018;46(1):99-106. DOI: 10.1007/s00240-017-1029-3.
7. Alken P. Percutaneous nephrolithotomy - the puncture. *BJU Int*. 2022;129(1):17-24. DOI: 10.1111/bju.15564.
8. Yu W, Ruan Y, Xiong Z, Zhang Y, Rao T, Cheng F. The Outcomes of Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy with Different Access Sizes for the Single Renal Stone ≤25 mm: A Randomized Prospective Study. *Urol Int.* 2021:1-6. DOI: 10.1159/000516914. Epub ahead of print. PMID: 34198290.
9. Kolsanov AV, Murushidi MYu, Korolev DG. Methods for navigating access to the kidney in percutaneous nephrolitholapaxy. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy.* 2020;4(3):37-43. (In Russ.). DOI: 10.17116/operhirurg2020403137.
10. Trusov P.V., Gusev A.A. Treatment of kidney stones: standards and innovations. *Vestnik Urologii.* 2019;7(2):93-111. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2019-7-2-93-111.

11. Macchi V, Picardi E, Inferrera A, Porzionato A, Crestani A, Novara G, De Caro R, Ficarra V. Anatomic and Radiologic Study of Renal Avascular Plane (Brödel's Line) and Its Potential Relevance on Percutaneous and Surgical Approaches to the Kidney. *J Endourol.* 2018;32(2):154-159. DOI: 10.1089/end.2017.0689.

12. Sharma GR, Maheshwari PN, Sharma AG, Maheshwari RP, Heda RS, Maheshwari SP. Fluoroscopy guided percutaneous renal access in prone position. *World J Clin Cases*. 2015;3(3):245-64. DOI: 10.12998/wjcc.v3.i3.245.

13. Bouzouita A, Saadi A, Hermi A, Chakroun M, Bouchiba N, Allouche M, Hamdoun M, Mighri MM, Chebil M. Cadaveric study of arterial renal anatomy and its surgical implications in partial nephrectomy. *Surg Radiol Anat.* 2021;43(9):1449-1459. DOI: 10.1007/s00276-021-02769-8.

14. Klatte T, Ficarra V, Gratzke C, Kaouk J, Kutikov A, Macchi V, Mottrie A, Porpiglia F, Porter J, Rogers CG, Russo P, Thompson RH, Uzzo RG, Wood CG, Gill IS. A Literature Review of Renal Surgical Anatomy and Surgical Strategies for Partial Nephrectomy. *Eur Urol*. 2015;68(6):980-92. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.010.

15. Lu MH, Pu XY, Gao X, Zhou XF, Qiu JG, Si-Tu J. A comparative study of clinical value of single B-mode ultrasound guidance and B-mode combined with color doppler ultrasound guidance in mini-invasive percutaneous nephrolithotomy to decrease hemorrhagic complications. *Urology*. 2010;76(4):815-20. DOI: 10.1016/j.urology.2009.08.091.

16. Kallidonis P, Vagionis A, Lattarulo M, Adamou C, Tsaturyan A, Liourdi D, Vrettos T, Simeone C, Liatsikos E. Non-papillary percutaneous nephrolithotomy for treatment of staghorn stones. *Minerva Urol Nephrol*. 2021;73(5):649-654. DOI: 10.23736/S2724-6051.20.04124-7.

17. Kallidonis P, Vagionis A, Vrettos T, Adamou K, Pagonis K, Ntasiotis P, Callas GA, Tanaseskou L, Al Aown AM, Liatsikos E. Non papillary mini-percutaneous nephrolithotomy: early experience. *World J Urol*. 2021;39(4):1241-1246. DOI: 10.1007/s00345-020-03267-z.

18. Колсанов А.В., Назарян А.К., Яремин Б.И., Иванова В.Д., Юнусов Р.Р. 3D-визуализация при изучении вариантной анатомии почечных артерий. *Оперативная хирургия и клиническая анатомия*. 2017;1(1):44-48. DOI: 10.17116/operhirurg20171144-48.

19. Francisco J.B. Surgical Anatomy of the Kidney for Endourological Procedures. In: Smith AD, Preminger GM, Kavoussi LR, Badlani GH, FACS, FRCS (Hon), Rastinehad AR, FACOS, eds. *SampaioSmith's Textbook of Endourology*. DOI: 10.1002/9781119245193.ch6.

11. Macchi V, Picardi E, Inferrera A, Porzionato A, Crestani A, Novara G, De Caro R, Ficarra V. Anatomic and Radiologic Study of Renal Avascular Plane (Brödel's Line) and Its Potential Relevance on Percutaneous and Surgical Approaches to the Kidney. *J Endourol.* 2018;32(2):154-159. DOI: 10.1089/end.2017.0689.

12. Sharma GR, Maheshwari PN, Sharma AG, Maheshwari RP, Heda RS, Maheshwari SP. Fluoroscopy guided percutaneous renal access in prone position. *World J Clin Cases*. 2015;3(3):245-64. DOI: 10.12998/wjcc.v3.i3.245.

13. Bouzouita A, Saadi A, Hermi A, Chakroun M, Bouchiba N, Allouche M, Hamdoun M, Mighri MM, Chebil M. Cadaveric study of arterial renal anatomy and its surgical implications in partial nephrectomy. *Surg Radiol Anat.* 2021;43(9):1449-1459. DOI: 10.1007/s00276-021-02769-8.

14. Klatte T, Ficarra V, Gratzke C, Kaouk J, Kutikov A, Macchi V, Mottrie A, Porpiglia F, Porter J, Rogers CG, Russo P, Thompson RH, Uzzo RG, Wood CG, Gill IS. A Literature Review of Renal Surgical Anatomy and Surgical Strategies for Partial Nephrectomy. *Eur Urol*. 2015;68(6):980-92. DOI: 10.1016/j.eururo.2015.04.010.

15. Lu MH, Pu XY, Gao X, Zhou XF, Qiu JG, Si-Tu J. A comparative study of clinical value of single B-mode ultrasound guidance and B-mode combined with color doppler ultrasound guidance in mini-invasive percutaneous nephrolithotomy to decrease hemorrhagic complications. *Urology*. 2010;76(4):815-20. DOI: 10.1016/j.urology.2009.08.091.

16. Kallidonis P, Vagionis A, Lattarulo M, Adamou C, Tsaturyan A, Liourdi D, Vrettos T, Simeone C, Liatsikos E. Non-papillary percutaneous nephrolithotomy for treatment of staghorn stones. *Minerva Urol Nephrol*. 2021;73(5):649-654. DOI: 10.23736/S2724-6051.20.04124-7.

17. Kallidonis P, Vagionis A, Vrettos T, Adamou K, Pagonis K, Ntasiotis P, Callas GA, Tanaseskou L, Al Aown AM, Liatsikos E. Non papillary mini-percutaneous nephrolithotomy: early experience. *World J Urol*. 2021;39(4):1241-1246. DOI: 10.1007/s00345-020-03267-z.

18. Kolsanov AV, Nazaryan AK, Yaremin BI, Ivanova VD, Yunusov RR. 3D imaging in the study of the variant anatomy of renal arteries. *Russian Journal of Operative Surgery and Clinical Anatomy.* 2017;1(1):44-48. (In Russ.). DOI: 10.17116/operhirurg20171144-48.

19. Francisco J.B. Surgical Anatomy of the Kidney for Endourological Procedures. In: Smith AD, Preminger GM, Kavoussi LR, Badlani GH, FACS, FRCS (Hon), Rastinehad AR, FACOS, eds. *SampaioSmith's Textbook of Endourology*. DOI: 10.1002/9781119245193.ch6.

Сведения об авторе

Малинин Юрий Юрьевич — кандидат медицинских наук; заведующий кафедрой урологии ГОО ВПО «Донецкий национальный медицинский университет имени М. Горького»;
г. Донецк, ДНР
https://orcid.org/0000-0002-7809-5260
e-mail: jora2@list.ru

Information about the author

Yury Yu .Malinin — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Dept. of Urology, Gorky Donetsk National Medical University
Donetsk, DPR
https://orcid.org/0000-0002-7809-5260
e-mail: jora2@list.ru