



Критерии выбора минимально инвазивных методов эндоскопического лечения мочекаменной болезни в зависимости от параметров конкремента

© Николай И. Сорокин¹, Елизавета В. Афанасьевская^{1,2},
Александра М. Кадышева¹, Зарэ А. Геворкян^{1,2}, Иван С. Пазин³,
Алина С. Шурыгина¹, Екатерина В. Колыгина¹, Андрей А. Стригунов¹,
Александр С. Тивтикян¹, Виталий К. Дзитиев¹, Игорь Н. Орлов^{3,4},
Армаис А. Камалов¹

¹ Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова [Москва, Россия]

² Истринская областная клиническая больница [Истра, Московская обл., Россия]

³ Клиническая больница Святителя Луки [Санкт-Петербург, Россия]

⁴ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова [Санкт-Петербург, Россия]

Аннотация

Введение. Согласно клиническим рекомендациям, максимальный диаметр камня является одним из основных критериев в выборе метода нефролитотрипсии. При планировании операции хирург ориентируется не только на максимальный диаметр, но и на другие параметры: анатомию ЧЛС, плотность камня, их количество, наличие каликопиелозэктазии, операции в анамнезе и т.д. Максимальный диаметр камня не является исчерпывающей характеристикой, позволяющей подобрать оптимальную тактику лечения.

Цель исследования. Оценить влияние объема камня (по сравнению с его максимальным диаметром) на продолжительность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии.

Материалы и методы. Исследование носило ретроспективный характер. В исследование включено 55 пациентов (22 женщины и 33 мужчины), средний возраст — $47,0 \pm 1,9$ лет. Всем пациентам выполнена тулиевая нефролитотрипсия по поводу камней до 20 мм (средний максимальный диаметр — $13,3 \pm 0,6$ мм, средняя плотность — $1041,0 \pm 48,0$ HU) путём ретроградной интратеренальной хирургии (РИРХ, $n = 30$), миниперкутанной и микроперкутанной нефролитотрипсий (миниПНЛ, $n = 16$ и микроПНЛ, $n = 9$, соответственно). Исключались из исследования пациенты с аномалиями мочевой системы, мочевой инфекцией в стадии обострения и пациенты, у которых не было достигнуто состояние, свободное от камней. Помимо оценки стандартных показателей, таких как максимальный диаметр, плотность конкремента и его локализация, у всех пациентов был рассчитан объём конкремента по формуле неравностороннего эллипсоида (медианный объём камня — $287 [144; 538]$ мм³). Коэффициент ранговой корреляции Spearman (r) с оценкой уровня значимости был рассчитан для максимального диаметра и объёма конкремента для общей выборки пациентов и для каждого метода оперативного вмешательства по отдельности.

Результаты. При анализе общей выборки пациентов достоверно выявлена слабая корреляция ($r = 0,39$) между максимальным диаметром камня и временем операции. А между объёмом камня и временем операции выявлена умеренная корреляция ($r = 0,53$). Аналогичная связь с линейным распределением прослеживалась и при анализе в группах различных методов малоинвазивной нефролитотрипсии.

Заключение. При выборе малоинвазивной лазерной нефролитотрипсии целесообразно ориентироваться не только на максимальный диаметр, плотность камня и его локализацию, но и на объём конкремента, который имеет большую связь со временем операции.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; нефролитиаз; перкутанная нефролитотрипсия; ретроградная интратеренальная хирургия

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Этическое одобрение.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова (Протокол № 15/2020 от 21.12.2020 года). **Этическое заявление.** Исследование выполнено в соответствии с положениями Хельсинкской декларации (Форталеа, Бразилия, октябрь 2013 года). **Информированное согласие.** Все пациенты подписали информированное согласие на использование их персональных данных в научных целях. **Вклад авторов:** А.А. Камалов, Н.И. Сорокин — научное руководство, анализ данных, критический обзор; Е.В. Афанасьевская — концепция исследования, разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, статистическая обработка данных, анализ данных, написание текста рукописи; В.К. Дзитиев, И.Н. Орлов — анализ данных, научное редактирование; А.А. Стригунов, Е.В. Колыгина, А.С. Шурыгина, А.С. Тивтикян, З.А. Геворкян, А.М. Кадышева, И.С. Пазин — обзор публикаций по

теме статьи, сбор данных, анализ данных, написание текста рукописи.

✉ **Корреспондирующий автор:** Елизавета Владимировна Афанасьевская, e.afanasyevskaya@mail.ru

Поступила в редакцию: 24.03.2023. **Принята к публикации:** 16.05.2023. **Опубликована:** 26.06.2023.

Для цитирования: Сорокин Н.И., Афанасьевская Е.В., Кадышева А.М., Геворкян З.А., Пазин И.С., Шурыгина А.С., Кольгина Е.В., Стригунов А.А., Тивтикян А.С., Дзитиев В.К., Орлов И.Н., Камалов А.А. Критерии выбора минимально инвазивных методов эндоскопического лечения мочекаменной болезни в зависимости от параметров конкремента. *Вестник урологии*. 2023;11(2):122-131. DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-2-122-131.

Selection criteria for minimally invasive endoscopic treatment of urolithiasis depending on stone characteristics

© Nikolay I. Sorokin¹, Elizaveta V. Afanasyevskaya^{1,2}, Alexandra M. Kadyшева¹, Zare A. Gevorkyan^{1,2}, Ivan S. Pazin³, Alina S. Shurygina¹, Ekaterina V. Kolygina¹, Andrey A. Strigunov¹, Alexandr S. Tivtikyan¹, Vitaliy K. Dzitiev¹, Igor N. Orlov^{3,4}, Armais A. Kamalov¹

¹ Lomonosov Moscow State University [Moscow, Russian Federation]

² Istra Regional Clinical Hospital [Istra, Moscow region, Russian Federation]

³ St. Luke St. Petersburg Clinical Hospital [St. Petersburg, Russian Federation]

⁴ Mechnikov North-Western State Medical University [St. Petersburg, Russian Federation]

Abstract

Introduction. According to the guidelines, the stone maximum diameter is one of the main criteria for choosing the method of nephrolithotripsy. When planning an operation, the surgeon focuses not only on the diameter, but also on the renal pelvis anatomy, stone density and number of it, the presence of hydronephrosis, a history of surgery, etc. The maximum diameter is not an exhaustive characteristic that allows you to choose the optimal treatment.

Objective. To evaluate the effect of stone volume (compared to its maximum diameter) on the duration of minimally invasive endoscopic nephrolithotripsy.

Materials & methods. The study was retrospective. The study included 55 patients (22 women, 33 men), the average age was 47.0 ± 1.9 years. All patients underwent minimally invasive thulium fiber laser nephrolithotripsy for stones up to 20 mm (mean maximum diameter — 13.3 ± 0.6 mm, mean density — 1041.0 ± 48.0 HU). Minimally invasive endoscopic interventions such as retrograde intrarenal surgery (RIRS, $n = 30$), minipercutaneous and micropercutaneous nephrolithotripsy (miniPNL, $n = 16$ and microPNL, $n = 9$, respectively) were performed. Patients with urinary system abnormalities, acute urinary tract infections and patients without stone-free status were excluded from the study. In addition to evaluating standard indicators, the stone volume was calculated in all patients using the formula of a scalene ellipsoid (median volume — 287 [144; 538] mm³). Spearman's rank correlation coefficient (r) with an assessment of the significance level was calculated for the stone maximum diameter and volume for the total sample of patients and for each surgical intervention method separately.

Results. The analysis of the total sample of patients reliably revealed a weak correlation ($r = 0.39$) between the stone maximum diameter and surgery time. And a moderate correlation was found between the stone volume and surgery time ($r = 0.53$). A similar relationship with the linear distribution was also observed in the analysis in all groups.

Conclusion. When choosing minimally invasive laser nephrolithotripsy, it is advisable to focus not only on the stone maximum diameter, density, and localisation, but also on the stone volume, which has a great correlation with the surgery time.

Keywords: urolithiasis; nephrolithiasis; percutaneous nephrolithotomy; retrograde intrarenal surgery

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest. **Ethical statement.** The study was approved by the Ethics Committee of the Medical Research and Educational Centre, Lomonosov Moscow State University (Protocol No. 15 signed December 21, 2020). **Ethical statement.** The study was designed according to the prescriptions of the Declaration of Helsinki (revised in Fortaleza, Brazil, October 2013). **Informed consent.** All patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data.

Authors' contribution: A.A. Kamalov, N.I. Sorokin — supervision, data analysis, critical review; E.V. Afanasyevskaya — study concept, study design development, literature review, statistical data processing, data analysis, drafting the manuscript; V.K. Dzitiev, I.N. Orlov — data analysis, scientific editing; A.M. Kadyшева, Z.A. Gevorkyan, I.S. Pazin, A.S. Shurygina, E.V. Kolygina, A.A. Strigunov, A.S. Tivtikyan — literature review, data acquisition, data analysis, drafting the manuscript.

✉ **Corresponding author:** Elizaveta V. Afanasyevskaya; e.afanasyevskaya@mail.ru

Received: 03/24/2023. **Accepted:** 05/16/2023. **Published:** 06/26/2023.

For citation: Sorokin N.I., Afanasyevskaya E.V., Kadyшева A.M., Gevorkyan Z.A., Pazin I.S., Shurygina A.A., Kolygina E.V., Strigunov A.A., Tivtikyan A.S., Dzitiev V.K., Orlov I.N., Kamalov A.A. The choice of minimally invasive endourological methods for nephrolithiasis depending on the stone characteristics. *Urology Herald*. 2023;11(2):122-131. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2023-11-2-122-131.

Введение

Распространённость мочекаменной болезни (МКБ) находится в диапазоне от 1 до 20% по всему миру, а в ряде стран регистрируется прирост данного показателя [1, 2]. Согласно клиническим рекомендациям показаниями к активной тактике ведения пациента являются обструкция и инфекция мочевых путей, боль и гематурия, размер камня более 1,5 см (или менее 1,5 см при наличии социальных показаний), а также высокий риск камнеобразования [3]. Из эндоскопических методов лечения в арсенале уролога имеются ретроградная интраренальная хирургия (РИРХ) и перкутанные вмешательства (перкутанная нефролитотомия — ПНЛ), которые в свою очередь подразделяются на стандартную ПНЛ и минимально инвазивные ПНЛ (миниПНЛ, ультра-миниПНЛ и микроПНЛ) [4]. Согласно клиническим рекомендациям, максимальный диаметр камня является одним из основных критериев в выборе оптимального метода нефролитотрипсии. Так, ПНЛ рекомендована первой линией при камнях более 20 мм [5], а для камней менее 2 см хирургу доступны другие варианты лечения, такие как РИРХ и дистанционная литотрипсия (ДЛТ). При планировании операции хирург ориентируется не только на максимальный диаметр, но и на другие параметры: анатомию ЧЛС, плотность камня, их количество, наличие каликопиелозктазии, операции в анамнезе и т.д., что находит отражение и в многочисленных номограммах прогноза эффективности эндоскопической нефролитотрипсии [6 – 10]. Максимальный диаметр камня не является исчерпывающей характеристикой, позволяющей подобрать оптимальную тактику лечения. Более того, размеры камня могут быть описаны и площадью его поверхности, и объёмом. Опубликован ряд исследований, описывающих прямую взаимосвязь между объёмом конкремента и временем операции [11 – 14]. Почему объём камня имеет прогностическую ценность? Камень далеко не всегда имеет правильную (сферическую) форму, то есть при рассмотрении камня в трёхмерном пространстве — три его размера редко равны между собой. Поэтому двумерные измерения, к которым относится максимальный диаметр, могут неточно отразить общую каменную массу [15]. Недооценка или переоценка реального размера камня

приведут к тому, что хирург сделает необоснованные выводы о предполагаемом времени операции и возможно откажется от менее инвазивного вмешательства. Наглядно это можно увидеть на примере, приведенном V. De Coninck и O. Traxer: объём камня с параметрами 20*20*20 мм в 16 раз выше, чем объём камня с размерами 20*5*5 мм (4189 мм³ против 262 мм³), в то же время последний будет соответствовать камню 8*8*8 (268 мм³) [16].

Цель исследования. Оценить влияние объёма камня (по сравнению с его максимальным диаметром) на продолжительность минимально инвазивной эндоскопической нефролитотрипсии.

Материалы и методы

Пациенты. С октября 2020 года по июнь 2022 года в МНОЦ МГУ 98 пациентам выполнена минимально инвазивная лазерная нефролитотрипсия (РИРХ, миниПНЛ и микроПНЛ) с применением тулиевого волоконного лазера. Из данной группы были исключены пациенты, у которых уже было вмешательство на этой же стороне в течение предыдущего года, а также при отсутствии в истории болезни необходимых данных для выполнения статистического анализа. В основную группу исследования включены 55 пациентов с камнем почки до 20 мм, у которых было достигнуто свободное от камней состояние (stone free rate, SFR). Все вмешательства были выполнены под общей анестезией и представляли собой одноэтапное удаление камня и / или первый этап многоэтапного оперативного вмешательства (при двустороннем нефролитиазе). В выборке было два пациента с двусторонним нефролитиазом, при этом камни на второй стороне были небольшими: 5 мм — в одном случае, 6 мм — во втором случае. Обоим была выполнена литоэкстракция мелких конкрементов корзинкой, а более крупные камни (в другой почке) подверглись литотрипсии, именно этот этап и был включён в анализ. То есть время, потраченное на литоэкстракцию мелких конкрементов у пациентов с двусторонним нефролитиазом из одной почки, не включалось в анализ. Пациенты, у которых не достигнуто состояние, свободное от камней, исключались во избежание необъективного расчёта времени, потраченного на литотрипсию.

Техника операции. РИРХ. В литотомическом положении по гидрофильному проводнику (диаметр 0,36 мм) сначала выполнялась ригидная уретероскопия (8,5 Ch) для осмотра мочеточника и исключения наличия в нём конкрементов. 20 пациентов из 30 были престентированы. Далее по проводнику проводился мочеточниковый кожух-флексор (размер 11/13 Ch), проксимальный конец которого устанавливался ниже пиелоуретерального сегмента. Далее по кожуху-флексору до ЧЛС почки заводился одноразовый гибкий уретерореноскоп LithoVue™ («Boston Scientific Corp.», Boston, MA, USA). У 6 из 10 пациентов, которые не были престентированы, не удалось установить кожух-флексор. Этим пациентам гибкий уретеронефроскоп заводился до ЧЛС по проводнику. Завершалась операция установкой внутреннего мочеточникового стента или мочеточникового катетера.

МикроПНЛ. В модифицированной позиции Galdakao-Valdivia под рентгеноскопическим контролем первым этапом устанавливался мочеточниковый катетер. Доступ в чашечно-лоханочную систему (ЧЛС) осуществлялся под комбинацией ультразвукового контроля и рентгеноскопии всевидящей иглой 4,8 Ch («PolyDiagnost GmbH», Hallbergmoos, Germany). Всем пациентам пункционный ход бужировался до 8 Ch. Решение об установке нефростомы в конце операции принималось в зависимости от интенсивности геморагии.

МиниПНЛ. В модифицированной позиции Galdakao-Valdivia под рентгеноскопическим контролем первым этапом устанавливался мочеточниковый катетер. Доступ в ЧЛС осуществлялся под ультразвуковой и рентгеноскопической навигацией двухкомпонентной пункционной иглой. По струне-проводнику выполнялось одномоментное или поэтапное бужирование пункционного хода до 16 Ch. Для нефролитотрипсии использовался мини-нефроскоп 15 Ch («Olympus Medical Systems Corp.», Shinagawa City, Tokyo, Japan)

Во всех случаях нефролитотрипсия выполнялась с использованием тулиевого волоконного лазера FiberLase U2 («IPG Photonics Corp.», IRE-Polus, Фрязино, РФ), максимальная мощность — 40 Вт. Для литотрипсии во время РИРХ и микроПНЛ использовалось волокно с диаметром 200 мкм, а для миниПНЛ — 400 мкм. Литотрип-

сия выполнялась в режимах фрагментации и дробления «в пыль» (дастинг [dusting]). В режиме фрагментации применялись следующие настройки лазера: 4 Дж/24 Вт. В режиме дастинг [dusting] — 0,2 Дж/6 Вт. Время операции учитывалось с момента заведения инструмента в мочевой пузырь до выполнения финального флюороскопического контроля.

Периоперационная оценка. Оценивались такие дооперационные показатели, как максимальный диаметр, объём (рассчитан по формуле объёма неравностороннего эллипсоида) и плотность камня, возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ) пациента, наличие каликопиелозктазии, дооперационное дренирование, результаты микробиологического исследования мочи. Состояние свободное от камней, SFR, оценивалось по результатам МСКТ без контрастного усиления, выполненного на 1 – 3 сутки после операции. SFR считался достигнутым при отсутствии резидуальных фрагментов > 4 мм.

Этическое заявление. Текущее исследование было одобрено локальным этическим комитетом МНОЦ МГУ имени М.В. Ломоносова от 21 декабря 2020 года, номер протокола этического комитета — №15/2020. Все пациенты подписали информированное согласие на использование их персональных данных в научных целях.

Статистический анализ. Статистический анализ был выполнен с помощью программного обеспечения Jamovi, версия 2.2.50 (свободный, открытый ресурс для анализа данных и статистических исследований от разработчиков проекта JASP). Все данные при нормальном распределении представлены как среднее (M) ± стандартная ошибка средней (SE), при ненормальном распределении как медиана и межквартильный размах — Me [Q1; Q3]. Нормальность распределения была оценена с помощью теста Shapiro-Wilk. Характеристики пациентов и периоперационные факторы были проанализированы с использованием дисперсионного анализа (one-way ANOVA) и критерия Kruskal-Wallis. Для оценки связи между временем операции и такими параметрами как максимальный диаметр и объём камня был применён метод ранговой корреляция Spearman (r). Во всех статистических исследованиях значения с $p < 0,05$ рассматривались как статистически значимые.

Результаты

Всего в исследование вошли 55 пациентов. Из них 30 пациентам выполнена РИРХ (группа 1), 16 пациентам — миниПНЛ (группа 2), 9 пациентам выполнена микроПНЛ (группа 3). Общее ($n = 55$) медианное время операции составило 70 [55; 103] минут. В группах 1, 2 и 3 — 60 [46; 75], 75 [59; 110], 100 [90; 110] минут соответственно.

Характеристики пациентов и результаты госпитального этапа представлены в таблице 1. Параметры представлены для общей выборки пациентов, а также разделены на три группы в зависимости от метода оперативного лечения. Значимые различия между тремя группами были обнаружены по следующим параметрам: объём конкремента ($p = 0,006$), дренирование

на дооперационном этапе ($p = 0,028$), время операции ($p = 0,004$), дренирование после операции ($p = 0,04$), длительность госпитализации ($p = 0,02$) и послеоперационные осложнения ($p = 0,04$). Статистически значимой разницы между группами по возрасту, полу, стороне поражения, ИМТ, величине максимального диаметра, плотности камня, наличию симптомов до операции, присутствию каликопиелозктазии и по наличию микроорганизмов в посевах мочи выявлено не было. Продолжительность дренирования после операции среди групп пациентов статистически значимо не различалась: до 2 суток включительно у 26 пациентов (14, 6 и 5 в группах 1, 2 и 3, соответственно), от 3 до 14 суток у 27 пациентов (15, 9 и 4 в группах 1, 2 и 3, соответственно) (табл.).

Таблица. Характеристика пациентов
Table. Patients' characteristics

Показатель <i>Character</i>	Общее <i>Total</i>	Вид операции <i>Surgery type</i>			p
		РИРХ <i>RIRS</i>	МиниПНЛ <i>MiniPNL</i>	МикроПНЛ <i>MicroPNL</i>	
Количество, n <i>Quantity, n</i>	55	30	16	9	
Возраст, лет <i>Age, years</i>	47,0 ± 1,9	44,3 ± 2,6	52,6 ± 3,3	45,9 ± 4,9	0,240
Пол <i>Sex</i>					0,060
Женский <i>Female</i>	22	13	3	6	
Мужской <i>Male</i>	33	17	13	3	
Сторона, n <i>Side, n</i>					0,240
Правая <i>Right</i>	22	15	4	3	
Левая <i>Left</i>	33	15	12	6	
ИМТ, кг/м ² <i>BMI, kg./m²</i>	26,7 ± 0,8	27,3 ± 1,2	24,8 ± 1,1	28,1 ± 2,8	0,480
Объём камня, мм ³ <i>Stone volume, mm³</i>	287 [144; 538]	207 [119; 299]	1228 [146; 1406]	487 [407; 582]	0,006
Максимальный диаметр, мм <i>Max diameter, mm</i>	13,3 ± 0,6	13,2 ± 3,8	14,1 ± 6,3	12,0 ± 1,7	0,690
Плотность камня, HU <i>Stone density, HU</i>	1041 ± 48,0	1049,5 ± 66,7	1076,5 ± 88,6	949,3 ± 117,5	0,770
Симптомы до операции (n) <i>Symptoms before surgery (n)</i>					0,770
Нет <i>No</i>	8	5	2	1	
Гематурия <i>Hematuria</i>	8	4	3	1	
Боль в поясничной области <i>Loin pain</i>	36	20	10	6	
Пиелонефрит <i>Pyelonephritis</i>	3	1	1	1	
Дренирование до операции, n <i>Preoperative drainage, n</i>					0,028
Нет <i>No</i>	27	10	9	8	
Стент <i>Stent</i>	25	20	4	1	
Нефростома <i>Nephrostomy</i>	3	–	3	–	

Таблица (продолжение). Характеристика пациентов
Table (continuation). Patients' characteristics

Каликопиелозктазия, n <i>Hydronephrosis, n</i>					0,390
Нет <i>No</i>	36	25	11	–	
Есть <i>Present</i>	19	5	5	9	
Посев мочи, n <i>Urine culture, n</i>					0,790
Отрицательный <i>Negative</i>	50	28	14	8	
Положительный <i>Positive</i>	5	2	2	1	
Время операции, мин. <i>Surgey time, min</i>	70 [55; 103]	60 [46; 75]	75 [59; 110]	100 [90; 110]	
Послеоперационное дренирование, n <i>Postoperative drainage, n</i>					0,040
Бездренажное <i>Tubeless</i>	1	–	1	–	
Мочеточниковый катетер <i>Ureteral catheter</i>	20	12	3	5	
Нефростома <i>Nephrostomy</i>	15	–	11	4	
Стент <i>Stent</i>	19	18	1	–	
Длительность дренирования, n <i>Drainage time, n</i>					0,880
1 – 2 суток <i>1 – 2 days</i>	26	14	6	5	
3 – 14 суток <i>3 – 14 days</i>	27	15	9	4	
Длительность госпитализации (к/д) <i>Hospital stay (days)</i>	5 [4; 7]	5 [3; 5]	7 [5; 7]	6 [5; 7]	
Послеоперационные осложнения по Clavien-Dindo, n <i>Post-op complications by Clavien-Dindo, n</i>					0,040
Всего <i>Total</i>	12	4	3	5	
I – II	7	3	1	3	
IIIa	4	2	1	1	
IIIb	1	–	1	–	
IV – V	–	–	–	–	

Примечание. Значение p рассчитано однофакторным дисперсионным анализом (one-way ANOVA тест) и тестом Kruskal-Wallis
Note. The p-value was calculated by one-way ANOVA and Kruskal-Wallis tests

Среди осложнений чаще всего встречались осложнения I – II класса по классификации Clavien-Dindo, то есть не требующие хирургической коррекции (n = 7). Наиболее распространённым осложнением в раннем послеоперационном периоде после минимально инвазивной нефролитотрипсии были фебрильная лихорадка (5 случаев: 2 — в группе РИРХ, 1 — в группе миниПНЛ и 2 — в группе микроПНЛ), а также почечная колика на фоне обструкции ВМП сгустком, которая была купирована консервативно (1 случай в группе РИРХ и 1 случай в группе микроПНЛ). Двум пациентам в группе РИРХ потребовалось удаление стента на фоне неэффективности консервативной терапии стент-ассоциированных симптомов (класс IIIa по Clavien-Dindo). У одного пациента в группе миниПНЛ и у одного пациента из

группы микроПНЛ развилось кровотечение, сопровождающееся тампонадой мочевого пузыря, которая в последствии была ликвидирована (класс IIIa по Clavien-Dindo). И у одного пациента в группе миниПНЛ на вторые сутки развился обструктивный пиелонефрит, что потребовало выполнения чрескожной пункционной нефростомии в экстренном порядке, класс IIIb по Clavien-Dindo (интраоперационно у данного пациента не устанавливалась нефростома).

По результатам корреляционного анализа и сравнения коэффициентов корреляции (r) в рамках общей выборки выявлена умеренная корреляция (r = 0,39) между максимальным диаметром конкремента (d max) и временем операции (ВО). Между объёмом конкремента (V) и ВО связь была выше (т.е. более статистически значимой) на

один ранг по шкале Chaddock, что соответствует заметной корреляции ($r = 0,53$). При изучении величины «г» между аналогичными параметрами, но уже среди отдельных групп (РИРХ, миниПНЛ и микроПНЛ), также выявлена большая корреляция для времени операции и объема конкремента, чем для максимального диаметра. Наиболее высокий r был получен в группе миниПНЛ — $r(V/VO) = 0,74$ vs $(d \max / VO) = 0,52$. Наиболее низкая корреляция обнаружена в группе микроПНЛ — $r(d \max / VO) = 0,30$ vs $r(V/VO) = 0,53$. Для РИРХ коэффициенты корреляции составили $(d \max / VO) = 0,46$ vs $(V/VO) = 0,60$.

Обсуждение

Несмотря на то, что, согласно клиническим рекомендациям, диаметр конкремента и используется как основной критерий для предоперационного планирования и выбора метода нефролитотрипсии [3, 5], он ограничен двумерным измерением, то есть не может полностью отразить реальный размер камня. По данным литературы и по результатам нашего исследования, именно объем каменной массы непосредственно влияет на продолжительность литотрипсии. Так, исследовав периоперационные характеристики 118 пациентов, которым выполнена РИРХ, авторы заключили, что именно объем конкремента, в отличие от таких факторов, как престентирование, плотность и состав камня, пол и возраст, имеет наибольшее влияние на время операции. При этом каждые дополнительные 100 мм³ объема прибавляют 2 минуты к общему времени операции [13]. В нашем исследовании наибольший медианный объем среди пациентов был в группе миниПНЛ — 1228 [146; 1406] мм³, а наименьший в группе РИРХ — 207 [119; 299] мм³, а время операции составило 75 [59; 110] минут и 60 [46; 75] минут соответственно. Вероятно, в рамках отсутствия рандомизации хирург интуитивно берёт пациента с большим диаметром на перкутанное вмешательство. С другой стороны, наибольшее время операции в нашем исследовании было выявлено в группе микроПНЛ 100 [90; 110] минут, при среднем объеме камня 487 [407; 582] мм³. Мы трактуем результаты в группе микроПНЛ промежуточными на фоне количества пациентов ($n = 9$), в настоящее время продолжается набор пациентов.

Кроме оценки корреляции объема и времени операции, есть работы, описывающие

прогностическую ценность расчёта этого параметра как предиктора успешности операции. Н. Ito et al. оценили влияние объема камня на SFR на 310 пациентах, перенёсших РИРХ. Согласно их расчётам, объем камня статистически достоверно ассоциировался с SFR ($p < 0,001$), поэтому был включён в разработанную авторами номограмму для прогнозирования исходов РИРХ. Кроме объема конкремента авторы включили в номограммы опыт хирурга, количество камней, наличие гидронефроза и локализацию камня в нижней чашечке [12]. В другом исследовании на 150 пациентах также были проанализированы критерии, влияющие на SFR. Объем камня, объем лоханки и длина чашки достоверно влияли на SFR после РИРХ ($p < 0,01$, $p = 0,021$ и $p = 0,019$, соответственно) [17]. Именно поэтому возможность прогнозирования эффективности предстоящего оперативного лечения необходима для планирования предстоящей операции, так как это может влиять на выбор определенного инструментария и расходных материалов или привлечение в сложных клинических случаях более опытного хирурга и так далее. [18]. Кроме того, представлены данные, описывающие достоверную связь между продолжительностью операции и развитием послеоперационных осложнений. Так, Y. Yu. et al. определили, что развитие лихорадки у пациентов, перенесших ПНЛ, ассоциировано в большей степени именно с продолжительностью операции более 100 минут [19]. То есть хирургу важно уметь прогнозировать продолжительность операции для выбора оптимального метода нефролитотрипсии в каждом конкретном случае.

В настоящее время существует программное обеспечение, позволяющее измерить объем камня по данным КТ. Опубликовано исследование, целью которого являлось сравнение расчёта объема модели камня по формуле эллипсоида ($\pi \cdot a \cdot b \cdot c \cdot 0,167$) и с помощью программного обеспечения. Затем расчёты по вышеуказанным методам сравнивались с истинным объемом, который рассчитывался по объёму вытесненной жидкости. Коэффициент корреляции (r) между истинным объемом и расчётом программой против расчёта «вручную» составил 0,99 против 0,82 соответственно. То есть программный расчёт оказался более точным [20]. К сожалению, многие программы для расчёта

объёма камня находятся в закрытом доступе и требуют определённого навыка. Но эта область также не стоит на месте, разрабатываются доступные, пользователь-ориентированные программы, в том числе и для свободного доступа [15, 21].

Ограничения исследования. Необходимо отметить, что наше исследование имеет ряд ограничений. Во-первых, исследование ретроспективное и одноцентровое. Во-вторых, расчёт объёма конкремента проводился «вручную» по формуле разно-стороннего эллипса, что может исказить реальный объём камня. В-третьих, общая выборка пациентов была недостаточной по числу случаев, а разница по количеству пациентов в группах по виду операции также не позволяет использовать все возможности статистического анализа данных.

Заключение

Согласно данным мировой литературы, существует достоверная прямая корреляция между продолжительностью операции и размерами конкремента (максимальный диаметр и объём камня), что было под-

тверждено результатами нашего исследования. При сравнении коэффициента корреляции между временем операции и объёмом камня против максимального диаметра камня во всех группах корреляция была выше для объёма камня. Причём коэффициент корреляции для объёма и времени операции в каждой группе различался на один ранг по шкале Chaddock в пользу объёма камня. В существующих на данный момент клинических рекомендациях хирург делает выбор в пользу конкретной операции, опираясь на максимальный диаметр камня. Наши результаты говорят о том, что использование объёма камня как критерия выбора метода эндоскопической нефролитотрипсии является более объективным и более точным параметром, отражающим предполагаемое время операции. Более того, кроме клинических преимуществ расчёта объёма камня, применение именно этого параметра в клинических рекомендациях поможет оптимизировать анализ научных данных и повысить качество исследовательских работ по оперативному лечению пациентов с мочекаменной болезнью.

Список литературы | References

- 1 Grases F. Epidemiology of renal lithiasis and associated factors. *Med Clin (Barc)*. 2017;149(9):397-398. (In English, Spanish). DOI: 10.1016/j.medcli.2017.04.003
- 2 Romero V, Akpınar H, Assimos DG. Kidney stones: a global picture of prevalence, incidence, and associated risk factors. *Rev Urol*. 2010;12(2-3):e86-96. PMID: 20811557; PMCID: PMC2931286
- 3 Министерство здравоохранения Российской Федерации. *Клинические рекомендации «Мочекаменная болезнь»*. Министерство здравоохранения Российской Федерации. *Клинические рекомендации «Мочекаменная болезнь»*. (In Russian). <https://legalacts.ru/doc/klinicheskie-rekomendatsii-mochekamennaya-bolezni-utv-minzdravom-rossii/>
- 4 Shah K, Agrawal MS, Mishra DK. Superperc: A new technique in minimally-invasive percutaneous nephrolithotomy. *Indian J Urol*. 2017;33(1):48-52. DOI: 10.4103/0970-1591.194784
- 5 *EAU Guidelines*. Edn. presented at the EAU Annual Congress Amsterdam, 2022. EAU Guidelines Office, Arnhem, The Netherlands. Accessed March 6, 2023. <https://uroweb.org/guidelines/urolithiasis/chapter/citation-information>
- 6 Jung JW, Lee BK, Park YH, Lee S, Jeong SJ, Lee SE, Jeong CW. Modified Seoul National University Renal Stone Complexity score for retrograde intrarenal surgery. *Urolithiasis*. 2014;42(4):335-40.
- 7 Molina WR, Kim FJ, Spendlove J, Pompeo AS, Sillau S, Sehr DE. The S.T.O.N.E. Score: a new assessment tool to predict stone free rates in ureteroscopy from pre-operative radiological features. *Int Braz J Urol*. 2014;40(1):23-9. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.01.04
- 8 Thomas K, Smith NC, Hegarty N, Glass JM. The Guy's stone score--grading the complexity of percutaneous nephrolithotomy procedures. *Urology*. 2011;78(2):277-81. DOI: 10.1016/j.urology.2010.12.026
- 9 Okhunov Z, Friedlander JI, George AK, Duty BD, Moreira DM, Srinivasan AK, Hillelsohn J, Smith AD, Okeke Z. S.T.O.N.E. nephrolithometry: novel surgical classification system for kidney calculi. *Urology*. 2013;81(6):1154-9. DOI: 10.1016/j.urology.2012.10.083
- 10 Smith A, Averch TD, Shahrour K, Opondo D, Daels FP, Labate G, Turna B, de la Rosette JJ; CROES PCNL Study Group. A nephrolithometric nomogram to predict treatment success of percutaneous nephrolithotomy. *J Urol*. 2013;190(1):149-56. DOI: 10.1016/j.juro.2013.01.047
- 11 Atalay HA, Canat L, Bayraktarlı R, Alkan I, Can O, Altunrende F. Evaluation of stone volume distribution in renal collecting system as a predictor of stone-free rate after percutaneous nephrolithotomy: a retrospective single-center study. *Urolithiasis*. 2018;46(3):303-309. DOI: 10.1007/s00240-017-0995-9
- 12 Ito H, Sakamaki K, Kawahara T, Terao H, Yasuda K, Kuroda S, Yao M, Kubota Y, Matsuzaki J. Development and inter-

- nal validation of a nomogram for predicting stone-free status after flexible ureteroscopy for renal stones. *BJU Int.* 2015;115(3):446-51. DOI: 10.1111/bju.12775
- 13 Sorokin I, Cardona-Grau DK, Rehfuss A, Birney A, Stavrikis C, Leinwand G, Herr A, Feustel PJ, White MD. Stone volume is best predictor of operative time required in retrograde intrarenal surgery for renal calculi: implications for surgical planning and quality improvement. *Urolithiasis.* 2016;44(6):545-550. DOI: 10.1007/s00240-016-0875-8
- 14 Попов С.В., Орлов И.Н., Сулейманов М.М., Горелик М.Л., Перфильев М.А. Сравнительный анализ влияния размера и объема конкремента на длительность тулевой перкутанной нефролитотрипсии. *Урология.* 2022;4:27-31. Popov S.V., Orlov I.N., Suleymanov M.M., Gorelik M.K., Perfiliev M.A. Comparative analysis of the effect of concrement size and volume on the duration of thulium percutaneous nephrolithotripsy. *Urologija.* 2022;4:27-31. (In Russian). DOI: 10.18565/urology.2022.4.27-31
- 15 Finch W, Johnston R, Shaida N, Winterbottom A, Wiseman O. Measuring stone volume - three-dimensional software reconstruction or an ellipsoid algebra formula? *BJU Int.* 2014;113(4):610-4. DOI: 10.1111/bju.12456
- 16 De Coninck V, Traxer O. The Time Has Come to Report Stone Burden in Terms of Volume Instead of Largest Diameter. *J Endourol.* 2018;32(3):265-266. DOI: 10.1089/end.2017.0886
- 17 Gu J, Luo S, Jiang L, Hu D, Zhao G, Tang W. Novel scoring system combined with a virtual reality technique for the preoperative evaluation of the stone-free status after flexible ureteroscopy: the H.L.P.E.S. score. *BMC Urol.* 2022;22(1):161. DOI: 10.1186/s12894-022-01108-2
- 18 Гаджиев Н.К., Григорьев В.Е., Мазуренко Д.А., Малхасян В.А., Обидняк В.М., Писарев А.В., Тагиров Н.С., Попов С.В., Петров С.Б. Система "ACS" или новый способ прогнозирования эффективности перкутанной нефролитотомии. *Экспериментальная и клиническая урология.* 2016;3:52-56. Gadzhiev N.K., Grigoryev V.E., Masurenko D.A., Malkhasyan V.A., Obidnyak V.M., Pisarev A.V., Tagirov N.S., Popov S.V., Petrov S.B. «ACS» system or new way of percutaneous nephrolithotomy effect prognosis. *Ekspierimentalnaya i klinicheskaya urologiya.* 2016;3:52-56. (In Russian). eLIBRARY ID: 28870106; EDN: YHTWOX
- 19 Yu Y, Pu J, Wu T, Hu L. The characteristics and influencing factors of fever in postoperative patients undergoing percutaneous nephrolithotomy: A retrospective analysis. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(32):e26485. DOI: 10.1097/MD.00000000000026485
- 20 Jain R, Omar M, Chaparala H, Kahn A, Li J, Kahn L, Sivalingam S. How Accurate Are We in Estimating True Stone Volume? A Comparison of Water Displacement, Ellipsoid Formula, and a CT-Based Software Tool. *J Endourol.* 2018;32(6):572-576. DOI: 10.1089/end.2017.0937
- 21 Ziemba JB, Li P, Gurnani R, Kawamoto S, Fishman E, Fung G, Ludwig WW, Stoianovici D, Matlaga BR. A User-Friendly Application to Automate CT Renal Stone Measurement. *J Endourol.* 2018;32(8):685-691. DOI: 10.1089/end.2018.0326

Сведения об авторах

Николай Иванович Сорокин — д-р мед. наук; профессор; профессор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, ведущий научный сотрудник отдела урологии и андрологии МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>

nisorokin@mail.ru

Елизавета Владимировна Афанасьевская — врач-уролог отделения урологии ГБУЗ МО «Истринская областная клиническая больница»; аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, стажёр-исследователь научного отдела урологии и андрологии МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Истра, Московская обл., Россия

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-0161-6072>

e.afanasyevskaya@mail.ru

Александра Михайловна Кадышева — студентка факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-8656-4338>

am.kadysheva@mail.ru

Information about the authors

Nikolay I. Sorokin — M.D., Dr.Sc.(Med), Full. Prof.; Prof., Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Leading Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-9466-7567>

nisorokin@mail.ru

Elizaveta V. Afanasyevskaya — M.D.; Urologist, Istra Regional Clinical Hospital; Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Trainee Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Istra, Moscow region, Russian Federation

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-0161-6072>

e.afanasyevskaya@mail.ru

Alexandra M. Kadysheva — Student, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-8656-4338>

am.kadysheva@mail.ru

Зарэ Арсенович Геворкян — врач-уролог отделения урологии ГБУЗ МО «Истринская областная клиническая больница»; аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, стажёр-исследователь научного отдела урологии и андрологии МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Истра, Московская обл., Россия

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0009-0006-2054-7056>

zare19961996@gmail.ru

Иван Сергеевич Пазин — врач-уролог СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»

г. Санкт-Петербург, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-6443-9846>

pazin@endourocenter.ru

Алина Сергеевна Шурыгина — ординатор кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-6037-1933>

mdshuryginaas@gmail.com

Андрей Алексеевич Стригунов — аспирант кафедры урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, врач-уролог, стажер-исследователь научного отдела урологии и андрологии МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>

an-strigunov@yandex.ru

Александр Сергеевич Тивтикян — стажер-исследователь научного отдела урологии и андрологии, врач уролог МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-0686-7935>

aleksandertivtikyan@yandex.ru

Виталий Казиханович Дзитиев — канд. мед. наук; заведующий урологическим отделением, сотрудник научного отдела урологии и андрологии МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-7558-589X>

vitdok@mail.ru

Игорь Николаевич Орлов — канд. мед. наук; ассистент кафедры урологии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России; заместитель главного врача по медицинской части СПб ГБУЗ «Клиническая больница Святителя Луки»

г. Санкт-Петербург, Россия

<https://orcid.org/0000-0001-5566-9789>

doc.orlov@gmail.com

Армаис Альбертович Камалов — д-р мед. наук, профессор, академик РАН; заведующий кафедрой урологии и андрологии факультета фундаментальной медицины, директор МНОЦ ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»

г. Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>

armais.kamalov@rambler.ru

Zare A. Gevorkyan — M.D.; Urologist, Istra Regional Clinical Hospital; Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Trainee Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Istra, Moscow region, Russian Federation

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0009-0006-2054-7056>

zare19961996@gmail.ru

Ivan S. Pazin — M.D.; Urologist, St. Luke St. Petersburg Clinical Hospital

St. Petersburg, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-6443-9846>

pazin@endourocenter.ru

Alina S. Shurygina — Resident, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-6037-1933>

mdshuryginaas@gmail.com

Andrey A. Strigunov — Postgrad. Student, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine; Urologist & Trainee Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-4518-634X>

an-strigunov@yandex.ru

Alexander S. Tivtikyan — Trainee Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-0686-7935>

aleksandertivtikyan@yandex.ru

Vitaly K. Dzitiev — M.D., Cand.Sc.(Med); Head, Urology Division, Researcher, Urology and Andrology Research Unit, Medical Research and Education Centre, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-7558-589X>

vitdok@mail.ru

Igor N. Orlov — M.D., Cand.Sc.(Med); Assist.Prof., Dept. of Urology, Mechnikov North-Western State Medical University; Head, Urology Division No.1, City Centre of Endoscopic Urology and New Technologies, St. Luke St. Petersburg Clinical Hospital

St. Petersburg, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0001-5566-9789>

doc.orlov@gmail.com

Armais A. Kamalov — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Acad. of the RAS; Headmaster, Medical Research and Educational Centre; Head, Dept. of Urology and Andrology, Faculty of Fundamental Medicine, Lomonosov Moscow State University

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0003-4251-7545>

armais.kamalov@rambler.ru