

## ПЛАНИРОВАНИЕ ДОСТУПА ПРИ МИНИ-ПЕРКУТАННОЙ ЛИТОТРИПСИИ С УЧЕТОМ ВАРИАНТНОЙ АНАТОМИИ ПОЧЕК, ОПРЕДЕЛЕННОЙ ПРИ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

**М.Ю. Мурушиди<sup>1, 2</sup>, Р.С. Низамова<sup>1</sup>, А.В. Колсанов<sup>1</sup>, Р.Д. Андреева<sup>1</sup>, О.В. Журкина<sup>1</sup>, Т.А. Гаврилова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России (Самара, Россия),

<sup>2</sup>ЧУ ООВО «Медицинский университет «РЕАВИЗ» многопрофильная клиника «РЕАВИЗ» (Самара, Россия)

<sup>3</sup>ФГБУ «Санаторно-курортный комплекс «Приволжский» Минобороны РФ (Самара, Россия)

**Для цитирования:** Мурушиди М.Ю., Низамова Р.С., Колсанов А.В., Андреева Р.Д., Журкина О.В., Гаврилова Т.А. **Планирование доступа при мини-перкутанной литотрипсии с учетом вариантной анатомии почек, определенной при компьютерной томографии.** *Аспирантский вестник Поволжья.* 2023;23(2):37-42. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.2.37-42

### ■ Сведения об авторах

*Мурушиди М.Ю.* – врач-уролог хирургического отделения стационара. ORCID: 0000-0001-8296-8290 E-mail: m.myryshidi@mcclinics.ru

*Низамова Р.С.* – д-р мед. наук, профессор, заведующая кафедрой урологии. ORCID: 0000-0003-4452-8547 E-mail: r.s.nizamova@samsmu.ru

*Колсанов А.В.* – профессор РАН, д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и клинической анатомии с курсом инновационных технологий. ORCID: 0000-0002-4144-7090 E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

*Андреева Р.Д.* – ассистент кафедры урологии. ORCID: 0000-0001-5385-7049 E-mail: r.d.andreeva@samsmu.ru

*Журкина О.В.* – д-р мед. наук, доцент кафедры урологии. ORCID: 0000-0002-6440-793X E-mail: o.v.zhurkina@samsmu.ru

*Гаврилова Т.А.* – врач-методист. ORCID: 0000-0002-3677-2219 E-mail: gavrilovata@svolga.ru

Рукопись получена: 18.04.2023

Рецензия получена: 20.05.2023

Решение о публикации: 22.05.2023

### ■ Аннотация

**Цель** – проанализировать послеоперационные осложнения после мини-перкутанной литотрипсии с учетом индивидуальной оценки вариантной анатомии почки.

**Материал и методы.** Проведен анализ послеоперационных осложнений после мини-перкутанной литотрипсии у 60 пациентов, которым перед операцией была выполнена КТ-урография с внутривенным болюсным контрастированием и трехмерной реконструкцией.

**Результаты.** Значимой зависимости между количеством осложнений мини-перкутанной литотрипсии и типом деления ветвей почечной артерии 2-го порядка, а также зависимости возникновения осложнений от наличия добавочных артерий не выявлено. Отмечена умеренная зависимость количества осложнений от количества доступов.

**Выводы.** При мини-перкутанной литотрипсии предоперационное планирование с предоперационной разметкой траектории доступа позволяет значительно уменьшить число послеоперационных осложнений.

■ **Ключевые слова:** мочекаменная болезнь, моделирование почечных сосудов, доступ при литотрипсии.

■ **Конфликт интересов:** не заявлен.

### ■ Список сокращений

МКБ – мочекаменная болезнь; КТ – компьютерная томография; ЧЛС – чашечно-лоханочная система; ДИ – доверительный интервал.

## PLANNING THE APPROACH IN MINI PERCUTANEOUS NEPHROLITHOTRIPSY ACCORDING TO INDIVIDUAL KIDNEY ANATOMY DETECTED BY COMPUTED TOMOGRAPHY

**Mikhail Yu. Murushidi<sup>1, 2</sup>, Rumiya S. Nizamova<sup>1</sup>, Aleksandr V. Kolsanov<sup>1</sup>, Ramilya D. Andreeva<sup>1</sup>, Olga V. Zhurkina<sup>1</sup>, Tatyana A. Gavrilova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Samara State Medical University (Samara, Russia)

<sup>2</sup>Medical University "REAVIZ" (Samara, Russia)

<sup>3</sup>Sanatorium-Resort "Privolzhsky" (Samara, Russia)

**Citation:** Murushidi MYu, Nizamova RS, Kolsanov AV, Andreeva RD, Zhurkina OV, Gavrilova TA. **Planning the approach in mini percutaneous nephrolithotripsy according to individual kidney anatomy detected by computed tomography.** *Aspirantskiy vestnik Povolzhya.* 2023;23(2):37-42. doi: 10.55531/2072-2354.2023.23.2.37-42

### ■ Information about authors

*Mikhail Yu. Murushidi* – urologist, Surgical Department of the hospital. ORCID: 0000-0001-8296-8290 E-mail: m.myryshidi@mcclinics.ru

*Rumiya S. Nizamova* – PhD, Professor, Head of the Department of Urology. ORCID: 0000-0003-4452-8547 E-mail: r.s.nizamova@samsmu.ru

*Aleksandr V. Kolsanov* – PhD, Professor of RAS, Head of the Department of Operative surgery and clinical anatomy with a course of innovative technologies. ORCID: 0000-0002-4144-7090 E-mail: a.v.kolsanov@samsmu.ru

*Ramilya D. Andreeva* – assistant of the Department of Urology. ORCID: 0000-0001-5385-7049 E-mail: r.d.andreeva@samsmu.ru

*Olga V. Zhurkina* – PhD, Associate professor of the Department of Urology. ORCID: 0000-0002-6440-793X E-mail: o.v.zhurkina@samsmu.ru

*Tatyana A. Gavrilova* – methodologist. ORCID: 0000-0002-3677-2219 E-mail: gavrilovata@svolga.ru

Received: 18.04.2023

Revision Received: 20.05.2023

Accepted: 22.05.2023

### ■ Abstract

**Aim** – to analyze postoperative complications after mini percutaneous nephrolithotripsy, taking into account an assessment of individual variations of kidney anatomy.

**Material and methods.** Postoperative complications after mini percutaneous nephrolithotripsy were analyzed in 60 patients who underwent preoperative CT urography with intravenous bolus contrast and 3D reconstruction.

**Results.** We found no significant correlation between the number of complications after mini percutaneous nephrolithotripsy and the type of division of the branches of the renal artery of the 2nd order, as well as no dependence of the occurrence of complications on the presence of accessory arteries. A moderate correlation between the number of complications and the number of accesses was noted.

**Conclusion.** In mini percutaneous nephrolithotripsy, the preoperative planning and marking of the access trajectory can significantly reduce the number of postoperative complications.

- **Keywords:** urolithiasis, modeling of renal vessels, nephrolithotripsy access.
- **Conflict of interest:** *nothing to disclose.*

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Мочекаменная болезнь (МКБ) относится к одним из самых распространенных заболеваний в мире. Частота МКБ в различных странах колеблется от 7,0 до 20,0% [1–4]. Пациенты с уролитиазом составляют 20,0–40,0% из всех обратившихся в урологические стационары [5]. Наиболее тяжелым течением характеризуется МКБ при наличии крупных, размером более 2 см, и коралловидных камней [6–8].

Согласно новейшим рекомендациям Американской и Европейской ассоциаций урологов, методом выбора в лечении крупных камней почек является перкутанная литотрипсия, однако в современной литературе есть сообщения о большом количестве осложнений, к наиболее тяжелым из которых относится почечное кровотечение [9–11].

Поскольку в подавляющем большинстве случаев кровотечение было обусловлено особенностями анатомического строения почки, ее линейными размерами, положением и строением артериального русла, выбор метода визуализации крайне важен [12–14].

S. Zanetti и соавт. (2017) показали прямую зависимость риска развития кровотечения от размеров почечного доступа и диаметра нефроскопа: чем меньше размер инструмента, тем меньше травма паренхимы и сосудов почки [15]. В настоящее время разработаны различные методики с применением нефроскопов очень малых диаметров. К ограничениям применения этих приборов относят высокие требования к точности позиционирования и предоперационному планированию для снижения потребности в дополнительных доступах, каждый из которых увеличивает риск развития кровотечения [16–18].

Несмотря на то что анатомии почки посвящено множество научных работ, исследования индивидуальной прижизненной анатомии почек и ее сосудов при помощи трехмерного компьютерного моделирования отсутствуют. Учитывая быстрое развитие в урологии малоинвазивных методик, оценка почечной анатомии при компьютерной томографии (КТ) с позиции планирования перкутанного доступа, формирование баз данных клинических изображений и оценка анатомических изменений при МКБ представляют большой клинический интерес.

## ЦЕЛЬ

Провести анализ послеоперационных осложнений после мини-перкутанной литотрипсии с учетом индивидуальной оценки малососудистых зон почки и предоперационного планирования на основе изучения ее вариантной анатомии, определенной при КТ с трехмерной реконструкцией.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

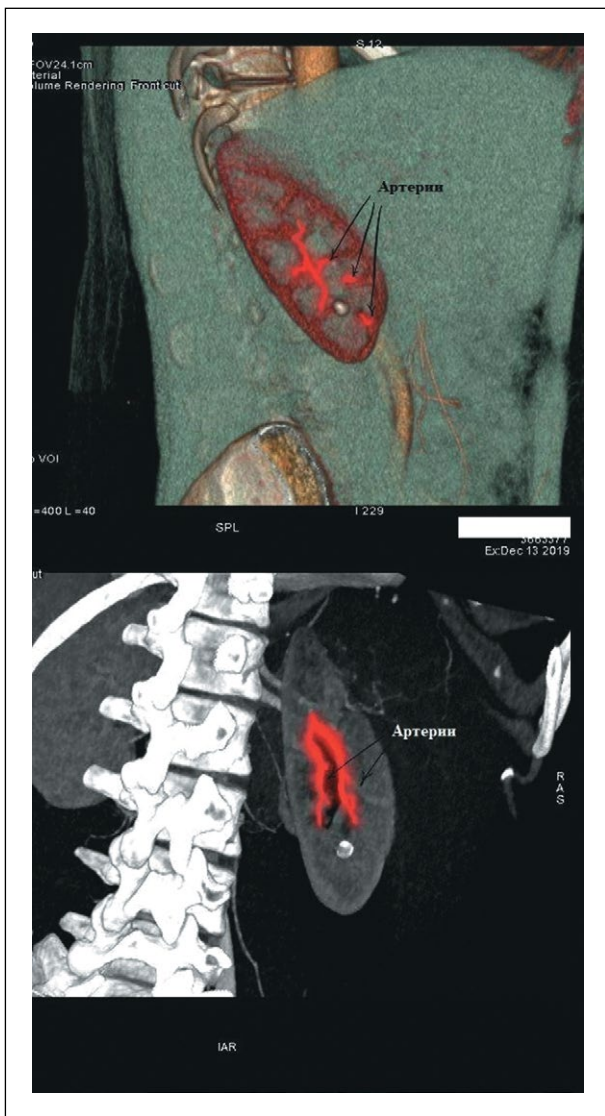
Проведен анализ послеоперационных осложнений после мини-перкутанной литотрипсии у 60 пациентов. Всем пациентам в клиническом госпитале ЗАО «Медицинская компания ИДК» г. Самары в период с 5 марта 2018 года по 5 марта 2020 года перед операцией была выполнена КТ-урография с внутривенным болюсным контрастированием и трехмерной реконструкцией. При этом определялись линейные параметры почек, вариантная анатомия основных почечных артерий, строение ветвей почечной артерии 1-го и 2-го порядка, добавочных артерий. Затем до операции планировали доступ к почке.

В исследовании участвовали 26 мужчин (43,3±6,40%) и 34 женщины (56,7±6,40%). При распределении обследованных по возрастным группам была использована классификация возрастных периодов АПН СССР (1965) [19]. К первому периоду зрелого возраста относили мужчин 29–39 лет и женщин 29–34 лет; ко второму периоду зрелого возраста относили мужчин 40–60 лет и женщин 35–55 лет; к пожилому возрасту – мужчин 61–74 лет и женщин 56–74 лет; к старческому возрасту – мужчин и женщин 75–90 лет. Распределение пациентов по возрастным группам было следующее: в первом периоде зрелого возраста – 18 пациентов (30,0±5,92%), во втором периоде зрелого возраста – 19 пациентов (31,7±6,01%), в пожилом возрасте – 15 человек (25,0±5,59%), в старческом возрасте – 8 человек (13,3±4,38%).

Для оценки анатомо-топографического расположения почек и строения их артериального русла были применены методы 3D-реконструирования данных, полученных при КТ, и методы вариационно-статистического анализа. С целью ретроспективного анализа использовались цифровые данные из системы передачи и архивации DICOM изображений (PACS) клинического госпиталя ЗАО «Медицинская компания ИДК» г. Самары с последующей их обработкой

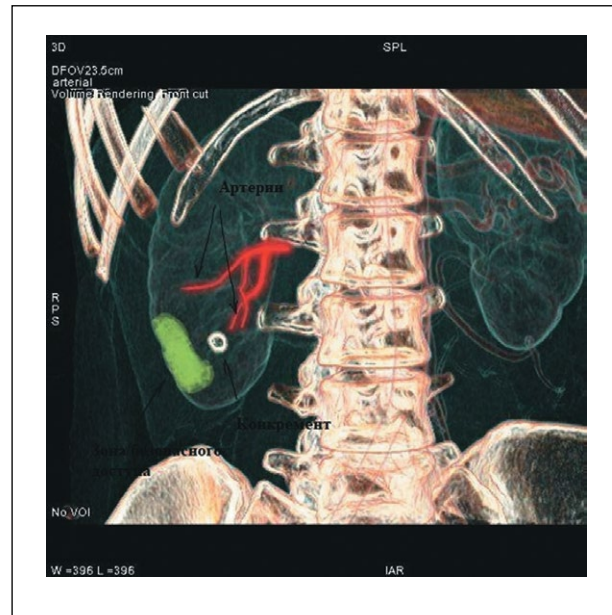
в программах «Луч-С», «Автоплан» и VessellQ Xpress с загрузкой в них данных в формате DICOM.

Проведен статистический анализ частоты доступов при литотрипсии и частоты развития осложнений после мини-перкутанной литотрипсии по шкале Клавьен – Диндо. Обоснование предоперационного планирования доступа к почке во время КТ с трехмерной реконструкцией проводилось с учетом отсутствия связи между вариантной анатомией сосудов почки 2-го порядка и наличием осложнений после мини-перкутанной литотрипсии, подтвержденной статистически с расчетом коэффициента ранговой корреляции Спирмена ( $\rho$ ) и с последующей оценкой значимости корреляции при помощи t-критерия. При использовании коэффициента ранговой корреляции условно оценивали тесноту связи между признаками, считая значения коэффициента 0,1 и менее отсутствием связи, 0,1–0,3 – показателями слабой



**Рисунок 1.** Определение строения артериального русла почки (артерии выделены дополнительно).

**Figure 1.** Visualization of the structure of the renal vascular bed (arteries are additionally highlighted).



**Рисунок 2.** Определение малососудистой зоны (артерии выделены дополнительно).

**Figure 2.** Visualization of a decreased vascularity zone (arteries are additionally highlighted).

тесноты связи; значения более 0,4, но менее 0,7 – показателями умеренной тесноты связи, а значения 0,7 и более – показателями высокой тесноты связи.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Нами были изучены результаты 60 мини-перкутанных литотрипсий. Все они проводились с использованием 3D-планирования доступа в программах «Автоплан», «Луч-С» и VessellQ Xpress. При нативном и отсроченном сканировании находили целевую группу чашечек, содержащую конкремент. В артериальную фазу определяли тип кровоснабжения почки и ее малососудистые зоны (рисунки 1, 2).

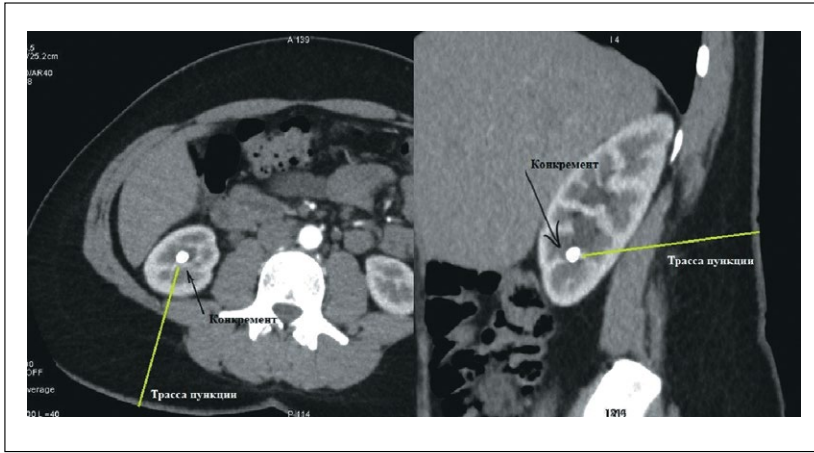
После определения линейных размеров и сосудистой анатомии почки с выявлением малососудистых зон осуществлялось планирование точки и траектории доступа с нанесением на кожу визуальных маркеров для последующей интраоперационной оценки точки пункции и направления движения пункционной иглы (рисунок 3).

На следующие сутки после проведения литотрипсии для выявления остаточных конкрементов и контроля отсутствия осложнений выполнялась контрольная компьютерная томография (рисунок 4).

Успех в дроблении камня был достигнут у всех пациентов. У 52 (86,7%) пациентов литотрипсия была осуществлена через 1 доступ, у 6 (10,0%) пациентов – через 2 доступа, у 3 (3,3%) пациентов – через 3 доступа (таблица 1).

Во всех случаях повторный доступ был связан с наличием нескольких конкрементов, их расположением. Необходимости в повторном доступе по причине выхода не на ту группу чашечек





**Рисунок 3.** Планирование трассы чрескожного доступа.

**Figure 3.** Planning the route of percutaneous access.



**Рисунок 4.** Контрольная КТ: в чашечно-лоханочной системе (ЧЛС) правой почки определяется контрольный дренаж и стент, конкремент не определяется.

**Figure 4.** Control CT image: the control drainage and stent are visualized in the calices-pelvis system of the right kidney; the calculus is not determined.

не возникло ни у одного пациента. Осложнения оценивались по шкале Клавьен – Диндо. Осложнения I степени возникли у 25 (41,6%) пациентов, II степени – у 3 (5,0%) пациентов, III степени – у 1 (3,3%) пациента. Осложнений IV и V степеней не наблюдалось (таблица 2).

Среди осложнений I степени обнаружены следующие: болевой синдром, потребовавший назначения дополнительных анальгетиков, однократный подъем

**Таблица 1 / Table 1**

**Количество доступов при литотрипсии**  
**Number of accesses for nephrolithotripsy**

Количество доступов	Количество пациентов	%
1	52	86,7
2	6	10,0
3	2	3,3
Всего	60	100,0

температуры с введением антипиретиков. К осложнениям II степени был отнесен пиелонефрит, купированный антибактериальной терапией. Осложнение III степени – пиелонефрит с формированием абсцесса, потребовавший чрескожного дренирования под контролем КТ. Ни одна мини-перкутанная литотрипсия не сопровождалась серьезными геморрагическими осложнениями. Макрогематурия по контрольному дренажу отмечалась в той или иной степени у всех пациентов в течение 1–3 дней (в среднем 1,1 дня) и купировалась на фоне консервативной гемостатической терапии.

Оценкой корреляции между количеством осложнений мини-перкутанной литотрипсии и типом деления ветвей почечной артерии 2-го порядка значимой зависимости не установлено. Коэффициенты корреляции варьировались от 0,002 до 0,139. Зависимость возникновения осложнений от варианта деления ветвей почечной артерии 1-го порядка также не определялась. Коэффициент корреляции составил 0,002 и 0,007 для левой и правой стороны соответственно (таблица 3).

При оценке зависимости возникновения осложнений и наличия добавочных артерий значимой корреляции также выявлено не было. Коэффициент корреляции при этом составил 0,086 (95% ДИ -0,164-0,319,  $p = 0,54$ ). В то же время была отмечена прямая, умеренная зависимость количества осложнений от количества доступов. Коэффициент корреляции при этом составил  $\rho = 0,323$  (95% ДИ 0,086–0,526;  $p = 0,009$ ).

**Таблица 2 / Table 2**

**Частота развития осложнений после мини-перкутанной литотрипсии по шкале Клавьен – Диндо**

**The incidence of complications after mini percutaneous nephrolithotripsy according to the Clavien – Dindo scale**

Степень	Количество	%
I	25	41,6
II	3	5,0
III	1	1,7
IV	0	0
V	0	0
Всего	29	48,3

Таблица 3 / Table 3

**Корреляция зафиксированных осложнений и вариантов деления ветвей почечной артерии****The correlation of recorded complications and variants of division of the renal artery branches**

Оцениваемый параметр	Коэффициент корреляции (ρ)	Границы 95% доверительного интервала		Вероятность (p)
		Нижняя	Верхняя	
Тип ветвления (передняя ветвь, правая почка)	0,002	-0,249	0,253	0,98
Тип ветвления (задняя ветвь, правая почка)	0,139	-0,116	0,377	0,27
Тип ветвления (передняя ветвь, левая почка)	0,082	-0,173	0,326	0,52
Тип ветвления (задняя ветвь, левая почка)	0,076	-0,178	0,321	0,55
Вариант деления ветвей 1-го порядка справа	0,007	-0,244	0,258	0,95
Вариант деления ветвей 1-го порядка слева	0,002	-0,249	0,253	0,98

**ОБСУЖДЕНИЕ**

Макрогематурия сопровождается все хирургические вмешательства, связанные с доступом к ЧЛС почки, однако не является серьезным осложнением и возникает в связи с неизбежной травматизацией тканей на трассе доступа и в первую очередь паренхимы почки. Такие кровотечения относятся, по сути, к капиллярным и при нормальном гемостазе пациента останавливаются самостоятельно в короткий промежуток времени. Но если речь идет о травме крупного сосуда, в первую очередь ветви почечной артерии, кровотечение носит массивный характер и сопровождается образованием гематом как в паренхиме почки и подкапсульно, так и в забрюшинном пространстве. Данные кровотечения зачастую требуют не только проведения гемотрансфузии, но и дополнительных вмешательств вплоть до нефрэктомии.

По данным R. Kukreja и соавт. (2004), из 301 пациента, которому была проведена перкутанная нефролитотрипсия, кровотечения, потребовавшие переливания крови, возникли у 8,0% пациентов [20].

M.S. Michel и соавт. (2007) доложили о 17,0% кровотечений, потребовавших гемотрансфузии, основываясь на опыте около 1000 чрескожных вмешательств по поводу МКБ [12].

Из 60 пациентов, которым проводилась мини-перкутанная нефролитотрипсия в нашем исследовании, кровотечения, которые вызвали бы необходимость дополнительных вмешательств или переливания компонентов крови, не встретились ни у одного. Такой результат был достигнут благодаря тщательному

предоперационному планированию, индивидуальной оценке малососудистых зон почки и предоперационной разметке на основе 2D- и 3D-моделирования компьютерных томограмм. Это сопоставимо с данными И.В. Серегина и соавт. (2022), X. Zhou и соавт. (2008), которые сообщили, что при учете предоперационной оценки сосудистого русла и интраоперационного ультразвукового контроля трассы иглы серьезные геморрагические осложнения возникают лишь у 1,0% пациентов [21, 22].

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, при мини-перкутанной литотрипсии предоперационное планирование с предоперационной разметкой траектории доступа с нанесением на кожу визуальных маркеров для последующей интраоперационной оценки точки пункции и направления движения пункционной иглы, учитывающее индивидуальную вариантную анатомию почки каждого пациента, позволяет значительно уменьшить число послеоперационных осложнений.

**Конфликт интересов:** авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

**ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES**

1. Yanenko EK, Merinov DS, Konstantinova OV, et al. Current trends in epidemiology, diagnosis and treatment of urolithiasis. *Experimental and clinical urology*. 2012;3;19-24. (In Russ.). [Яненко Э.К., Меринов Д.С., Константинова О.В., и др. Современные тенденции в эпидемиологии, диагностике и лечении мочекаменной болезни. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2012;3;19-24].
2. Miclăuş, Matusz PGD. Bilateral triple renal arteries. *Romanian Journal of Morphology and Embryology*. 2015;56(4):1507-1511. PMID: 26743301
3. Galkina NG, Kalinina EA, Galkin AV. Urolithiasis: modern concepts of etiology of disease (review). *Saratov Scientific Medical Journal*. 2020;3:773-779. (In Russ.). [Галкина Н.Г., Калинина Е.А., Галкин А.В. Мочекаменная болезнь: современные представления об этиологии (обзор). *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2020;3:773-779].
4. Kaprin AD, Apolikhin OI, Sivkov AV, et al. The incidence of urolithiasis in the Russian Federation from 2005 to 2020. *Experimental and clinical urology*. 2022;15(2):10-17. (In Russ.). [Каприн А.Д., Аполихин О.И., Сивков А.В., и др. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации с 2005 по 2020 гг. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2022;15(2):10-17]. doi: 10.29188/2222-8543-2022-15-2-10-17
5. Desai M, De Lisa A, Turna B, et al. The clinical research office of the endourological society percutaneous nephrolithotomy global study: staghorn versus nonstaghorn stones. *Journal of Endourology*. 2011;25(8):1263-1268. doi: 10.1089/end.2011.0055
6. Gao X, Fang Z, Lu Ch, et al. Management of staghorn stones in special situations. *Asian Journal of Urology*. 2020;7(2):130-138. doi: 10.1016/j.ajur.2019.12.014
7. Atduev VA, Abramov DV, Dyrdik MB, et al. Percutaneous nephrolitholapaxy performed under ultrasound and endovisual guidance: evaluation of the factors affecting the immediate outcomes. *Urology Herald*. 2022;10(2):5-18. (In Russ.). [Атдеев В.А., Абрамов Д.В., Дырдик М.Б., и др. Анализ факторов, влияющих на непосредственные результаты перкутанной нефролитотрипсии, выполняе-

- мой под ультразвуковым и эндовизуальным контролем. *Вестник урологии*. 2022;10(2):5-18]. doi: [10.21886/2308-6424-2022-10-2-05-18](https://doi.org/10.21886/2308-6424-2022-10-2-05-18)
8. Kargı T, Ekşi M, Karadağ S. Optimal patient position for percutaneous nephrolithotomy in horseshoe kidneys: Traditional prone or supine? *Actas Urológicas Españolas (English Edition)*. 2022;46(9):565-571. doi: [10.1016/j.acuroe.2022.03.008](https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2022.03.008)
  9. Trusov PV, Kogan MI, Khvan VK. The efficacy and safety of mini-percutaneous nephrolithotripsy in the treatment of large and staghorn stones of the kidney. *Urology Herald*. 2017;5(1):32-36. (In Russ.). [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: [10.21886/2306-6424-2017-5-1-32-36](https://doi.org/10.21886/2306-6424-2017-5-1-32-36)
  10. Zeng G, Zhong W, Mazzon G, et al. International Alliance of Urolithiasis (IAU) guideline on percutaneous nephrolithotomy. *Minerva Urologica e Nefrologica*. 2022;74(6):653-668. doi: [10.23736/S2724-6051.22.04752-8](https://doi.org/10.23736/S2724-6051.22.04752-8)
  11. Zeng G, Zhong W, Pearle M. European Association of Urology Section of Urolithiasis and International Alliance of Urolithiasis joint consensus on percutaneous nephrolithotomy. *European Urology Focus*. 2022;8(2):588-597. doi: [10.1016/j.euf.2021.03.008](https://doi.org/10.1016/j.euf.2021.03.008)
  12. Michel MS, Trojan L, Rassweiler JJ. Complications in percutaneous nephrolithotomy. *Eur Urol*. 2007;51:899-906.
  13. De la Rosette JJ, Zuazu JR, Tsakiris P, et al. Prognostic factors and percutaneous nephrolithotomy morbidity: a multivariate analysis of a contemporary series using the Clavien classification. *Urology*. 2008;180:2489-2493.
  14. Skolarikos A, de la Rosette JJ. Prevention and treatment of complications following percutaneous nephrolithotomy. *Current Opinion in Urology*. 2008;18:229-234.
  15. Zanetti S, Boeri A, Gallioli L, et al. Minimally invasive PCNL-MIP. *Archivos Españoles de Urología*. 2017;70(1):226-234.
  16. Badran YA, Abdelaziz AS, Shehab MA, et al. Is scoring system of computed tomography based metric parameters can accurately predicts shock wave lithotripsy stone-free rates and aid in the development of treatment strategies? *Urology Annals*. 2016;8:197-202.
  17. Zhong W, Sarica K. Anatomy for PNL. In: *Percutaneous Nephrolithotomy*. 2020:13-21. doi: [10.1007/978-981-15-0575-1\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-15-0575-1_2)
  18. Han W, Ge J, Xu X. Comparison of the efficacy and complications of soft ureteroscopy lithotripsy and percutaneous nephrolithotomy in the treatment of urinary calculi: a systematic review and meta-analysis. *Computational and Mathematical Methods in Medicine*. 2022 Jul 1;2022:5829205. doi: [10.1155/2022/5829205](https://doi.org/10.1155/2022/5829205)
  19. Krylov AA, Allahverdiv VM, Bogdanova SI, et al. Age periods of human development. In: *Psychology*. М., 2000:201-218. (In Russ.). [Крылов А.А., Аллахвердов В.М., Богданова С.И., и др. Возрастные периоды развития человека. В кн.: *Психология*. М., 2000:201-218].
  20. Kukreja R, Desai M, Patel S, et al. Factors affecting blood loss during percutaneous nephrolithotomy: prospective study. *Journal of Endourology*. 2004;18:715-22. doi: [10.1089/end.2004.18.715](https://doi.org/10.1089/end.2004.18.715)
  21. Seregin IV, Seregin AA, Filimonov EV. Ultramini-percutaneous nephrolithotripsy and retrograde intrarenal surgery in the treatment of kidney stones less than 2 cm: comparative results of efficacy and safety. *Creative surgery and oncology*. 2022;12(2):98-105. (In Russ.). [Серегин И.В., Серегин А.А., Филимонов Е.В. Ультрамими-перкутанная нефролитотрипсия и ретроградная интратрениальная хирургия при лечении камней почек менее 2 см: сравнительные результаты эффективности и безопасности. *Креативная хирургия и онкология*. 2022;12(2):98-105]. doi: [10.24060/2076-3093-2022-12-2-98-105](https://doi.org/10.24060/2076-3093-2022-12-2-98-105)
  22. Zhou X, Gao X, Wen J, et al. Clinical value of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy in the supine position under the guidance of real time ultrasound: report of 92 cases. *Urological Research*. 2008;36 (2):111-114. doi: [10.1007/s00240-008-0134-8](https://doi.org/10.1007/s00240-008-0134-8)

#### ■ Автор для переписки

Низамова Румия Сахабовна  
Адрес: Самарский государственный медицинский университет,  
ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099.

#### ■ Corresponding Author

Rumiya S. Nizamova  
Address: Samara State Medical University,  
89 Chapaevskaya st., Samara, Russia, 443099.

E-mail: [r.s.nizamova@samsmu.ru](mailto:r.s.nizamova@samsmu.ru)