

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-3-82-87>

# Роль интраоперационного внутрилоханочного давления в течении послеоперационного периода перкутанной нефролитотрипсии у больных с мочекаменной болезнью

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Д.Н. Хотько<sup>1</sup>, А.И. Хотько<sup>1</sup>, В.М. Попков<sup>1</sup>, А.И. Тарасенко<sup>2</sup>, А.О. Ефимова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им В.И. Разумовского Минздрава России; д. 112. ул. Большая Казачья, Саратов, 410012, Россия

<sup>2</sup> Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); д. 8, стр. 2, ул. Трубецкая, Москва, 119991, Россия

<sup>3</sup> Государственное казенное учреждение «Центральный клинический госпиталь ФТС России»; д. 32, Открытое шоссе, Москва, 107143, Россия

**Контакт:** Хотько Дмитрий Николаевич, [dnksar@list.ru](mailto:dnksar@list.ru)

## Аннотация:

**Введение.** Перкутанные и эндоскопические вмешательства являются наиболее частыми оперативными пособиями по поводу нефролитиаза. В ходе операции важно соблюсти правильный баланс между достаточным потоком ирригационной жидкости для адекватной визуализации и безопасным давлением внутри чашечно-лоханочной системы почки. Интраоперационное повышение внутрилоханочного давления ассоциировано с развитием гнойно-воспалительных осложнений в послеоперационном периоде.

**Цель исследования.** Обосновать целесообразность интраоперационного мониторинга внутрилоханочного давления, а также оценить риски послеоперационных осложнений после перкутанной нефролитотрипсии.

**Материалы и методы.** В исследование включено 250 пациентов с коралловидным нефролитиазом 1-3 стадии. В первой группе (n=120) выполнялась перкутанная нефролитотрипсия (ПНЛТ) по стандартной методике с диаметром пункционного канала 30-32 Ш. Во вторую группу включено 130 пациентов, которым выполнялась перкутанная нефролитотрипсия с использованием мини нефроскопа с диаметром рабочего канала 16 Ш. Для достижения поставленной цели настоящего исследования нами был разработан способ определения внутрилоханочного давления, реализуемый с помощью миниатюрного датчика давления, который устанавливается непосредственно в лоханку в момент формирования пункционного хода. В течение операции постоянно мониторировалось внутрилоханочное давление по предложенной нами методике.

**Результаты.** Наименьшие показатели внутрилоханочного давления регистрируются при выполнении ПНЛТ с установкой Amplatz кожуха, превышающим на 2 и более Ш размер нефроскопа. При выполнении миниПНЛТ установка мочеточникового катетера позволяет минимизировать повышение внутрилоханочного давления. Гипертермия в послеоперационном периоде достоверно зависит от повышения внутрилоханочного давления и наличия инфекционного агента в полостной системе почки. Раздельно выполняемые посевы мочи из полости почки и мочевого пузыря при обструкции даже минимальной выраженности могут иметь значимые отличия. У пациентов группы мини-ПНЛТ внутрилоханочное давление интраоперационно было достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ). Частота лихорадки и обострения калькулезного пиелонефрита достоверно ( $p \leq 0,05$ ) выше в группе стандартной ПНЛТ, что объясняется большей травматизацией почечной паренхимы при создании рабочего хода.

**Заключение.** Предложенный способ позволяет максимально точно интраоперационно мониторировать внутрилоханочное давление в процессе малоинвазивного хирургического лечения камней почек с целью минимизации частоты развития инфекционно-воспалительных осложнений.

**Ключевые слова:** нефролитиаз; перкутанная нефролитотрипсия; внутрилоханочное давление; бактериурия.

**Для цитирования:** Хотько Д.Н., Хотько А.И., Попков В.М., Тарасенко А.И., Ефимова А.О. Роль интраоперационного внутрилоханочного давления в течении послеоперационного периода перкутанной нефролитотрипсии у больных с мочекаменной болезнью. Экспериментальная и клиническая урология 2022;15(3):82-87; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-3-82-87>

<https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-3-82-87>

## The role of intraoperative intrarenal pressure in the postoperative period of percutaneous nephrolithotripsy in patients with urolithiasis

CLINICAL STUDY

D.N. Khotko<sup>1</sup>, A.I. Khotko<sup>1</sup>, V.M. Popkov<sup>1</sup>, A.I. Tarasenko<sup>2</sup>, A.O. Efimova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia; 112, Bolshaya Kazachya str., Saratov, 410012, Russia

<sup>2</sup> I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University); 8, bild 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russia

<sup>3</sup> Central Clinical Hospital of the Federal Customs Service of Russia; 32, Open highway, Moscow, 107143, Russia

**Contacts:** Dmitry N. Khotko, [dnksar@list.ru](mailto:dnksar@list.ru)

## Summary:

**Introduction.** Percutaneous and endourological surgeries are the most common interventions for nephrolithiasis in urologists' practice. During the operation, it is important to maintain the right balance between sufficient flow of irrigation fluid for adequate visualization and safe intrarenal pressure. Intraoperative increase in intrarenal pressure is associated with the development of purulent-inflammatory complications in the postoperative period.

**The aim of the study.** To substantiate the expediency of intraoperative monitoring of intrarenal pressure, as well as to assess the risks of postoperative complications after percutaneous nephrolithotripsy.

**Materials and methods.** The study included 250 patients with staghorn kidney stones. In the first group (n=120) percutaneous nephrolithotripsy (PCNL) was performed according to the standard procedure with a puncture canal diameter of 30-32 Ch. The second group included 130 patients who underwent percutaneous nephrolithotripsy using a mini nephroscope (mPCNL) with a working channel diameter of 16 Ch. To achieve the aim of our study, we have developed a method for determining intrapelvic pressure, implemented using a miniature pressure sensor, which is installed directly into the pelvis at the time of the calycolpelvic system puncture. During the surgery, the intrapelvic pressure was constantly monitored according to the method we proposed.

**Results.** The lowest values of intrapelvic pressure were recorded when performing PCNL with the installation of an Amplatz sheath exceeding the size of the nephroscope by 2 or more Ch. When performing mPCNL, the installation of a ureteral catheter allows minimizing the increase in intrapelvic pressure. Hyperthermia in the postoperative period significantly depends on an increased intrarenal pressure and the presence of an infectious agent in the renal system. Separately performed urine cultures from the pelvic and bladder with obstruction of even minimal severity may have significant differences. In patients of mini-PCNL group intraoperative intrapelvic pressure was significantly higher ( $p \leq 0.05$ ). The frequency of fever and exacerbation of calculous pyelonephritis is significantly higher in group of standart PCNL ( $p < 0.05$ ), which is explained by greater traumatization of the renal parenchyma when creating a working fistula.

**Conclusion.** The proposed method allows the most accurate intrasurgery monitoring of intrarenal pressure during minimally invasive surgical treatment of kidney stones in order to minimize the frequency of infectious and inflammatory complications.

**Key words:** nephrolithiasis; percutaneous nephrolithotripsy; intrapelvic pressure; bacteriuria.

**For citation:** Khotko D.N., Khotko A.I., Popkov V.M., Tarasenko A.I., Efimova A.O. The role of intraoperative intrarenal pressure in the postoperative period of percutaneous nephrolithotripsy in patients with urolithiasis. *Experimental and Clinical Urology* 2022;15(3):82-87; <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-3-82-87>

## ВВЕДЕНИЕ

Оперативное лечение нефролитиаза является одним из наиболее частых оперативных вмешательств в практике уролога. В настоящее время на первое место выходят трансуретральные и перкутанные оперативные пособия, успех и безопасность которых зависит от адекватной интраоперационной визуализации [1]. В этом случае важно соблюсти правильный баланс между достаточным потоком ирригационной жидкости и безопасным давлением внутри чашечно-лоханочной системы почки. Безопасным считается давление 30 см вод. ст. и оно зависит как от давления входящего потока, так и постоянного оттока ирригационной жидкости [2]. При повышении внутрилоханочного давления выше 30 см вод. ст. достоверно возрастает риск лихорадки в послеоперационном периоде, что существенно влияет на сроки пребывания в стационаре и стоимость лечения пациента [3].

В случае перкутанных операций давление в чашечно-лоханочной системе зависит в том числе и от диаметра доступа. Стремление к минимальному диаметру доступа при выполнении перкутанной нефролитотрипсии является распространенным трендом настоящего времени, в связи с чем становятся актуальными вопросы достаточной ирригации для хорошей визуализации и навигации в чашечно-лоханочной системе почки [3]. Кроме того, давление зависит от диаметра инструмента. Так в экспериментальных работах, во время которых в рабочий канал вводились различные манипуляторы, показано, что при свободном рабочем канале давление составляло 19 см вод. ст., при введении в рабочий канал

зонда диаметром 1,5 мм разница давлений составляла до 5 см. вод. ст. При работе нефроскопом стандартного диаметра давление с исходных 44 см. вод. ст. после введения зонда 3,4 мм снижалось до 8 см вод. ст. [4].

Высокое внутривнепочечное давление во время уретероскопии, чрескожной нефролитотомии, а также при гидронефрозе, может привести к пиеловенозному рефлюксу мочи [5].

В эксперименте с контаминацией лоханки условно патогенной *E.coli* и выполнением чрескожного доступа с использованием кожухов диаметром 14/16 Fr 20 см для мини-перкутанного и 30 Fr кожуха для стандартного нефроскопа, с непрерывным контролем внутрилоханочного давления, было показано, что при повышении давления выше 30 см вод. ст. в течении 117,0 секунд при мини-перкутанной нефролитотрипсии (мПНЛТ) и 66,1 секунды – при стандартном чрескожном доступе у всех лабораторных животных были положительные культуры ткани почек (подтвержденные данными ПЦР-теста), культуры селезенки были положительными у 100% и 60% при мини и стандартных доступах соответственно; 90% и 30% животных имели положительную культуру ткани печени, возбудитель в крови высевался у 30% при мПНЛТ не отмечен при стандартной ПНЛТ [2].

Также в эксперименте было показано, что при гистологическом исследовании почечной ткани после нагнетания в почку ирригационного раствора с красителем при давлении в 50 мм, 100 мм и 200 мм рт. ст. средний процент пиеловенозного рефлюкса, составил 33,1, 31,0 и 99,3% соответственно [6].

Для снижения внутрилоханочного давления в настоящее время начинают применяться официальные

устройства, создающие разрежение для лучшего отмытия фрагментов конкремента, однако метод пока не нашел широкого применения в связи с их высокой стоимостью [7].

Внутрипочечное давление, превышающее 40 см вод. ст., приводит к пиеловенозному рефлюксу [8, 9]. Во время эндоскопических процедур как перкутанных, так и ретроградных, при которых применяются устройства для нагнетания давления или системы орошения, внутрипочечное давление может быть довольно высоким и даже превышать 400 см вод. ст. [10].

В противоположность этому, снижение скорости перфузии и, как следствие, резкое падение давления в момент дробления также может пагубно сказаться на слизистой лоханки и паренхиме почки в связи с практически мгновенным повышением температуры при лазерной нефролитотрипсии [11].

Целью нашего исследования явилось обоснование целесообразности интраоперационного мониторинга внутрилоханочного давления, а также оценка рисков послеоперационных осложнений после перкутанной нефролитотрипсии.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения цели настоящего исследования нами был разработан способ определения внутрилоханочного давления, реализуемый с помощью миниатюрного датчика давления, который устанавливается непосредственно в лоханку в момент формирования пункционного хода в чашечно-лоханочную систему почки. Страховая струна, а также измерительный датчик остаются вне рабочего хода в полостной системе почки, что позволяет выполнять вмешательство, не занимая внутренний просвет Amplatz трубки или кожуха нефроскопа, исключает повреждение датчика и не препятствует извлечению фрагментов камня при помощи эффекта Бернулли или тракции их различными корзинками или щипцами. Минимальный размер проводников датчика сводит к минимуму травму почечной паренхимы и не увеличивает риск развития послеоперационных осложнений. Технически подготовка осуществляется следующим образом. Выполняется цистоскопия, визуализируется целевое устье и производится катетеризация полостной системы оперируемой почки по струне проводнику. Диаметр устанавливаемого мочеточникового катетера составляет 5-7 Ch, в зависимости от анатомических особенностей пациента. Правильность положения катетера контролируется при помощи рентгеноскопии. Почечный конец катетера позиционируется по возможности в лоханке. Положение пациента на животе или на спине выбирается исходя из планируемого доступа и способа перкутанной литотрипсии. При необходимости пациента переворачивают на живот. Под рентгеновским и ультразвуковым контролем пунктируется оптимальная для доступа чашка. По пункционной игле проводится

жесткая струна и расширяющая канюля для проведения второй струны диаметром 3 мм, после чего стилет извлекается, а в кожух устанавливается страховая струна и датчик для мониторинга давления. Датчик представляет собой гибкий проводник, диаметром 550 нм, в нейлоновом проводнике диаметром 0,9 мм. Нами был использован, оптический датчик производства компании FISO диаметром 550 нм Fiber Optic Pressure (FOP-MIV), диапазон измерений от минус 300 до плюс 400 мм. рт. ст., точность измерений 0,3 мм. рт. ст. После чего кожух убирается и по основной жесткой струне бужирруется пункционный ход до необходимого диаметра. Конец датчика позиционируется в чашечно-лоханочной системе на уровне почечного конца кожуха, чтобы избежать повреждения его при тракции крупных фрагментов конкремента и при необходимости возможно изменение положение датчика в связи с особенностями литотрипсии. После чего датчик присоединяется к блоку обработки сигнала, а последний – к персональному компьютеру и монитору для регистрации внутрилоханочного давления. В ходе операции проводится мониторинг в реальном времени внутрилоханочного давления с целью предупреждения рефлюксов и, как следствие гнойно-септических осложнений в ближайшем послеоперационном периоде.

По полученным результатам нами мониторировалось внутриполостное давление в течение всего оперативного вмешательства. До введения интратанального датчика давление определялось через канюлю пункционной иглы. Исходно при пункции полостной системы давление составляет от 5 до 12 см вод. ст., и снижается при ретроградном проведении катетера до 0-3 см вод. ст, введение 5 мл контрастного вещества при отсутствии ретенции повышает внутрилоханочное давление на 6-8 см вод. ст. После дилатации пункционного хода и установки внутриполостного датчика давление регистрировалось во время всех манипуляций в ходе выполняемого оперативного вмешательства, измеряя давление при введении инструмента в полостную систему, для калибровки потока ирригационной жидкости, далее в момент манипуляций – литотрипсии, тракции конкрементов или их извлечения с помощью эффекта Бернулли, колебания давления при занятом и свободном инструментальном канале нефроскопа. Скорость ирригации в течение процедуры составляла от 80 до 100 мл/мин. Также регистрировались изменения давления при возможных осложнениях – таких как потеря рабочего хода, кровотечения, перфорации, тампонады и т.д. Кроме этого обращали внимание на минимальное и максимальное давление, достигнутое в ходе оперативного вмешательства, а также манипуляции в ходе которых они достигнуты, продолжительность превышения давления выше 30 см вод. ст. В последующем проводится анализ результатов осложнений в послеоперационном периоде.

Для статистического анализа данных применяли программу STATISTICA 10.0 и IBM SPSS Statistics 17.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В клинике урологии Саратовского Государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского в 2018-2021 годах в исследование включено 250 пациентов с коралловидным нефролитиазом 1-3 стадии. Пациенты были разделены на две сопоставимые группы.

В первую группу включены пациенты в возрасте от 35 до 78 лет, без значительной ретенции мочевых путей, с сохраненной почечной функцией на стороне оперативного вмешательства, с коралловидными камнями 1-3 степени. Максимальный размер конкремента составлял 42 мм, расчетная площадь поверхности конкремента от 300 до 950 мм<sup>2</sup>, плотность от 680 до 1550 НУ. Посевы мочи из мочевого пузыря, выполненные амбулаторно в периоперационном периоде, были отрицательными. Также у пациентов интраоперационно забирались образцы мочи из лоханки для культурального исследования. Результат был получен на 5-7 сутки.

В первой группе (n=120) выполнялась перкутанная нефролитотрипсия по стандартной методике. Мочеточниковый катетер устанавливался ретроградно. Операция проводилась под спинномозговой анестезией, в положении больного на животе (n=105), а при наличии показаний – на спине (n=15). Пункция производилась по стандартной методике под рентгеновским, ультразвуковым или комбинированным контролем. При попадании иглы в полостную систему, проводилась страховая струна, а также датчик для мониторинга внутрилоханочного давления, при этом страховая струна и датчик оставались за пределами тубуса или Amplatz трубки. Далее ход бужировался до нужного диаметра. Использовался инструмент диаметром 26 Ch, при этом наружный размер Amplatz трубки составлял от 28 до 32 мм. Датчик позиционировался сразу под срезом кожных тканей. Далее выполнялась лазерная или пневматическая нефролитотрипсия. Количество доступов колебалось от 1 до 3. Извлечение фрагментов конкрементов производилось эндоскопическими щипцами. Время операции составило от 25 до 100 минут.

В течение операции постоянно мониторировалось внутрилоханочное давление по предложенной нами методике. В конце оперативного вмешательства устанавливался нефростомический дренаж, который удалялся на 3-5 сутки послеоперационного периода в зависимости от клинической ситуации.

Обращало на себя внимание то, что при окклюзии мочеточникового катетера на фоне ирригации жидкости изменялось внутрилоханочное давление на  $5,02 \pm 0,5$  см вод. ст. Давление ирригационного раствора исходно до начала манипуляций составляло 15 см вод. столба, что было достаточно для визуализации и навигации в полостной системе. При увеличении диаметра используемой Amplatz трубки отмечалось снижение внутрилоханочного давления на 3 см вод. ст. на каждый шаг ко-

жуха. Наибольший разброс давления и тенденция к его повышению отмечалась в момент тракции конкремента. Причем имела место следующая закономерность: максимальное внутрилоханочное давление регистрировалось при извлечении конкремента, сопоставимым по размерам с используемым диаметром кожных тканей. При тракции щипцами и корзинкой сопоставимых размеров с конкрементами внутрилоханочное давление составляло  $25 \pm 3,33$  и  $34 \pm 3,8$  см вод. ст. соответственно. Существенно давление возрастает при тампонаде полостной системы сгустками в момент оперативного вмешательства до  $35 \pm 3,2$  см вод. ст. При положении пациента на спине давление регистрировалось на  $5 \pm 0,37$  см вод. ст. ниже, чем при сопоставимой ситуации оперативного вмешательства на животе. При литотрипсии и навигации в чашках давление повышалось больше, чем при проведении инструмента в лоханку – на  $2,6 \pm 0,5$  и  $1,03 \pm 0,47$  см вод. ст. соответственно. Удаление сгустков из полостной системы снижает внутриполостное давление на  $1,5 \pm 0,5$  см вод. ст. Критическое повышение давления регистрируется при стремлении к минимизации диаметра устанавливаемого кожных тканей. Тем не менее разница в 2 Ch между наружным диаметром нефроскопа и внутренним кожных тканей полностью нивелируют скачки давления. Основной причиной повышения давления являлось увеличение давления ирригационной жидкости при недостаточной визуализации.

Во вторую группу включено 130 пациентов с коралловидным нефролитиазом 1-3 стадии, которым выполнялась перкутанная нефролитотрипсия с использованием мини нефроскопа с диаметром рабочего канала 16 Ch. Пациенты группы были сопоставимы по возрасту и по размерам и площади конкрементов с пациентами 1 группы. Длительность оперативного вмешательства составляла 50–120 мин. Ретроградно устанавливался мочеточниковый катетер. Выполнялось бужирование, устанавливался датчик для мониторинга давления, по вышеописанной методике. При необходимости вмешательство выполнялось последовательно из нескольких доступов, по окончании операции устанавливался нефростомический дренаж или применялась бездренажная методика в зависимости от клинической ситуации.

Контроль внутрилоханочного давления выполнялся пациентам обеих групп. Исходно измерялось давление сразу после позиционирования датчика в полостной системе, в дальнейшем при введении инструмента и далее по ходу манипуляций в течение оперативного вмешательства. Все показатели записывались и сопоставлялись с действиями хирурга. Особое внимание обращалось на повышение внутриполостного давления выше 40 см вод. ст., продолжительность повышения давления, а также манипуляциями, в течение которых повышенное давление было зарегистрировано. ■



При анализе полученных данных у пациентов первой группы давление в течение оперативного вмешательства сохранялось на цифрах  $9 \pm 2,3$  см вод. ст. При введении инструментов в инструментальный канал давление снижалось до  $5,9 \pm 1,7$  см вод. ст. Давление незначительно, до  $6,7 \pm 0,9$  см вод. ст., повышалось при отмывании фрагментированного конкремента, при тракции конкрементов щипцами или корзинкой давление оставалось ниже –  $6,3 \pm 1,2$  см вод. ст. В момент увеличения потока перфузионной жидкости (до 150-200 мл/мин) внутриполостное давление повышалось до  $20 \pm 4,5$  см вод. ст., что при отмывании фрагментов конкремента приводило к повышению давления выше 30 см вод. ст., при выраженной геморрагии – до  $23 \pm 2,3$  см вод. ст. Тампонада чашек во время оперативного вмешательства вызывала более быстрое нарастание внутриполостного давления до  $30 \pm 5,5$  см вод. ст. Суммарно превышение давления в первой группе было зарегистрировано у 18 (34,1%) пациентов. В этой группе максимальный уровень внутрилоханочного давления составил  $33 \pm 4$  см вод. ст. Время повышения давления на протяжении всей операции составило в среднем  $15 \pm 3$  секунд. При этом незначительные колебания давления имели место при введении инструментов в рабочий канал реноскопа, либо при выполнении литотрипсии. Гипертермия в послеоперационном периоде отмечена у 30 (25%) пациентов. Из них повышение интраоперационного внутрилоханочного давления отмечено у 23 (76,6%) пациентов, у 7 (23,3%) пациентов повышения данного показателя не было. Повышение давления в сочетании с положительным посевом мочи из лоханки оперируемой почки привело к гипертермии в 70% случаях (21 пациент).

При анализе полученных данных у пациентов второй группы среднее давление в течение оперативного вмешательства сохранялось на цифрах  $19 \pm 4,3$  см вод. ст., что достоверно выше значений первой группы ( $p \leq 0,001$ ). У пациентов второй группы превышение внутрилоханочного давления отмечено в 26 случаях (20%) и достигало  $58 \pm 4$  см вод. ст. Среднее время оперативного вмешательства составило  $56 \pm 8$  мин. Среднее время повышения внутриполостного давления за время проведенного оперативного вмешательства составляло в среднем  $125 \pm 5$  секунд. Окклюзия мочеточникового катетера приводила к повышению внутрилоханочного давления у пациентов второй группы на  $1,03 \pm 0,7$  см вод. ст.

В послеоперационном периоде у пациентов второй группы, у которых в ходе оперативного вмешательства регистрировалось повышенное внутрилоханочное давление, гипертермия до фебрильных цифр в первые двое суток отмечалась в 51% случаев от всего количества в группе (66 пациентов). Причем у пациентов, где интраоперационно превышения внутрилоханочного давления не было зарегистрировано, гипертермия имела место в 8 (12,2%) случаях, при повышении давления у 48 пациентов (73%). При положительном посеве из лоханки калькулезный пиелонефрит диагностирован в 77,3% случаев (51 пациент).

Геморрагических осложнений в обеих группах зарегистрировано не было.

Положительные посевы мочи на микрофлору из лоханки, при отрицательном из мочевого пузыря, у пациентов первой группы имелись в 58% случаев, у пациентов второй группы в 56%.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Мини-ПНЛТ быстро становится популярной из-за меньшего размера тракта, минимальной травмы пациента и уменьшения кровотечения [12]. Однако она связана с более высоким повышением уровня внутрилоханочного давления по сравнению со стандартным ПНЛТ. Повышенное внутрилоханочное давление во время чрескожных эндоскопических операций может привести к таким осложнениям, как пиелоренальный рефлюкс, интраоперационная бактериемия, сепсис и повреждение почек. Степень травмы напрямую связана с достигнутым максимальным внутрилоханочным давлением, длительностью его повышения и сопутствующей обструкцией [2].

M. Alsyouf с соавт. в 2018 году продемонстрировали, что более низкое внутрилоханочное давление связано с меньшей послеоперационной болью и более коротким пребыванием в больнице. Это требует мониторинга давления для ограничения его повышения, особенно при использовании ирригационной системы с высоким потоком [5].

C. Wu с соавт. изучили повышение внутрилоханочного давления и частоту послеоперационной лихорадки у пациентов, проходящих стандартную ПНЛТ и мини-ПНЛТ (размер тракта 18 Fr), и пришли к выводу, что чем меньше размер тракта, тем выше внутрилоханочное давление и вероятность послеоперационной лихорадки. Продолжительность (>60 сек.) повышенного давления >30 мм рт. ст. также предсказывает вероятность послеоперационной лихорадки, независимо от размера тракта [3].

H.Q. Guo с соавт. в 2008 году сообщили, что более высокое внутрилоханочное давление > 30 мм рт. ст. в течение более 10 мин связано с более высокой частотой осложнений во время мини-ПНЛТ [13].

В нашем исследовании у пациентов второй группы (при использовании мини-ПНЛТ) внутрилоханочное давление интраоперационно было достоверно выше ( $p \leq 0,05$ ).

Также, в обеих группах при повышении внутрилоханочного давления отмечено развитие гипертермии в послеоперационном периоде. Частота лихорадки и обострения калькулезного пиелонефрита достоверно выше в группе 1 ( $p \leq 0,05$ ), что объясняется большей травматизацией почечной паренхимы при создании рабочего хода.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный способ позволяет максимально точно интраоперационно мониторировать внутрилоханочное давление в процессе малоинвазивного хирургического лечения камней почек с целью минимизации

частоты развития инфекционно-воспалительных осложнений.

Наименьшие показатели внутрилоханочного давления в процессе ПНЛТ регистрируются при выполнении классической чрескожной нефролитотрипсии с установкой Amplatz коужа, превышающим на 2 и более Ch размер нефроскопа.

При выполнении миниперкутанной нефролитотрипсии установка мочеточникового катетера позволяет минимизировать повышение внутрилоханочного давления.

Гипертермия в послеоперационном периоде достоверно зависит от повышения внутрилоханочного давле-

ния и наличия инфекционного агента в полостной системе почки.

Раздельно выполняемые посевы мочи из полости почки и мочевого пузыря при обструкции даже минимальной выраженности могут иметь значимые отличия. Основной причиной повышения внутрилоханочного давления является увеличение потока ирригационной жидкости.

Исследование выполнено в рамках НИР по государственному заданию Минздрава России №121032900062-0 «Изучение фундаментальных основ этиопатогенеза мочекаменной болезни: роль микробиома мочи и метаболических нарушений в аспекте инфекционных и сердечно-сосудистых осложнений уrolитиаза». ■

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Tokas T, Skolarikos A, Herrmann TR, Nagele U. Training and Research in Urological Surgery and Technology (T.R.U.S.T.) – Group. Pressure matters 2: Intrarenal pressure ranges during upper-tract endourological procedures. *World J Urol* 2019;37(1):133–42. <https://doi.org/10.1007/s00345-018-2379-3>.
2. Loftus CJ, Hinck B, Makovey I, Sivalingam S, Monga M. Mini versus standard percutaneous nephrolithotomy: the impact of sheath size on intrarenal pelvic pressure and infectious complications in a porcine model. *J Endourol* 2018;32(4):350–3. <https://doi.org/10.1089/end.2017.0602>.
3. Wu C, Hua XL, Zhang JZ, Zhou XR, Zhong W, Ni HD. Comparison of renal pelvic pressure and postoperative fever incidence between standard and mini-tract percutaneous nephrolithotomy. *Kaohsiung J Med Sci* 2017;33(1):36–43. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2016.10.012>.
4. Strittmatter F, Nagele U, Schachtner J, Bader MJ. Evaluation of intrarenal pressure stability at different lithotripter suction settings in a porcine kidney model. *World J Urol* 2021;39(9):3665–70. <https://doi.org/10.1007/s00345-021-03679-5>.
5. Alsouf M, Abourbih S, West B, Hodgson H, Baldwin DD. Elevated renal pelvic pressures during percutaneous nephrolithotomy risk higher postoperative pain and longer hospital stay. *J Urol* 2018;199(1):193–9. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2017.08.039>.
6. Loftus C, Byrne M, Monga M. High pressure endoscopic irrigation: impact on renal histology. *Int Braz J Urol* 2021;47(2):350–6. <https://doi.org/10.1590/S1677-5538.IBJU.2020.0248>.
7. Zanetti SP, Lievore E, Fontana M, Turetti M, Gallioli A, Longo F, et al. Vacuum-assisted

- mini-percutaneous nephrolithotomy: a new perspective in fragments clearance and intrarenal pressure control. *World J Urol* 2021(39):1717–23. <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03318-5>.
8. Chan JY, Wong VK, Wong J, Paterson RF, Lange D, Chew BH, Scotland KB. Predictors of urosepsis in struvite stone patients after percutaneous nephrolithotomy. *Investig Clin Urol* 2021;62(2):201–9. <https://doi.org/10.4111/icu.20200319>.
9. Koras O, Bozkurt IH, Yonguc T, Degirmenci T, Arslan B, Gunlusoy B et al. Risk factors for postoperative infectious complications following percutaneous nephrolithotomy: a prospective clinical study. *Urolithiasis* 2015;43(1):55–60. <https://doi.org/10.1007/s00240-014-0730-8>.
10. Jung H, Osther PJ. Intraluminal pressure profiles during flexible ureterorenoscopy. *Springerplus* 2015(4):373. <https://doi.org/10.1186/s40064-015-1114-4>.
11. Doizi S, Letendre J, Cloutier J, Ploumidis A, Traxer O. Continuous monitoring of intrapelvic pressure during flexible ureteroscopy using a sensor wire: a pilot study. *World J Urol* 2021;39(4):1257–62. <https://doi.org/10.1007/s00345-020-03287-9>.
12. Ozden E, Mercimek MN, Bostanci Y, Yakupoglu YK, Sirtbas A, Sarikaya S. Long-term outcomes of percutaneous nephrolithotomy in patients with chronic kidney disease: a single-center experience. *Urology* 2012;79(5):990–4. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2011.10.066>.
13. Guo HQ, Shi HL, Li XG, Gan WD, Zeng LQ, Liu GX, et al. Relationship between the intrapelvic perfusion pressure in minimally invasive percutaneous nephrolithotomy and postoperative recovery. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi* 2008;46(1):52–4.

### Сведения об авторах:

Хотько Д.Н. – к.м.н., заведующий отделением урологии, ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России; Саратов, Россия; РИНЦ Author ID 661608

Хотько А.И. – к.м.н., ассистент кафедры урологии ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России; Саратов, Россия; РИНЦ Author ID 1052224

Попков В.М. – д.м.н., заведующий кафедрой урологии, ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского Минздрава России; Саратов, Россия; РИНЦ Author ID 412990

Тарасенко А.И. – к.м.н., заместитель директора по инновационному развитию Института урологии и репродуктивного здоровья, Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); Москва, Россия; РИНЦ Author ID 715646

Ефимова А.О. – к.м.н., врач-дерматовенеролог, Государственное казенное учреждение «Центральный клинический госпиталь ФТС России»; Москва, Россия; РИНЦ Author ID 1039569

### Вклад авторов:

Хотько Д.Н. – написание текста, 40%  
Хотько А.И. – сбор и обработка материала, 20%  
Попков В.М. – концепция и дизайн исследования, 15%  
Тарасенко А.И. – концепция и дизайн исследования, 15%  
Ефимова А.О. – статистическая обработка данных, 10%

**Конфликт интересов:** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Статья поступила:** 23.06.22

**Результаты рецензирования:** 02.07.22

**Исправления получены:** 15.07.22

**Принята к публикации:** 17.07.22

### Information about authors:

Khotko D.N. – PhD, Head of the Department of Urology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia; Saratov, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-7966-5181>

Khotko A. I. – PhD, Assistant of the Department of Urology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky, Ministry of Health of Russia; Saratov, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4569-9906>

Popkov V.M. – Dr. Sc., Head of the Department of Urology, Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky of the Ministry of Health of Russia; Saratov, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-2876-9607>

Tarasenko A.I. – PhD, Deputy Director for Innovative Development of the Institute of Urology and Reproductive Health, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Sechenov University); Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3258-8174>

Efimova A.O. – PhD, dermatovenerologist, State public institution «Central Clinical Hospital of the Federal Customs Service of Russia» Central Clinical Hospital of the Federal Customs Service of Russia; Moscow, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0548-28231>

### Authors' contributions:

Khotko D.N. – article writing, 40%  
Khotko A.I. – collection and processing of material, 20%  
Popkov V.M. – concept and design of research, 15%  
Tarasenko A.I. – concept and design of research, 15%  
Efimova A.O. – statistical processing 10%

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Financing.** The article was published without financial support.

**Received:** 23.06.22

**Peer review:** 02.07.22

**Corrections received:** 15.07.22

**Accepted for publication:** 17.07.22