



Эффективность, безопасность и технические особенности выполнения перкутанной нефролитотомии с точки зрения доказательной медицины (систематический обзор мета-анализов)

© Виген А. Малхасян^{1,2}, Нариман К. Гаджиев³, Сергей О. Сухих²,
Дмитрий Ю. Пушкар^{1,2}

¹ Российский университет медицины [Москва, Россия]

² Городская клиническая больница им. С. П. Боткина [Москва, Россия]

³ Клиника высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова — Санкт-Петербургский государственный университет [Санкт-Петербург, Россия]

Аннотация

На сегодняшний день в литературе представлен большой объём данных относительно эффективности, безопасности, технических особенностей выполнения перкутанной нефролитотомии. Ощутимая доля исследований представлена в формате систематически обзоров литературы и мета-анализов. В данной работе проведён анализ накопившегося материала в виде системного обзора мета-анализов с целью формирования клинических рекомендаций, имеющих высокий уровень доказательности.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; перкутанная нефролитотомия; чрескожная нефролитотомия; нефролитолапаксия; нефролитотрипсия; послеоперационные осложнения; обзор мета-анализов

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки. **Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: В.А. Малхасян — разработка дизайна исследования, обзор литературы, анализ данных, написание текста рукописи; Н.К. Гаджиев — обзор литературы, анализ данных, научное редактирование; С.О. Сухих — обзор литературы, анализ данных, написание текста рукописи; Д.Ю. Пушкар — разработка дизайна исследования, научное руководство, критический обзор.

✉ **Корреспондирующий автор:** Виген Андреевич Малхасян; vigenmalkhasyan@gmail.com

Поступила в редакцию: 20.01.2024. **Принята к публикации:** 12.03.2024. **Опубликована:** 26.04.2024.

Для цитирования: Малхасян В.А., Гаджиев Н.К., Сухих С.О., Пушкар Д.Ю. Эффективность, безопасность и технические особенности выполнения перкутанной нефролитотомии с точки зрения доказательной медицины (систематический обзор мета-анализов). *Вестник урологии*. 2024;12(2):87-107. DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-2-87-107.

Evidence-based efficacy, safety and technical features of performing percutaneous nephrolithotomy (systematic review of meta-analyses)

© Vigen A. Malkhasyan^{1,2}, Nariman K. Gadzhiev³, Sergey O. Sukhikh²,
Dmitry Yu. Pushkar^{1,2}

¹ Russian University of Medicine (RosUniMed) [Moscow, Russian Federation]

² Botkin City Clinical Hospital [Moscow, Russian Federation]

³ Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies — St. Petersburg State University [St. Petersburg, Russian Federation]

Abstract

To date, the literature presents a wide data regarding the effectiveness, safety, and technical features of percutaneous nephrolithotomy. A significant proportion of studies are presented in the format of systematic literature reviews and meta-analyses. This article presents an analysis of the accumulated data was carried out in the form of a systematic review of meta-analyses.

Keywords: urolithiasis; percutaneous nephrolithotomy; postoperative complications; meta-analysis

Financing. The study was not sponsored. **Conflict of interest.** The authors declare no conflicts of interest.

Authors' contribution: V.A. Malkhasyan — study design, literature review, drafting the manuscript, data analysis; N.K. Gadzhiev — study concept, literature review, scientific editing; S.O. Sukhikh — drafting the manuscript, statistical data processing, literature review; D.Yu. Pushkar — supervision, study design development, critical review.

✉ **Corresponding author:** Vigen A. Malkhasyan; vigenmalkhasyan@gmail.com

Received: 01/08/2024. **Accepted:** 03/12/2024. **Published:** 04/26/2024.

For citation: Malkhasyan V.A., Gadzhiev N.K., Sukhikh S.O., Pushkar D.Yu. Evidence-based efficacy, safety and technical features of performing percutaneous nephrolithotomy (systematic review of meta-analyses). *Urology Herald*. 2024;12(2):87-107. (In Russ.). DOI: 10.21886/2308-6424-2024-12-2-87-107.

Введение

Перкутанная нефролитотомия (ПНЛ) была представлена I. Fernström и B. Johansson в 1976 году. С тех пор данная операция активно внедрялась в широкую клиническую практику, зарекомендовав себя как эффективная, малоинвазивная и безопасная альтернатива открытой хирургии мочекаменной болезни. Внедрение других малоинвазивных методов лечения мочекаменной болезни и развитие новых технологий фрагментации мочевых камней привели к появлению различных модификаций перкутанной нефролитотомии. С течением времени изменялись характер и количество перкутанных доступов, положение пациента на операционном столе, методы дезинтеграции камня и интраоперационной навигации. Разрабатывались и внедрялись миниатюризированные инструменты, кожухи с функцией активной аспирации и методы эндоскопических вмешательств, подразумевающие комбинирование ПНЛ с другими видами эндоскопических процедур. Были разработаны и введены в клиническую практику методики бездренажной ПНЛ, ПНЛ из нескольких доступов.

Главным фактором, ограничивающим широкое применение ПНЛ, по сей день является ряд потенциальных осложнений инфекционного и геморрагического характера, а также осложнений, связанных с трангрессией тканей и возможным повреждением смежных органов. За последние десятилетия накопилось огромное количество прикладных научных данных о применении ПНЛ, обобщённых в форме мета-анализов. В этой связи систематизация и анализ материала в формате системного обзора мета-анализов с целью формирования клинических рекомендаций, имеющих высокий уровень доказательности, представляется актуальной задачей современной урологии.

Методология поиска

В базах данных PubMed, Google Scholar и Scopus произведен системный поиск мета-анализов, оценивающих эффективность, безопасность и технические особенности выполнения перкутанной нефролитотомии, опубликованных в период с 2010 года по сентябрь 2023 года (за последние 13 лет). Применили свободный текстовый поиск. В качестве поисковых запросов ис-

пользовали следующие ключевые слова: "Percutaneous nephrolithotomy", "Regular percutaneous nephrolithotomy", "Mini-percutaneous nephrolithotomy", "Ultra-mini-percutaneous nephrolithotomy", "Super-mini-percutaneous nephrolithotomy", "PCNL", "Mini PCNL", "regular PCNL", "Ultra-mini PCNL", "Super-mini PCNL".

Критерием включения в обзор были систематические обзоры литературы, включающие мета-анализы, посвящённые изучению эффективности ПНЛ в лечении камней различного размера и локализации, рисков и профилактики осложнений ПНЛ, а также мета-анализы изучающие эффективность и безопасность ПНЛ в зависимости от размера используемого инструмента, положения пациента на операционном столе, вида анестезии, характера и количество чрескожных доступов, метода пункции почки, послеоперационного дренирования верхних мочевых путей, применения технологии активной аспирации, различных видов энергии, используемых для дезинтеграции камня и комбинации ПНЛ с другими эндоскопическими методами.

При скрининге работ, полученных по поисковому запросу, исключались нерелевантные работы, работы, посвящённые изучению результатов ПНЛ в детской хирургии, у пациентов со спинальной травмой, выполнению ПНЛ при камнях дивертикулов почечных чашечек и пациентам с трансплантированной почкой, а также работы, опубликованные не на английском языке, редакционные комментарии и работы, опубликованные исключительно в виде абстракта. Два исследователя независимо друг от друга провели поиск мета-анализов. Подходящие по названию исследования были оценены после изучения полного текста публикации. Списки литературы изучаемых работ также подверглись скринингу с целью выявления работ, подходящих для включения в данный обзор. После скрининга все дублирующиеся публикации были исключены. Любые разногласия, касаемые включения или исключения работ для данного обзора или любые другие разногласия устранялись консенсусным решением после совместного обсуждения или привлечения третьего автора.

Первичный поиск выявил 5 547 публикаций. После удаления дубликатов проведён

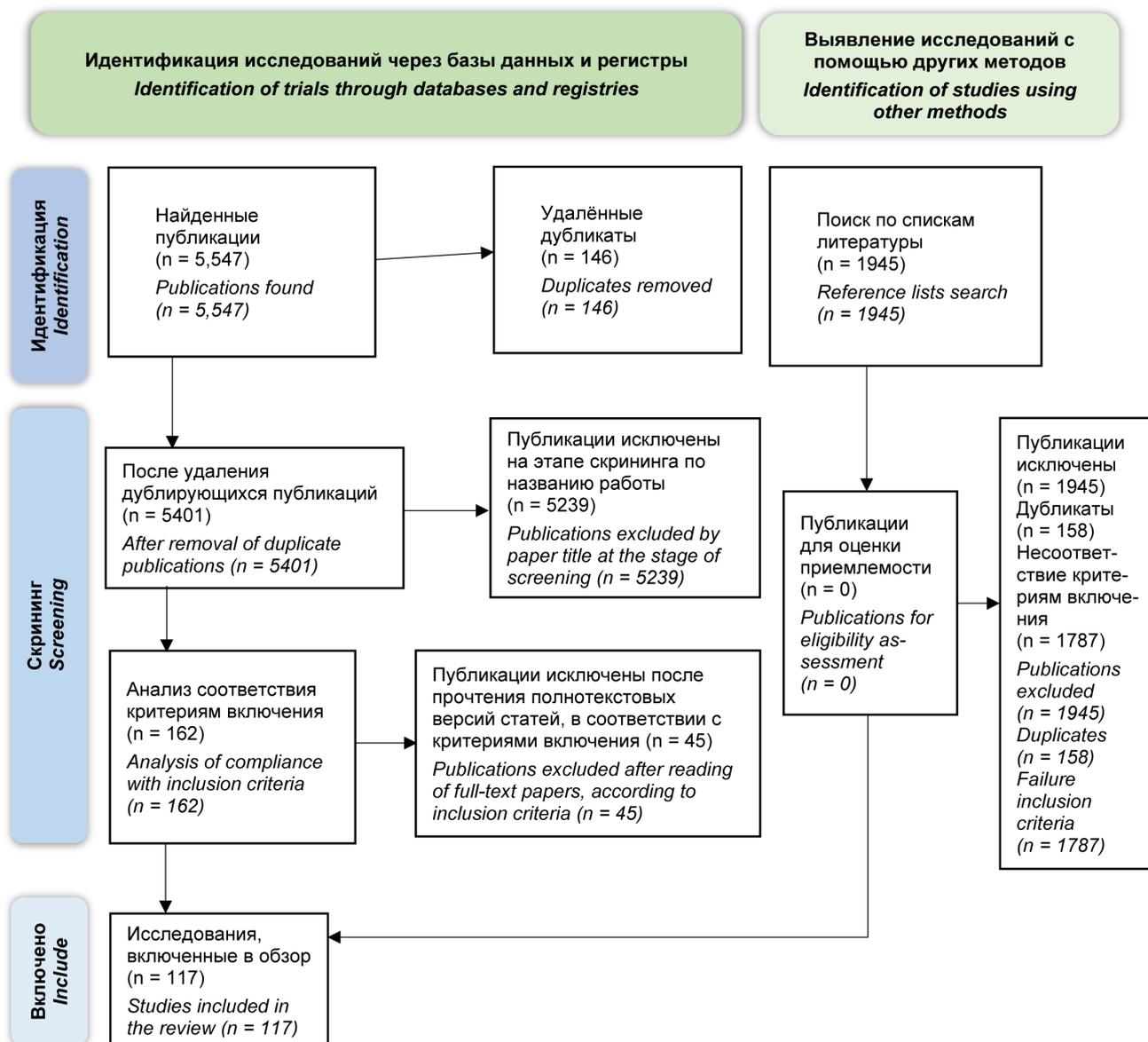


Рисунок. Алгоритм литературного поиска
Figure. Literary search strategy

скрининг 5 401 работ, из которых 162 работы были подвергнуты анализу на предмет соответствия критериям включения. После исключения 45 публикаций (4 публикации опубликованных не на английском языке, 4 публикации в которых отсутствовал полный текст статьи, и 37 нерелевантных работ, не соответствующих критериям включения) в данный обзор было включено 117 систематических обзоров, включающих мета-анализы. Также проведён скрининг списков литературы отобранных статей, из которых исключено 158 дубликатов и 1787 статей, не соответствующих критериям включения (рис.).

Эффективность перкутанной нефроли-

тотомии в сравнении с открытой нефро- и пиелолитотомией

В настоящее время в литературе представлен один мета-анализ, сравнивающий результаты ПНЛ при коралловидных камнях и открытой литотомией [1]. Результаты этого мета-анализа, включившего одно рандомизированное, два проспективных и семь ретроспективных исследований, выявили сопоставимые показатели избавления от камня (stone free rate — SFR), при этом такие показатели, как продолжительность операции, продолжительность госпитализации, объём кровопотери и частота гемотрансфузий, были ниже у пациентов, подвергшихся ПНЛ.

Таблица 1. Сравнение ПНЛ с РИРХ при удалении камней почки
Table 1. PCNL vs RIRS in kidney stone treatment

ПНЛ vs РИРХ PCNL vs RIRS	SFR	Осложнения Complications	Снижение гемоглобина Drop of hemoglobin	Забрюшинная гематома Paranephric hematoma	Гемотрансфузии Blood transfusions	Продолжительность госпитализации Hospital stay	Продолжительность операции Operative time
De et al. [4]	2015	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	ПНЛ PCNL
Jiang et al. [5]	2017	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	ПНЛ PCNL
Gao et al. [10]	2017	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	–	–	ПНЛ PCNL
Davis et al. [6]	2018	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	–	–	–	ПНЛ PCNL
Jiao et al. [7]	2019	ПНЛ PCNL	–	–	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL
Chung et al. [2]	2019	ПНЛ PCNL	–	–	–	–	–
Chen et al. [8]	2020	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	–
Dorantes-Carrillo et al. [9]	2021	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL	–	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL
Liu et al. [3]	2023	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL
							РИРХ RIRS

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; РИРХ — ретроградная интратрениальная хирургия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; RIRS — retrograde intrarenal surgery; SFR — stone-free rate

Эффективность перкутанной нефролитотомии и ретроградной интратрениальной хирургии при удалении камней почки

В современной литературе доступны восемь мета-анализов, сравнивающих результаты ПНЛ и ретроградной интратрениальной хирургии (РИРХ) при лечении камней почки [2 – 9] (табл. 1). Все мета-анализы демонстрируют более высокую эффективность ПНЛ в части обеспечения полного избавления от камня. Исключение составляет мета-анализ X.S. Gao et al. (2017), субгрупповой анализ которого выявил сопоставимую эффективность таких вмешательств, как РИРХ, ультра-мини-ПНЛ и микро-ПНЛ [10]. Большинство мета-анализов свидетельствует о более продолжительной госпитализации, более выраженном снижении уровня гемоглобина и более высокой частоте гемотрансфузий после выполнения ПНЛ, при этом отсутствует какая-либо разница в продолжительности оперативного вмешательства.

Эффективность перкутанной нефролитотомии в сравнении с ретроградной интратрениальной хирургией при лечении крупных (> 2 см) камней почки

На сегодняшний день в литературе представлены пять мета-анализов, сравнивающих результаты ПНЛ и РИРХ при лечении камней почки, размеры которых превышают 2 см [11 – 15].

Большинство из указанных мета-анализов демонстрирует более высокие показатели избавления от камня после ПНЛ по сравнению с РИРХ, равно как и более высокую частоту осложнений, более выраженное падение гемоглобина, более длительную продолжительность операции и пребывания в стационаре (табл. 2).

Эффективность перкутанной нефролитотомии в сравнении с ретроградной интратрениальной хирургией при лечении камней нижней чашечки

Сетевой мета-анализ, выполненный A.F. Awedew et al. (2023), показал, что самые высокие показатели избавления от камня

Таблица 2. Сравнение ПНЛ с РИРХ при лечении крупных (> 2 см) камней почки
Table 2. PCNL vs RIRS in treatment of large (>2 cm) kidney stone

ПНЛ vs РИРХ > 2 см PCNL vs RIRS > 2 cm	SFR	Осложнения Complications	Снижение гемоглобина Drop of hemoglobin	Повторные вмешательства Reinterventions	Продолжительность госпитализации Hospital stay	Продолжительность операции Operative time
Zheng et al. [11] 2014	Сопоставимо No difference	–	–	–	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS
Kang et al. [12] 2017	ПНЛ PCNL	–	–	–	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS
Zewu et al. [13] 2019	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	ПНЛ PCNL	–
Kim et al. [14] 2020	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	–	РИРХ RIRS	–	–
Barone et al. [15] 2020	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; РИРХ — ретроградная интравенальная хирургия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; RIRS — retrograde intrarenal surgery; SFR — stone-free rate

Таблица 3. Показатели избавления от камня при его локализации в нижней чашечке
Table 3. SFR after treatment of lower-calyx stones

Мини-ПНЛ Mini-PCNL	98%
Ульта-мини-ПНЛ Ultra-mini-PCNL	96%
РИРХ RIRS	90%
Стандартная ПНЛ Standard PCNL	88%
Микро-ПНЛ Micro-PCNL	77%
ДУВЛ ESWL	69%

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; ДУВЛ — дистанционная ударно-волновая литотрипсия; РИРХ — ретроградная интравенальная хирургия.

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy, ESWL — extracorporeal shock wave lithotripsy; RIRS — retrograde intrarenal surgery.

при его локализации в нижней чашечке достигаются при выполнении мини-ПНЛ [16] (табл. 3).

Наряду с данным мета-анализом в литературе присутствуют ещё десять мета-анализов, каждый из которых подтверждает превосходство ПНЛ над РИРХ, с точки зрения эффективности [17 – 26] (табл. 4).

Большинство из представленных мета-анализов свидетельствует о том, что ПНЛ ассоциирована с более высокой частотой осложнений и более длительной продолжительностью госпитализации при сопоставимой продолжительности оперативного вмешательства и частоте повторных вмешательств.

Таблица 4. Сравнение ПНЛ с РИРХ при лечении камней нижней чашечки
Table 4. PCNL vs RIRS in treatment of lower calyx stones

ПНЛ vs РИРХ нижняя чашечка PCNL vs RIRS lower calyx	SFR	Осложнения Complications	Повторные сеансы Reinterventions	Продолжительность госпитализации Hospital stay	Продолжительность операции Operative time
Donaldson et al. [17] 2015	ПНЛ PCNL	–	–	–	–
Zhang et al. [18] 2015	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	–	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS
Yuri et al. [19] 2018	ПНЛ PCNL	–	–	–	–
Junbo et al. [20] 2019	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	Сопоставимо No difference	–	–
Cabrera et al. [21] 2020	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	–	Сопоставимо No difference	Сопоставимо No difference
Tsai et al. [22] 2020	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS	–	–

Таблица 4 (продолжение). Сравнение ПНЛ с РИРХ при лечении камней нижней чашечки
Table 4 (continuation). PCNL vs RIRS in treatment of lower calyx stones

ПНЛ vs РИРХ нижняя чашечка PCNL vs RIRS lower calyx	SFR	Осложнения Complications	Повторные сеансы Reinterventions	Продолжительность госпитализации Hospital stay	Продолжительность операции Operative time	
Kallidonis et al. [24]	2020	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL
Kallidonis et al. [23]	2021	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	РИРХ RIRS	ПНЛ PCNL	–
Liu et al. [25]	2023	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	–
Hou et al. [26]	2023	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	–
Awedew et al. [16]	2023	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; РИРХ — ретроградная интратрениальная хирургия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; RIRS — retrograde intrarenal surgery; SFR — stone-free rate

Таблица 5. Сравнение ПНЛ с ЛПЛТ
Table 5. PCNL vs LPLT

ПНЛ vs ЛПЛТ PCNL vs LPLT	SFR	Гипертермия Fever	Снижение гемоглобина Drop of hemoglobin	Гемотрансфузии Blood transfusions	Конверсии Conversions	Продолжитель- ность госпитали- зации Hospital stay	Продолжитель- ность опера- ции Operative time
Wang et al. [27]	2013	ЛПЛТ LPL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	ЛПЛТ LPL
Wang et al. [28]	2016	ЛПЛТ LPL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	–	ЛПЛТ LPL
Rui et al. [29]	2016	ЛПЛТ LPL	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	Сопоставимо No difference	–	Сопоставимо No difference
Zhao et al. [30]	2016	ЛПЛТ LPL	–	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ЛПЛТ LPL	–
Bai et al. [31]	2017	ЛПЛТ LPL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	ЛПЛТ LPL
Mao et al. [32]	2021	ЛПЛТ LPL	–	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference	Сопоставимо No difference
Mantica et al. [33]	2022	ЛПЛТ LPL	–	ПНЛ PCNL	–	–	–

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; ЛПЛТ — лапароскопическая пиелолитотомия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; LPLT — laparoscopic pyelolithotomy; SFR — stone-free rate

Эффективность перкутанной нефролитотомии в сравнении с лапароскопической пиелолитотомией

В настоящее время в литературе представлены семь мета-анализов, сравнивающих эффективность перкутанной нефролитотомии и лапароскопической пиелолитотомии (ЛПЛТ) [27 – 33] (табл. 5).

Согласно результатам большинства мета-анализов, лапароскопическая пиелолитотомия связана с более высокими показателями избавления от камня, более длительной продолжительностью операции и пребывания в стационаре, меньшей частотой гипертермии, гемотрансфузий и менее выраженным снижением уровня гемоглобина.

Таблица 6. Сравнение ПНЛ с УРС при удалении камней верхней трети мочеточника
Table 6. PCNL vs URS in treatment of upper ureteral stones

ПНЛ vs УРС в верхней трети мочеточника PCNL vs URS in the upper third of the ureter	SFR	Гипертермия Fever	Снижение гемоглобина Drop of hemoglobin	Гемотрансфузии Blood transfusions	Конверсии Conversions	Продолжительность госпитализации Hospital stay	Продолжительность операции Operative time
Wu et al. [36]	2017	ПНЛ PCNL	–	–	–	ПНЛ PCNL	Сопоставимо No difference
Wang et al. [34]	2017	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	–	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL	ПНЛ PCNL
Gao et al. [35]	2017	ПНЛ PCNL	–	–	–	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL
Wang et al. [37]	2020	ПНЛ PCNL	– Сопоставимо No difference	–	ПНЛ PCNL	–	–
Lai et al. [38]	2020	ПНЛ PCNL	–	УРС URS	–	–	–
Sharma et al. [39]	2021	ПНЛ PCNL	–	–	–	ПНЛ PCNL	–

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; ЛПЛТ — лапароскопическая пиелолитотомия; SFR — stone-free rate | частота без-каменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; LPLT — laparoscopic pyelolithotomy; SFR — stone-free rate

Таблица 7. Сравнение ПНЛ с ЛУЛТ при удалении камней верхней трети мочеточника
Table 7. PCNL vs LULT for treatment of upper ureteral stones

ПНЛ vs ЛУЛТ в верхней трети мочеточника PCNL vs LULT in the upper ureteral stones	SFR	Гипертермия Fever	Гемотрансфузии Blood transfusions
Sharma et al. [39]	2021	Сопоставимо No difference	–
Wang et al. [37]	2020	Сопоставимо No difference	ПНЛ PCNL
Lai et al. [38]	2020	Сопоставимо No difference	–

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; ЛУЛТ — лапароскопическая уретеролитотомия

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; LULT — laparoscopic ureterolithotomy

Эффективность перкутанной нефролитотомии в сравнении с уретероскопией и лапароскопической уретеролитотомией при удалении камней верхней трети мочеточника

Данные, сравнивающие эффективность перкутанной нефролитотомии и других методов лечения камней верхней трети мочеточника, представлены шестью мета-анализами [34 – 39] (табл. 6), три из которых [37 – 39] представляют данные сравнения перкутанной нефролитотомии с лапароскопической уретеролитотомией (ЛУЛТ) (табл. 7). Все указанные мета-анализы свидетельствуют о более высокой эффективно-

сти ПНЛ по сравнению с УРС, сопоставимой частоте осложнений, более низкой частоте перфораций мочеточника, гипертермии и меньшей продолжительности оперативного вмешательства. Наряду с этим большинство мета-анализов демонстрируют более высокую частоту гемотрансфузий и более длительное пребывание пациента в стационаре после выполнения ПНЛ.

Три мета-анализа сравнивающие эффективность ПНЛ и ЛУЛТ указывают на сопоставимую эффективность методов при более высокой частоте гипертермии и гемотрансфузий, наблюдающихся после ПНЛ (табл. 7).

Таблица 8. Сравнение стандартной ПНЛ и мини-ПНЛ
Table 8. Standard PCNL vs Mini PCNL

Стандартная ПНЛ vs Мини-ПНЛ <i>Regular PCNL vs Mini PCNL</i>	SFR	Гипертермия <i>Fever</i>	Снижение гемоглобина <i>Drop of hemoglobin</i>	Гемотрансфузии <i>Blood transfusions</i>	Послеоперационная боль <i>Postoperative pain</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>	
Zhu et al. [40]	2015	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Feng et al. [41]	2020	ПНЛ <i>PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	–	–	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Deng et al. [42]	2021	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	–	–	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Sharma et al. [43]	2022	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	–	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Wan et al. [44]	2022	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Mykoniatis et al. [45]	2022	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>
Qin et al. [46]	2022	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Стандартная ПНЛ <i>Standard PCNL</i>	Мини-ПНЛ <i>Mini PCNL</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

Таблица 9. Сравнение микро-ПНЛ и РИРХ
Table 9. Micro PCNL vs RIRS

Микро ПНЛ vs РИРХ <i>Micro PCNL vs RIRS</i>	SFR	Снижение гемоглобина <i>Drop of hemoglobin</i>	Осложнения <i>Complications</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>	
Li et al. [49]	2018	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Gu et al. [50]	2021	РИРХ <i>RIRS</i>	РИРХ <i>RIRS</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Zhang et al. [51]	2020	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	–	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>	Микро-ПНЛ <i>Micro PCNL</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; РИРХ — ретроградная интратренальная хирургия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; RIRS — retrograde intrarenal surgery; SFR — stone-free rate

Эффективность перкутанной нефролитотомии в зависимости от размера инструмента

В современной литературе семь мета-анализов сравнивают результаты стандартной и мини-ПНЛ [40 – 46] (табл. 8). Результаты подавляющего большинства мета-анализов свидетельствуют о сопоставимой эффективности методов, сопоставимой частоте гипертермии и болевых ощущений в послеоперационном периоде. Практически все мета-анализы подтверждают более высокую частоту гемотрансфузий и более выраженное снижение уровня гемоглобина после выполнения стандартной

ПНЛ. При этом стандартная ПНЛ позволяет сократить время операции, однако пациенты, подвергающиеся мини-ПНЛ, проводят в стационаре меньше времени.

Сравнению эффективности супер-мини-ПНЛ (СМПНЛ) посвящены два мета-анализа. Мета-анализ Н. Li и соавт. (2023), оценивший эффективность и безопасность данного метода в сравнении с такими методами лечения, как РИРХ, стандартная и мини-ПНЛ, показал, что эффективность СМПНЛ была сопоставима с группой контроля, при этом СМПНЛ была ассоциирована с более высокой частотой лихорадки и осложнений (Clavien-Dindo III) [47]. Результаты мета-

Таблица 10. Сравнение ПНЛ с системой активной аспирации и традиционной ПНЛ
Table 10. PCNL + active aspiration system vs regular PCNL

Аспирационная ПНЛ vs Традиционная ПНЛ <i>Aspiration vs Regular PCNL</i>	SFR	Гипертермия <i>Fever</i>	Осложнения <i>Complications</i>	Гемотрансфузии <i>Blood transfusions</i>	Вспомогательные вмешательства <i>Auxiliary interventions</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>
Chen et al. [52]	2021	Аспирационная ПНЛ <i>Aspiration PCNL</i>	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Zhu et al. [53]	2021	Аспирационная ПНЛ <i>Aspiration PCNL</i>	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–
Li et al. [54]	2022	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–	Традиционная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

Таблица 11. Сравнение эффективности и безопасности ПНЛ из мульти и монодоступа
Table 11. Efficacy and safety of multi-tract PCNL vs single-tract PCNL

Мульти-ПНЛ vs Моно-ПНЛ <i>Multi-tract vs single-tract access PCNL</i>	SFR	Осложнения <i>Complications</i>	Гемотрансфузии <i>Blood transfusions</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>	
Jiao et al. [56]	2020	Сопоставимо <i>No difference</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	–	–
Wang et al. [57]	2021	Моно-доступ <i>Single-tract</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Song et al. [58]	2022	Моно-доступ <i>Single-tract</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	Мультидоступ <i>Multi-tract</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

анализа M. Zeid et al. (2022) показали, что эффективность СМПНЛ была сопоставима с эффективностью мини-ПНЛ и была несколько выше эффективности РИРХ. При этом продолжительность операции при СМПНЛ была значительно дольше, чем при мини-ПНЛ и короче, чем при РИРХ [48].

Сравнению эффективности микро-ПНЛ и РИРХ, посвящены три мета-анализа, результаты которых свидетельствуют о более высокой эффективности микро-ПНЛ на фоне сопоставимой частоты осложнений и продолжительности оперативного вмешательства [49 – 51] (табл. 9). Тем не менее микро-ПНЛ ассоциирована с более выраженным снижением гемоглобина и более длительными сроками госпитализации.

Эффективность ПНЛ с системой активной аспирации

Большинство существующих на сегодняшний день мета-анализов свидетельствуют о том, что применение ПНЛ с системой активной аспирации позволяет добиться

более высоких показателей избавления от камня, сократить время операции, снизить частоту инфекционных осложнений и сократить количество вспомогательных вмешательств [52 – 54] (табл. 10).

Технические особенности выполнения ПНЛ: характер и количество доступов

В современной литературе представлен один мета-анализ Z. He et al. (2019) сравнивающий эффективность и безопасность надрёберного и субкостального доступов [55]. Результаты данного мета-анализа демонстрируют, что надрёберный доступ сопряжён с более высокой частотой развития гидроторакса и более выраженным снижением гемоглобина, при этом данный доступ сопоставим с субкостальным в части эффективности, частоты гипертермии и гемотрансфузий.

Сравнению эффективности и безопасности мульти и монодоступа посвящено три мета-анализа [56 – 58] (табл. 11).

Ни один из указанных мета-анализов не подтверждают гипотезу о более высокой эффективности ПНЛ, выполняемой через несколько доступов, кроме того, результаты всех трёх мета-анализов свидетельствуют о более высокой частоте осложнений и гемотрансфузий при отсутствии какой-либо разницы в продолжительности оперативного вмешательства.

Технические особенности выполнения ПНЛ: комбинация ПНЛ с другими эндоскопическими методами

Единственный в своём роде мета-анализ D.R. Widyokirono et al. (2022), сравнивающий результаты ПНЛ и эндоскопической комбинированной интратанальной хирургии (ЭКИРХ) в лечении коралловидных камней почки продемонстрировал, что применение ЭКИРХ приводит к значительному увеличению показателя избавления от камня и сокращению вспомогательных вмешательств, при сопоставимых показателях продолжительности операции и выраженности снижения гемоглобина [59].

Технические особенности выполнения ПНЛ: энергия воздействия на камень

В мета-анализе D. Castellani et al. (2022) проведено сравнение лазерной и механической дезинтеграции камня [60]. Результаты мета-анализа продемонстрировали более низкие показатели избавления от камня при применении лазерной литотрипсии по сравнению с пациентами, у которых дезинтеграция камня осуществлялась пневматическим и ультразвуковым методом. Наряду с этим у пациентов, подвергшихся лазерной литотрипсии, регистрировалось более продолжительное время оперативного вмешательства и госпитализации, и отмечался более высокий риск развития гипертермии. В работе L. Lin et al. (2022) авторы сравнили эффективность литотрипсии выполняемой различными литотриптерами — ультразвуковыми, пневматическими и литотриптерами сочетающими в себе оба механизма действия [61]. Результаты мета-анализа продемонстрировали более высокую эффективность комбинированных инструментов. I. Mukoniatis et al. (2023) в своей работе приводит результаты сравнения однозондовых контактных литотриптеров двойного действия ShockPulse

и Trilogy с другими методами литотрипсии (лазерной, пневматической и двухзондовой комбинированной литотрипсией) [62]. Согласно данным мета-анализа, результаты литотрипсии при применении однозондовых контактных литотриптеров двойного действия были сопоставимы с результатами других видов литотрипсии в части избавления от камня, продолжительности операции, частоты гемотрансфузий и послеоперационных осложнений.

Технические особенности выполнения ПНЛ: метод дилатации при формировании чрескожного доступа

Работы C. Dehong (2013), Y. Li (2013) и P.X. Peng (2020) проводят сравнительный анализ методов дилатации рабочего канала [63 – 65]. Результаты данных работ свидетельствуют о более высокой эффективности одношаговой дилатации по сравнению с многошаговой в части снижения времени осуществления доступа, времени рентгеноскопии и менее выраженного снижения уровня гемоглобина.

Кроме того, мета-анализы C. Dehong (2013) и P.X. Peng (2020) демонстрируют более высокую эффективность и безопасность баллонной дилатации по сравнению с дилатацией при помощи Amplatz бужей, с точки зрения менее выраженного снижения гемоглобина, меньшей продолжительности осуществления доступа и меньшей частоты гемотрансфузий, особенно у пациентов с анамнезом открытых оперативных вмешательств на почке [63, 65].

Технические особенности выполнения ПНЛ: бездренажная ПНЛ

Одиннадцать мета-анализов сравнивают результаты бездренажной и традиционной (дренажной) ПНЛ [66 – 76] (табл. 12). Данные подавляющего большинства мета-анализов свидетельствуют об отсутствии какой-либо разницы между двумя техниками выполнения ПНЛ в показателях избавления от камня, снижения гемоглобина, частоты послеоперационной гипертермии и гемотрансфузий. Наряду с этим большинство мета-анализов свидетельствует о том, что применение бездренажной техники связано с более короткими сроками госпитализации, меньшей продолжительностью операции и меньшей потребностью в послеоперационной анальгезии. В дополне-

Таблица 12. Сравнение бездренажной и дренажной методик выполнения ПНЛ
Table 12. *Tubless PCNL vs regular PCNL*

Бездренажная ПНЛ vs Дренажная ПНЛ <i>Tubless vs Regular PCNL</i>	SFR	Гипертермия <i>Fever</i>	Снижение гемоглобина <i>Drop of hemoglobin</i>	Гемотрансфу- зии <i>Blood transfusions</i>	Анальгезия <i>Analgesia</i>	Продолжитель- ность госпитали- зации <i>Hospital stay</i>	Продолжитель- ность операции <i>Operative time</i>	
Yuan et al. [66]	2011	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Ni et al. [67]	2011	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Wang et al. [68]	2012	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Shen et al. [69]	2012	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Zhong et al. [70]	2013	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Xun et al. [71]	2017	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Lee et al. [72]	2017	–	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	–	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–
Li et al. [73]	2020	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Chen et al. [74]	2020	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	–
Gauhar et al. [75]	2022	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>
Wilhelm et al. [76]	2023	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	–	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>	Дренажная ПНЛ <i>Regular PCNL</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

ние результаты мета-анализа V. Gauhar et al. (2022) указывают на более низкую вероятность формирования мочевых свищей после бездренажной ПНЛ [75].

Что касается применения гемостатических агентов при выполнении бездренажной ПНЛ, то результаты мета-анализов J. Wang et al. (2014) и С. Yu et al. (2014), проведенных с целью изучения данного вопроса, свидетельствуют об отсутствии какого-либо эффекта указанных препаратов в части снижения частоты гемотрансфузий и выраженности снижения уровня гемоглобина [77, 78]. Говоря о частично бездренажной ПНЛ Y. Chen et al. (2018) в своей работе продемонстрировали, что внешний мочеточниковый катетер может использоваться в качестве полноценной альтернативы мочеточниковому стенту, что позволяет минимизировать выраженность стент-ассоциированных симптомов, никак не влияя на другие результаты операции [79].

Технические особенности выполнения ПНЛ: вид анестезии

Три мета-анализа доступные в современной литературе свидетельствуют о более низкой частоте тошноты, рвоты, гемотрансфузий, меньшей интенсивности послеоперационной боли и меньшей потребности в анальгезии у пациентов, подвергающихся ПНЛ под региональной (спинальной) анестезией [80 – 82] (табл. 13). Наряду с этим применение региональной анестезии приводит к сокращению продолжительности операции и госпитализации при сопоставимых показателях избавления от камня. Следует также отметить, что результаты мета-анализа H. Hu et al. (2015) показали: интраоперационная гипотония наблюдается значительно реже при выполнении ПНЛ под общей анестезией [81].

Таблица 13. Сравнение различных видов анестезии при выполнении ПНЛ
Table 13. Comparison of different types of anesthesia during PCNL

Региональная анестезия vs Общая анестезия <i>Regional vs General anesthesia</i>	SFR	Тошнота и рвота <i>Nausea and vomiting</i>	Гемотрансфузии <i>Blood transfusions</i>	Послеоперационная боль <i>Postoperative pain</i>	Альгезия <i>Analgesia</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>
Pu et al. [80]	2015	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>
Hu et al. [81]	2015	Сопоставимо <i>No difference</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>
Liu et al. [82]	2018	Сопоставимо <i>No difference</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>	Общая анестезия <i>General anesthesia</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

Таблица 14. Сравнение ПНЛ в положении на спине и на животе
Table 14. Supine PCNL vs prone PCNL

На спине vs На животе <i>Supine PCNL vs prone PCNL</i>	SFR	Гипертермия <i>Fever</i>	Осложнения <i>Complications</i>	Кровотечения <i>Bleeding</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>
Liu et al. [83]	2010	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	–
Wu et al. [84]	2011	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Zhang et al. [85]	2014	На животе <i>Prone</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>
Yuan et al. [86]	2016	На животе <i>Prone</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>	На животе <i>Prone</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Li et al. [87]	2019	Сопоставимо <i>No difference</i>	На животе <i>Prone</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Birowo et al. [88]	2020	На животе <i>Prone</i>	–	На животе <i>Prone</i>	–	Сопоставимо <i>No difference</i>
Keller et al. [89]	2021	Сопоставимо <i>No difference</i>	На животе <i>Prone</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
Falahatkar et al. [90]	2022	Сопоставимо <i>No difference</i>	На животе <i>Prone</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	На животе <i>Prone</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса
Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

Технические особенности выполнения ПНЛ: положение пациента

Восемь мета-анализов сравнивают результаты ПНЛ, выполненной в положении на спине и на животе [83 – 90] (табл. 14). Большинство мета-анализов не выявили, каких-либо различий между двумя методами с точки зрения эффективности вмешательства. Существенных различий не было выявлено и в частоте возникновения осложнений, кровотечений и продолжительности пребывания в стационаре. Однако в большинстве мета-анализов было показано, что ПНЛ в положении на животе

связано с более высокой частотой возникновения эпизодов гипертермии и более длительной продолжительностью оперативного вмешательства. В мета-анализе P. Wu et al. (2011) был рассчитан риск перфорации кишки в положении пациента на спине, который составил 0,5% [84].

Технические особенности выполнения ПНЛ: метод навигации при осуществлении доступа в чашечно-лоханочную систему (ЧЛС)

Эффективность и безопасность различных методов навигации при осуществлении

Таблица 15. Сравнение различных методов навигации при осуществлении доступа в ЧЛС почки
Table 15. Comparison of ultrasound vs flouroscopy-guided PCNL access

Рентген vs УЗИ <i>Flouroscopy-guided vs Ultrasound</i>	SFR	Время доступа <i>Access time</i>	Осложнения <i>Complications</i>	Кровотечения <i>Bleeding</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>
<i>Wang et al. [91]</i>	2015 УЗИ <i>Ultrasound</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	–
<i>Liu et al. [92]</i>	2017 Сопоставимо <i>No difference</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>
<i>Yang et al. [93]</i>	2019 Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Рентген <i>Flouroscopy</i>	Рентген <i>Flouroscopy</i>	–
<i>Arabzadeh Bahri et al. [94]</i>	2023 Сопоставимо <i>No difference</i>	УЗИ <i>Ultrasound</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>	Сопоставимо <i>No difference</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

доступа в ЧЛС почки проанализирована в четырёх мета-анализах [91 – 94] (табл. 15). Большинство из указанных мета-анализов свидетельствует об отсутствии значимой разницы между методами УЗИ и Рентген-контроля с точки зрения показателей избавления от камня и продолжительности госпитализации, при этом доступ под ультразвуковым наведением сопряжён с меньшей частотой осложнений, кровотечений и связан с меньшими затратами времени на пункцию ЧЛС.

Вместе с этим в литературе опубликованы результаты двух мета-анализов сравнивающие эффективность осуществления доступа в почку под ультразвуковым контролем с и без применения УЗ-контрастных препаратов [95, 96]. Согласно результатам данных работ, осуществление доступа в почку под ультразвуковым контролем с применением УЗ-контрастных препаратов позволяет добиться увеличения количества успешных пункций ЧЛС, выполненных с первой попытки, сократить время пункции, продолжительность госпитализации и добиться более высоких показателей избавления от камня.

Профилактика осложнений при выполнении ПНЛ: риски геморрагических осложнений и их профилактика

Согласно мета-анализу Н. Hu et al. (2016) значимым фактором развития геморрагических осложнений являются предшествующие открытые оперативные вмешательства на оперируемой почке [97]. В качестве другого существенного фактора риска геморрагических осложнений рассматрива-

ется антиагрегантная и антикоагулянтная терапия. В литературе на данный момент представлен один мета-анализ, оценивающий риски развития геморрагических осложнений на фоне антиагрегантной терапии аспирином [98]. Авторы данного мета-анализа продемонстрировали отсутствие какой-либо разницы в частоте гемотрансфузий между пациентами, которым антиагрегантная терапия прерывалась перед операцией и пациентами, которые продолжали принимать аспирин на момент оперативного вмешательства. Что касается фармакологической профилактики геморрагических осложнений, то на сегодняшний день самым популярным способом предотвращения кровотечений при выполнении ПНЛ является применение транексамовой кислоты. Большинство из семи мета-анализов, оценивающих эффективность применения данного препарата с целью снижения частоты геморрагических осложнений [99 – 105] свидетельствует о том, что применение транексамовой кислоты приводит к менее выраженному падению уровня гемоглобина, уменьшению частоты гемотрансфузий, сокращению времени операции и продолжительности госпитализации без увеличения риска тромбоэмболических осложнений [105] (табл. 16).

Профилактика осложнений при выполнении ПНЛ: риски инфекционных осложнений и их профилактика

Данные мета-анализа R. Vapir et al. (2022) свидетельствуют о сопоставимых рисках инфекционных осложнений при выполнении ПНЛ и РИРХ, в этом же мета-анализе

Таблица 16. Оценка эффективности применения транексамовой кислоты для профилактики геморрагических осложнений

Table 16. Efficacy of tranexamic acid in hemorrhage prophylaxis during PCNL

Применение транексамовой кислоты <i>Tranexamic acid use</i>	<i>SFR</i>	Снижение гемоглобина <i>Drop of hemoglobin</i>	Гемотрансфузии <i>Blood transfusions</i>	Продолжительность госпитализации <i>Hospital stay</i>	Продолжительность операции <i>Operative time</i>
<i>Wang et al. [99]</i>	2020 Сопоставимо <i>No difference</i>	–	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>
<i>Feng et al. [100]</i>	2020 –	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>
<i>Lee et al. [101]</i>	2022 Выше <i>Higher</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>
<i>Kallidonis et al. [102]</i>	2021 Сопоставимо <i>No difference</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>
<i>MacDonald et al.</i>	2022 Сопоставимо <i>No difference</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	–	Меньше <i>Less</i>
<i>Baccaglini et al. [103]</i>	2022 Выше <i>Higher</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>
<i>Prasad et al. [105]</i>	2023 Выше <i>Higher</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>	Меньше <i>Less</i>

Примечание. ПНЛ — перкутанная нефролитотрипсия; SFR — stone-free rate | частота безкаменного статуса

Note. PCNL — percutaneous nephrolithotripsy; SFR — stone-free rate

указано отсутствие какой-либо разницы в возникновении инфекционных осложнений после выполнения различных модификаций ПНЛ (Мини-ПНЛ vs Стандартная ПНЛ или Дренажная ПНЛ vs Бездренажная ПНЛ) [106]. Единственным исключением является ПНЛ с активной аспирацией, применение которой позволяет добиться существенного снижения рисков инфекционных осложнений. G. Zhou et al. (2022) в проведённом ими мета-анализе идентифицировали двенадцать независимых факторов риска инфекционных осложнений после ПНЛ:

- 1) женский пол;
- 2) лейкоцитурия;
- 3) инфекционные камни;
- 4) лейкоцитоз;
- 5) высокое нейтрофильно-лимфоцитарное соотношение;
- 6) мочеточниковый стент;
- 7) множественные доступы в почку в рамках одной операции;
- 8) время оперативного вмешательства;
- 9) резидуальные фрагменты;
- 10) положительный посев пузырной порции мочи;
- 11) положительный посев лоханочной порции мочи;
- 12) положительный посев камня [107].

На значимость такого фактора риска, как положительный посев мочи, обраща-

ют внимание и мета-анализы M. Liu et al. (2021) и D. Castellani et al. (2022), показавшие, что по сравнению с результатами посева пузырной порции мочи результаты интраоперационных посевов лоханочной мочи и посева камня являются гораздо более чувствительными предикторами синдрома системного воспалительного ответа и сепсиса [108, 109]. Эффективность предоперационной антибактериальной профилактики инфекционных осложнений перед выполнением ПНЛ изучена тремя мета-анализами [110 – 112]. Согласно результатам этих работ, предоперационная антибактериальная профилактика является эффективной мерой, позволяющей снизить частоту инфекционных осложнений и добиться стерильного интраоперационного посева мочи. При этом применение расширенных схем антибактериальной профилактики (до 7 дней) позволяет снизить риски возникновения синдрома системного воспалительного ответа и сепсиса у пациентов с факторами высокого риска инфекционных осложнений [111, 112].

Общий профиль безопасности ПНЛ

Представленные в литературе мета-анализы поддерживают тезис о том, что ПНЛ является безопасной операцией, которую возможно выполнять без ущерба

эффективности и безопасности, в том числе и амбулаторно [113, 114], а также выполнять пациентам с единственной почкой [115, 116], пациентам с тяжёлой степенью ожирения [117] и пациентам получающим антиагрегантную терапию [98].

Заклучение

Результаты нашего обзора показали, что, согласно существующим доказательным данным, ПНЛ является эффективной операцией, обеспечивающей более высокие показатели полного избавления от камня, чем РИРХ, в особенности при камнях, размеры которых превышают 2 см и камнях нижней чашечки. При этом мини-ПНЛ сопоставима по эффективности со стандартной ПНЛ и ассоциирована с меньшей частотой геморрагических осложнений. Главным преимуществом РИРХ перед ПНЛ является низкая частота геморрагических осложнений и меньшая продолжительность госпитализации пациента.

Микро-ПНЛ обеспечивает более высокие показатели избавления от камня, чем РИРХ на фоне сопоставимой частоты осложнений и продолжительности оперативного вмешательства. Тем не менее микро-ПНЛ ассоциирована с более выраженным снижением уровня гемоглобина и более продолжительной госпитализацией.

Лапароскопическая пиелолитотомия обеспечивает более высокие показатели избавления от камня, чем ПНЛ, и сопряжена с менее выраженным падением уровня гемоглобина и более длительной продолжительностью операции и госпитализации.

При лечении камней верхней трети мочеочника ПНЛ обеспечивает более высокие показатели избавления от камня, чем УРС, и сопоставимые показатели с лапароскопической уретеролитотомией, при этом ПНЛ связана с более высокой частотой гемотрансфузий, чем УРС и лапароскопическая уретеролитотомия.

Применение ПНЛ с активной аспирацией позволяет существенно увеличить её эффективность, сократить количество вспомогательных вмешательств и инфекционных осложнений.

Что касается характера и количества доступов при выполнении ПНЛ, то существующие данные свидетельствуют о более высокой частоте осложнений и гемотрансфузий при осуществлении нескольких доступов,

а надрёберный доступ при ПНЛ сопряжён с более высокой частотой развития гидроторакса и более выраженным снижением гемоглобина.

Применение ЭКИРХ приводит к значительному увеличению показателя избавления от камня и сокращению вспомогательных вмешательств при сопоставимых показателях продолжительности операции и снижения гемоглобина.

Применение лазерной литотрипсии обеспечивает более низкие показатели избавления от камня, чем методы пневматической и ультразвуковой дезинтеграции камня, а применение комбинированных литотриптеров, сочетающих в себе оба механизма (ультразвуковой и пневматический), демонстрирует сопоставимую эффективность с некомбинированными моделями.

Существующие данные свидетельствуют о более высокой эффективности и безопасности одношаговой дилатации по сравнению с многошаговой в части снижения времени осуществления доступа, времени рентгеноскопии и менее выраженного снижения уровня гемоглобина, а также о преимуществах баллонной дилатации по сравнению с дилатацией при помощи Amplatz бужей, в части менее выраженного снижения уровня гемоглобина, меньшей продолжительности осуществления доступа и более низкой частоты гемотрансфузий.

Результаты бездренажной ПНЛ сопоставимы с традиционной дренажной техникой в части избавления от камня, выраженности снижения гемоглобина и частоты послеоперационной гипертермии, обеспечивая более короткие сроки госпитализации, меньшую продолжительность операции и меньшую потребность в послеоперационной анальгезии. Применение гемостатических агентов при выполнении бездренажной ПНЛ не оказывает какого-либо эффекта на частоту гемотрансфузий и выраженность снижения уровня гемоглобина.

Выполнение ПНЛ под спинальной анестезией связана с более низкой частотой развития тошноты, рвоты, гемотрансфузий, меньшей интенсивностью послеоперационной боли и меньшей потребностью в анальгезии. Наряду с этим применение спинальной анестезии приводит к сокращению продолжительности операции и госпитализации при сопоставимых показателях избавления от камня.

Положение пациента на операционном столе не влияет на показатели избавления от камня, продолжительность госпитализации и частоту геморрагических осложнений, при этом ПНЛ, выполненная в положении на спине, связана с меньшей частотой эпизодов гипертермии и меньшей продолжительностью операции. Осуществление доступа под ультразвуковым наведением позволяет сократить время доступа и обеспечивает меньшую частоту осложнений по сравнению с пункцией ЧЛС под рентген-контролем.

Применение транексамовой кислоты является эффективным методом профилактики геморрагических осложнений. А положительный посев мочи наряду с другими факторами является существенным фактором риска инфекционных осложнений, при этом интраоперационные посева лоханочной мочи и посев камня являются гораздо

более чувствительными предикторами развития синдрома системного воспалительного ответа и сепсиса, чем посев пузырной порции мочи. Антибактериальная профилактика является эффективной мерой, позволяющей снизить частоту инфекционных осложнений, а применение расширенных схем антибактериальной профилактики (до 7 дней) позволяет снизить риски возникновения синдрома системного воспалительного ответа и сепсиса у пациентов с факторами высокого риска инфекционных осложнений.

ПНЛ является безопасной операцией, которую возможно выполнять без ущерба эффективности и безопасности в амбулаторных условиях, а также пациентам с единственной почкой, пациентам с тяжёлой степенью ожирения, а также пациентам, получающим антиагрегантную терапию.

Список литературы | References

1. Chen Y, Feng J, Duan H, Yue Y, Zhang C, Deng T, Zeng G. Percutaneous nephrolithotomy versus open surgery for surgical treatment of patients with staghorn stones: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(1):e0206810. DOI: 10.1371/journal.pone.0206810
2. Chung DY, Kang DH, Cho KS, Jeong WS, Jung HD, Kwon JK, Lee SH, Lee JY. Comparison of stone-free rates following shock wave lithotripsy, percutaneous nephrolithotomy, and retrograde intrarenal surgery for treatment of renal stones: A systematic review and network meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14(2):e0211316. DOI: 10.1371/journal.pone.0211316
3. Liu Y, Zhang H, Wen Z, Jiang Y, Huang J, Wang C, Chen C, Wang J, Bao E, Yang X. Efficacy and safety of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in the treatment of upper urinary tract stones (> 1 cm): a systematic review and meta-analysis of 18 randomized controlled trials. *BMC Urol*. 2023;23(1):171. DOI: 10.1186/s12894-023-01341-3
4. De S, Autorino R, Kim FJ, Zargar H, Laydner H, Balsamo R, Torricelli FC, Di Palma C, Molina WR, Monga M, De Sio M. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur Urol*. 2015;67(1):125-137. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.07.003
5. Jiang H, Yu Z, Chen L, Wang T, Liu Z, Liu J, Wang S, Ye Z. Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy versus Retrograde Intrarenal Surgery for Upper Urinary Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biomed Res Int*. 2017;2017:2035851. DOI: 10.1155/2017/2035851
6. Davis NF, Quinlan MR, Poyet C, Lawrentschuk N, Bolton DM, Webb D, Jack GS. Miniaturised percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteropyeloscopy: a systematic review and meta-analysis comparing clinical efficacy and safety profile. *World J Urol*. 2018;36(7):1127-1138. DOI: 10.1007/s00345-018-2230-x
7. Jiao B, Luo Z, Xu X, Zhang M, Zhang G. Minimally invasive percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in surgical management of upper urinary stones - A systematic review with meta-analysis. *Int J Surg*. 2019;71:1-11. DOI: 10.1016/j.ijssu.2019.09.005
8. Chen Y, Wen Y, Yu Q, Duan X, Wu W, Zeng G. Percutaneous nephrolithotomy versus flexible ureteroscopic lithotripsy in the treatment of upper urinary tract stones: a meta-analysis comparing clinical efficacy and safety. *BMC Urol*. 2020;20(1):109. DOI: 10.1186/s12894-020-00677-4
9. Dorantes-Carrillo LA, Basulto-Martínez M, Suárez-Ibarrola R, Heinze A, Proietti S, Flores-Tapia JP, Esqueda-Mendoza A, Giusti G. Retrograde Intrarenal Surgery Versus Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy for Kidney Stones >1cm: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Trials. *Eur Urol Focus*. 2022;8(1):259-270. DOI: 10.1016/j.euf.2021.02.008
10. Gao XS, Liao BH, Chen YT, Feng SJ, Gao R, Luo DY, Liu JM, Wang KJ. Different Tract Sizes of Miniaturized Percutaneous Nephrolithotomy Versus Retrograde Intrarenal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol*. 2017;31(11):1101-1110. DOI: 10.1089/end.2017.0547
11. Zheng C, Xiong B, Wang H, Luo J, Zhang C, Wei W, Wang Y. Retrograde intrarenal surgery versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of renal stones >2 cm: a meta-analysis. *Urol Int*. 2014;93(4):417-24. DOI: 10.1159/000363509
12. Kang SK, Cho KS, Kang DH, Jung HD, Kwon JK, Lee JY. Systematic review and meta-analysis to compare success rates of retrograde intrarenal surgery versus percutaneous nephrolithotomy for renal stones >2cm: An update. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(49):e9119. DOI: 10.1097/MD.00000000000009119
13. Zewu Z, Cui Y, Feng Z, Yang L, Chen H. Comparison of retrograde flexible ureteroscopy and percutaneous nephrolithotomy in treating intermediate size renal stones (2-3cm): a meta-analysis and systematic review. *Int Braz*

- J Urol.* 2019;45(1):10-22.
DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2018.0510
14. Kim CH, Chung DY, Rha KH, Lee JY, Lee SH. Effectiveness of Percutaneous Nephrolithotomy, Retrograde Intrarenal Surgery, and Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy for Treatment of Renal Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas).* 2020 Dec 30;57(1):26. DOI: 10.3390/medicina57010026
 15. Barone B, Crocetto F, Vitale R, Di Domenico D, Caputo V, Romano F, De Luca L, Bada M, Imbimbo C, Prezioso D. Retrograde intra renal surgery versus percutaneous nephrolithotomy for renal stones >2 cm. A systematic review and meta-analysis. *Minerva Urol Nefrol.* 2020;72(4):441-450. DOI: 10.23736/S0393-2249.20.03721-2
 16. Awedew AF, Seman YS, Yalew DZ, Wondmeneh YC, Yigzaw WA. Efficacy and safety of surgical treatment for 1-2 cm sized lower pole of renal stone: network meta-analysis of randomized control trials. *Urolithiasis.* 2023;51(1):82. DOI: 10.1007/s00240-023-01454-2
 17. Donaldson JF, Lardas M, Scrimgeour D, Stewart F, MacLennan S, Lam TB, McClinton S. Systematic review and meta-analysis of the clinical effectiveness of shock wave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones. *Eur Urol.* 2015;67(4):612-6. DOI: 10.1016/j.eururo.2014.09.054
 18. Zhang W, Zhou T, Wu T, Gao X, Peng Y, Xu C, Chen Q, Song R, Sun Y. Retrograde Intrarenal Surgery Versus Percutaneous Nephrolithotomy Versus Extracorporeal Shockwave Lithotripsy for Treatment of Lower Pole Renal Stones: A Meta-Analysis and Systematic Review. *J Endourol.* 2015;29(7):745-59. DOI: 10.1089/end.2014.0799
 19. Yuri P, Hariwibowo R, Soeroharjo I, Danarto R, Hendri AZ, Brodjonegoro SR, Rasyid N, Birowo P, Widyahening IS. Meta-analysis of Optimal Management of Lower Pole Stone of 10 - 20 mm: Flexible Ureteroscopy (FURS) versus Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) versus Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL). *Acta Med Indones.* 2018;50(1):18-25. PMID: 29686172
 20. Junbo L, Yugen L, Guo J, Jing H, Ruichao Y, Tao W. Retrograde Intrarenal Surgery vs. Percutaneous Nephrolithotomy vs. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy for Lower Pole Renal Stones 10-20 mm: A Meta-analysis and Systematic Review. *Urol J.* 2019;16(2):97-106. DOI: 10.22037/uj.v0i0.4681
 21. Cabrera JD, Manzo BO, Torres JE, Vicentini FC, Sánchez HM, Rojas EA, Lozada E. Mini-percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery for the treatment of 10-20 mm lower pole renal stones: a systematic review and meta-analysis. *World J Urol.* 2020;38(10):2621-2628. DOI: 10.1007/s00345-019-03043-8
 22. Tsai SH, Chung HJ, Tseng PT, Wu YC, Tu YK, Hsu CW, Lei WT. Comparison of the efficacy and safety of shockwave lithotripsy, retrograde intrarenal surgery, percutaneous nephrolithotomy, and minimally invasive percutaneous nephrolithotomy for lower-pole renal stones: A systematic review and network meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2020;99(10):e19403. DOI: 10.1097/MD.000000000019403
 23. Kallidonis P, Adamou C, Ntasiotis P, Pietropaolo A, Somani B, Özsoy M, Liourdi D, Sarica K, Liatsikos E, Tailly T. The best treatment approach for lower calyceal stones ≤20 mm in maximal diameter: mini percutaneous nephrolithotripsy, retrograde intrarenal surgery or shock wave lithotripsy. A systematic review and meta-analysis of the literature conducted by the European Section of Urology and Young Academic Urologists. *Minerva Urol Nephrol.* 2021;73(6):711-723. DOI: 10.23736/S2724-6051.21.04388-3
 24. Kallidonis P, Ntasiotis P, Somani B, Adamou C, Emiliani E, Knoll T, Skolarikos A, Tailly T. Systematic Review and Meta-Analysis Comparing Percutaneous Nephrolithotomy, Retrograde Intrarenal Surgery and Shock Wave Lithotripsy for Lower Pole Renal Stones Less Than 2 cm in Maximum Diameter. *J Urol.* 2020;204(3):427-433. DOI: 10.1097/JU.0000000000001013
 25. Liu M, Hou J, Xu F, Du H, Liu J, Li N. Minimally invasive nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in surgical management of Lower calyceal stones: a systematic review with meta-analysis. *Int J Surg.* 2023;109(5):1481-1488. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000394
 26. Hou J, Xu F, Du H, Liu J, Li N. Efficacy and safety of the surgical treatments for lower calyceal stones: a systematic review and network meta-analysis. *Int J Surg.* 2023;109(3):383-388. DOI: 10.1097/JS9.0000000000000062
 27. Wang X, Li S, Liu T, Guo Y, Yang Z. Laparoscopic pyelolithotomy compared to percutaneous nephrolithotomy as surgical management for large renal pelvic calculi: a meta-analysis. *J Urol.* 2013;190(3):888-93. DOI: 10.1016/j.juro.2013.02.092
 28. Wang J, Yang Y, Chen M, Tao T, Liu C, Huang Y, Guan H, Han X, Xu B. Laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of large renal pelvic calculi (diameter >2 cm): a meta-analysis. *Acta Chir Belg.* 2016;116(6):346-356. DOI: 10.1080/00015458.2016.1181312
 29. Rui X, Hu H, Yu Y, Yu S, Zhang Z. Comparison of safety and efficacy of laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy in patients with large renal pelvic stones: a meta-analysis. *J Investig Med.* 2016;64(6):1134-42. DOI: 10.1136/jim-2015-000053
 30. Zhao C, Yang H, Tang K, Xia D, Xu H, Chen Z, Ye Z. Comparison of laparoscopic stone surgery and percutaneous nephrolithotomy in the management of large upper urinary stones: a meta-analysis. *Urolithiasis.* 2016;44(6):479-490. DOI: 10.1007/s00240-016-0862-0
 31. Bai Y, Tang Y, Deng L, Wang X, Yang Y, Wang J, Han P. Management of large renal stones: laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy. *BMC Urol.* 2017;17(1):75. DOI: 10.1186/s12894-017-0266-7
 32. Mao T, Wei N, Yu J, Lu Y. Efficacy and safety of laparoscopic pyelolithotomy versus percutaneous nephrolithotomy for treatment of large renal stones: a meta-analysis. *J Int Med Res.* 2021;49(1):300060520983136. DOI: 10.1177/0300060520983136
 33. Mantica G, Balzarini F, Chierigo F, Keller EX, Talso M, Emiliani E, Pietropaolo A, Papalia R, Scarpa RM, Terrone C, Esperto F; European Society of Residents in Urology (ESRU) and Young Academic Urologists (YAU). The fight between PCNL, laparoscopic and robotic pyelolithotomy: do we have a winner? A systematic review and meta-analysis. *Minerva Urol Nephrol.* 2022;74(2):169-177. DOI: 10.23736/S2724-6051.21.04587-0
 34. Wang Q, Guo J, Hu H, Lu Y, Zhang J, Qin B, Wang Y, Zhang Z, Wang S. Rigid ureteroscopy lithotripsy versus percutaneous nephrolithotomy for large proximal ureteral stones: A meta-analysis. *PLoS One.* 2017;12(2):e0171478. DOI: 10.1371/journal.pone.0171478
 35. Gao ZM, Gao S, Qu HC, Li K, Li N, Liu CL, Zhu XW, Liu YL, Wang P, Zheng XH. Minimally invasive percutaneous

- nephrolithotomy improves stone-free rates for impacted proximal ureteral stones: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(2):e0171230. DOI: 10.1371/journal.pone.0171230
36. Wu T, Duan X, Chen S, Yang X, Tang T, Cui S. Ureteroscopic Lithotripsy versus Laparoscopic Ureterolithotomy or Percutaneous Nephrolithotomy in the Management of Large Proximal Ureteral Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol Int*. 2017;99(3):308-319. DOI: 10.1159/000471773
37. Wang Y, Chang X, Li J, Han Z. Efficacy and safety of various surgical treatments for proximal ureteral stone ≥ 10 mm: A systematic review and network meta-analysis. *Int Braz J Urol*. 2020;46(6):902-926. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2019.0550
38. Lai S, Jiao B, Diao T, Seery S, Hu M, Wang M, Hou H, Wang J, Zhang G, Liu M. Optimal management of large proximal ureteral stones (>10 mm): A systematic review and meta-analysis of 12 randomized controlled trials. *Int J Surg*. 2020;80:205-217. DOI: 10.1016/j.ijsu.2020.06.025
39. Sharma G, Pareek T, Tyagi S, Kaundal P, Yadav AK, Thummala Y, Devana SK. Comparison of efficacy and safety of various management options for large upper ureteric stones a systematic review and network meta-analysis. *Sci Rep*. 2021;11(1):11811. DOI: 10.1038/s41598-021-91364-3
40. Zhu W, Liu Y, Liu L, Lei M, Yuan J, Wan SP, Zeng G. Minimally invasive versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *Urolithiasis*. 2015;43(6):563-70. DOI: 10.1007/s00240-015-0808-y
41. Feng D, Hu X, Tang Y, Han P, Wei X. The efficacy and safety of miniaturized percutaneous nephrolithotomy versus standard percutaneous nephrolithotomy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Investig Clin Urol*. 2020;61(2):115-126. DOI: 10.4111/icu.2020.61.2.115
42. Deng J, Li J, Wang L, Hong Y, Zheng L, Hu J, Kuang R. Standard versus mini-percutaneous nephrolithotomy for renal stones: a meta-analysis. *Scand J Surg*. 2021;110(3):301-311. DOI: 10.1177/1457496920920474
43. Sharma G, Sharma A, Devana SK, Singh SK. Mini Versus Standard Percutaneous Nephrolithotomy for the Management of Renal Stone Disease: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Eur Urol Focus*. 2022;8(5):1376-1385. DOI: 10.1016/j.euf.2021.07.014
44. Wan C, Wang D, Xiang J, Yang B, Xu J, Zhou G, Zhou Y, Zhao Y, Zhong J, Liu J. Comparison of postoperative outcomes of mini percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *Urolithiasis*. 2022;50(5):523-533. DOI: 10.1007/s00240-022-01349-8
45. Mykoniatis I, Pietropaolo A, Pyrgidis N, Tishukov M, Anastasiadis A, Juliebø-Jones P, Keller EX, Talso M, Tailly T, Kalidonis P; Young Academic Urologists of the European Association of Urology-Urolithiasis and Endourology Working Party. Mini percutaneous nephrolithotomy versus standard percutaneous nephrolithotomy for the management of renal stones over 2 cm: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Minerva Urol Nephrol*. 2022;74(4):409-417. DOI: 10.23736/S2724-6051.22.04678-X
46. Qin P, Zhang D, Huang T, Fang L, Cheng Y. Comparison of mini percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy for renal stones >2 cm: a systematic review and meta-analysis. *Int Braz J Urol*. 2022;48(4):637-648. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2021.0347
47. Li H, Yin Y, Nie M. Efficacy and safety of super-mini percutaneous nephrolithotomy in the treatment of urinary calculi: a systematic review and meta-analysis. *BMC Urol*. 2023;23(1):87. DOI: 10.1186/s12894-023-01256-z
48. Zeid M, Sayedin H, Sridharan N, Narayanaswamy A, Abul F, Jacob PT, Giri S, Sarica K, Almousawi S. Super-Mini Percutaneous Nephrolithotomy for Nephrolithiasis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cureus*. 2022;14(12):e32253. DOI: 10.7759/cureus.32253
49. Li X, Li J, Zhu W, Duan X, Zhao Z, Deng T, Duan H, Zeng G. Micropercutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery in the treatment of renal stones: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2018;13(10):e0206048. DOI: 10.1371/journal.pone.0206048
50. Gu Z, Yang Y, Ding R, Wang M, Pu J, Chen J. Comparison of Retrograde Intrarenal Surgery and Micro-Percutaneous Nephrolithotomy for Kidney Stones: A Meta-Analysis. *Urol Int*. 2021;105(1-2):64-70. DOI: 10.1159/000506716
51. Zhang B, Hu Y, Gao J, Zhuo D. Micropercutaneous versus Retrograde Intrarenal Surgery for the Management of Moderately Sized Kidney Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol Int*. 2020;104(1-2):94-105. DOI: 10.1159/000503796
52. Chen D, Chen C, Xie Y, Luo Z, Liu G. Suctioning Versus Traditional Access Sheath in Mini-Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Urol J*. 2021;19(1):1-8. DOI: 10.22037/uj.v18i.6773
53. Zhu L, Wang Z, Zhou Y, Gou L, Huang Y, Zheng X. Comparison of vacuum-assisted sheaths and normal sheaths in minimally invasive percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *BMC Urol*. 2021;21(1):158. DOI: 10.1186/s12894-021-00925-1
54. Li P, Huang Z, Sun X, Yang T, Wang G, Jiang Y, Ke C, Li J. Comparison of Vacuum Suction Sheath and Non-Vacuum Suction Sheath in Minimally Invasive Percutaneous Nephrolithotomy: A Meta-Analysis. *J Invest Surg*. 2022;35(5):1145-1152. DOI: 10.1080/08941939.2021.1995538
55. He Z, Tang F, Lu Z, He Y, Wei G, Zhong F, Zeng G, Wu W, Yan L, Li Z. Comparison of Supracostal and Infracostal Access For Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol J*. 2019;16(2):107-114. DOI: 10.22037/uj.v0i0.4727
56. Jiao B, Ding Z, Luo Z, Lai S, Xu X, Chen X, Zhang G. Single-versus Multiple-Tract Percutaneous Nephrolithotomy in the Surgical Management of Staghorn Stones or Complex Caliceal Calculi: A Systematic Review and Meta-analysis. *Biomed Res Int*. 2020;2020:8817070. DOI: 10.1155/2020/8817070
57. Wang Z, Feng D, Cao D, Zhang Y, Wei W. Comparison of safety and efficacy between single-tract and multiple-tract percutaneous nephrolithotomy treatment of complex renal calculi: a systematic review and meta-analysis. *Minerva Urol Nephrol*. 2021;73(6):731-738. DOI: 10.23736/S2724-6051.21.04239-9
58. Song R, Ji C, Cong R, Luan J, Yao L, Song N, Meng X. Is It Safe to Increase the Number of Percutaneous Nephrolithotomy Channels: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Arch Esp*

- Urol.* 2022;75(10):819-830.
DOI: 10.56434/j.arch.esp.urol.20227510.120
59. Widyokirono DR, Klosing YP, Hidayatullah F, Rahman ZA, Ng AC, Hakim L. Endoscopic Combined Intra-renal Surgery vs Percutaneous Nephrolithotomy for Large and Complex Renal Stone: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol.* 2022;36(7):865-876.
DOI: 10.1089/end.2021.0761
 60. Castellani D, Corrales M, Lim EJ, Cracco C, Scoffone CM, Teoh JY, Traxer O, Gauhar V. The Impact of Lasers in Percutaneous Nephrolithotomy Outcomes: Results from a Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Comparative Trials. *J Endourol.* 2022;36(2):151-157.
DOI: 10.1089/end.2021.0507
 61. Lin L, Zhou L, Xiao K, Jin X, Jian Z, Liu Y, Li H, Wang K. Does combined lithotripter show superior stone-success rate than ultrasonic or pneumatic device alone during percutaneous nephrolithotomy? A meta-analysis. *Int J Surg.* 2022;98:106223.
DOI: 10.1016/j.ijsu.2021.106223
 62. Mykoniatis I, Pyrgidis N, Tzelves L, Pietropaolo A, Juli-ebø-Jones P, De Coninck V, Hameed BMZ, Chaloupka M, Schulz GB, Stief C, Kallidonis P, Somani BK, Skolarikos A. Assessment of single-probe dual-energy lithotripters in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of preclinical and clinical studies. *World J Urol.* 2023;41(2):551-565.
DOI: 10.1007/s00345-023-04278-2
 63. Dehong C, Liangren L, Huawei L, Qiang W. A comparison among four tract dilation methods of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2013;41(6):523-30.
DOI: 10.1007/s00240-013-0598-z
 64. Li Y, Yang L, Xu P, Shen P, Qian S, Wei W, Wang J. One-shot versus gradual dilation technique for tract creation in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2013;41(5):443-8.
DOI: 10.1007/s00240-013-0583-6
 65. Peng PX, Lai SC, Seery S, He YH, Zhao H, Wang XM, Zhang G. Balloon versus Amplatz for tract dilation in fluoroscopically guided percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open.* 2020;10(7):e035943.
DOI: 10.1136/bmjopen-2019-035943
 66. Yuan H, Zheng S, Liu L, Han P, Wang J, Wei Q. The efficacy and safety of tubeless percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urol Res.* 2011;39(5):401-10.
DOI: 10.1007/s00240-010-0355-5
 67. Ni S, Qiyin C, Tao W, Liu L, Jiang H, Hu H, Han R, Wang C. Tubeless percutaneous nephrolithotomy is associated with less pain and shorter hospitalization compared with standard or small bore drainage: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Urology.* 2011;77(6):1293-8.
DOI: 10.1016/j.urology.2010.10.023
 68. Wang J, Zhao C, Zhang C, Fan X, Lin Y, Jiang Q. Tubeless vs standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *BJU Int.* 2012;109(6):918-24.
DOI: 10.1111/j.1464-410X.2011.10463.x
 69. Shen P, Liu Y, Wang J. Nephrostomy tube-free versus nephrostomy tube for renal drainage after percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urol Int.* 2012;88(3):298-306.
DOI: 10.1159/000332151
 70. Zhong Q, Zheng C, Mo J, Piao Y, Zhou Y, Jiang Q. Total tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *J Endourol.* 2013;27(4):420-6.
DOI: 10.1089/end.2012.0421
 71. Xun Y, Wang Q, Hu H, Lu Y, Zhang J, Qin B, Geng Y, Wang S. Tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: an update meta-analysis. *BMC Urol.* 2017;17(1):102.
DOI: 10.1186/s12894-017-0295-2
 72. Lee JY, Jeh SU, Kim MD, Kang DH, Kwon JK, Ham WS, Choi YD, Cho KS. Intraoperative and postoperative feasibility and safety of total tubeless, tubeless, small-bore tube, and standard percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and network meta-analysis of 16 randomized controlled trials. *BMC Urol.* 2017;17(1):48.
DOI: 10.1186/s12894-017-0239-x
 73. Li Q, Gao L, Li J, Zhang Y, Jiang Q. Total tubeless versus standard percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *Minim Invasive Ther Allied Technol.* 2020;29(2):61-69.
DOI: 10.1080/13645706.2019.1581224
 74. Chen ZJ, Yan YJ, Zhou JJ. Comparison of tubeless percutaneous nephrolithotomy and standard percutaneous nephrolithotomy for kidney stones: A meta-analysis of randomized trials. *Asian J Surg.* 2020;43(1):60-68.
DOI: 10.1016/j.asjsur.2019.01.016
 75. Gauhar V, Traxer O, Garcia Rojo E, Scarcella S, Pavia MP, Chan VW, Pretore E, Wroclawski ML, Corrales M, Tiong HY, Lim EJ, Teoh JY, Heng CT, de la Rosette J, Somani BK, Castellani D. Complications and outcomes of tubeless versus nephrostomy tube in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Urolithiasis.* 2022;50(5):511-522.
DOI: 10.1007/s00240-022-01337-y
 76. Wilhelm K, Hein S, Kunath F, Schoenthaler M, Schmidt S. Totally tubeless, tubeless, and tubed percutaneous nephrolithotomy for treating kidney stones. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023;7(7):CD012607.
DOI: 10.1002/14651858.CD012607.pub2
 77. Wang J, Zhang C, Tan G, Yang B, Chen W, Tan D. The use of adjunctive hemostatic agents in tubeless percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *Urolithiasis.* 2014;42(6):509-17.
DOI: 10.1007/s00240-014-0717-5
 78. Yu C, Xu Z, Long W, Longfei L, Feng Z, Lin Q, Xiongbing Z, Hequn C. Hemostatic agents used for nephrostomy tract closure after tubeless PCNL: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2014;42(5):445-53.
DOI: 10.1007/s00240-014-0687-7
 79. Chen Y, Feng J, Yue Y, Zhao Z, Deng T, Wu W, Zeng G. Externalized Ureteral Catheter Versus Double-J Stent in Tubeless Percutaneous Nephrolithotomy for Upper Urinary Stones: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol.* 2018;32(7):581-588.
DOI: 10.1089/end.2018.0066
 80. Pu C, Wang J, Tang Y, Yuan H, Li J, Bai Y, Wang X, Wei Q, Han P. The efficacy and safety of percutaneous nephrolithotomy under general versus regional anesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2015;43(5):455-66.
DOI: 10.1007/s00240-015-0776-2
 81. Hu H, Qin B, He D, Lu Y, Zhao Z, Zhang J, Wang Y, Wang S. Regional versus General Anesthesia for Percutaneous Nephrolithotomy: A Meta-Analysis. *PLoS One.* 2015;10(5):e0126587.
DOI: 10.1371/journal.pone.0126587
 82. Liu X, Huang G, Zhong R, Hu S, Deng R. Comparison of Percutaneous Nephrolithotomy Under Regional versus General Anesthesia: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Urol Int.* 2018;101(2):132-142.
DOI: 10.1159/000491021

83. Liu L, Zheng S, Xu Y, Wei Q. Systematic review and meta-analysis of percutaneous nephrolithotomy for patients in the supine versus prone position. *J Endourol.* 2010;24(12):1941-6. DOI: 10.1089/end.2010.0292
84. Wu P, Wang L, Wang K. Supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy for kidney calculi: a meta-analysis. *Int Urol Nephrol.* 2011;43(1):67-77. DOI:10.1007/s11255-010-9801-0
85. Zhang X, Xia L, Xu T, Wang X, Zhong S, Shen Z. Is the supine position superior to the prone position for percutaneous nephrolithotomy (PCNL)? *Urolithiasis.* 2014;42(1):87-93. DOI: 10.1007/s00240-013-0614-3
86. Yuan D, Liu Y, Rao H, Cheng T, Sun Z, Wang Y, Liu J, Chen W, Zhong W, Zhu J. Supine Versus Prone Position in Percutaneous Nephrolithotomy for Kidney Calculi: A Meta-Analysis. *J Endourol.* 2016;30(7):754-63. DOI:10.1089/end.2015.0402
87. Li J, Gao L, Li Q, Zhang Y, Jiang Q. Supine versus prone position for percutaneous nephrolithotripsy: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Int J Surg.* 2019;66:62-71. DOI: 10.1016/j.ijisu.2019.04.016
88. Birowo P, Tendi W, Widyahening IS, Rasyid N, Atmoko W. Supine versus prone position in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *F1000Res.* 2020;9:231. DOI: 10.12688/f1000research.22940.3
89. Keller EX, DE Coninck V, Proietti S, Talso M, Emiliani E, Ploumidis A, Mantica G, Somani B, Traxer O, Scarpa RM, Esperto F; European Association of Urology - European Society of Residents in Urology (EAU-ESRU). Prone versus supine percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of current literature. *Minerva Urol Nephrol.* 2021;73(1):50-58. DOI: 10.23736/S2724-6051.20.03960-0
90. Falahatkar S, Mokhtari G, Teimoori M. An Update on Supine Versus Prone Percutaneous Nephrolithotomy: A Meta-analysis. *Urol J.* 2016;13(5):2814-2822.
91. Wang K, Zhang P, Xu X, Fan M. Ultrasonographic versus Fluoroscopic Access for Percutaneous Nephrolithotomy: A Meta-Analysis. *Urol Int.* 2015;95(1):15-25. DOI: 10.1159/000369216
92. Liu Q, Zhou L, Cai X, Jin T, Wang K. Fluoroscopy versus ultrasound for image guidance during percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2017;45(5):481-487. DOI: 10.1007/s00240-016-0934-1
93. Yang YH, Wen YC, Chen KC, Chen C. Ultrasound-guided versus fluoroscopy-guided percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *World J Urol.* 2019;37(5):777-788. DOI: 10.1007/s00345-018-2443-z
94. Arabzadeh Bahri R, Maleki S, Shafiee A, Shobeiri P. Ultrasound versus fluoroscopy as imaging guidance for percutaneous nephrolithotomy: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2023;18(3):e0276708. DOI: 10.1371/journal.pone.0276708
95. Wang L, Li KP, Yin S, Yang L, Zhu PY. Contrast-enhanced ultrasound versus conventional ultrasound-guided percutaneous nephrolithotomy in patients with a non-dilated collecting system: results of a pooled analysis of randomized controlled trials. *BMC Urol.* 2023;23(1):93. DOI: 10.1186/s12894-023-01269-8
96. Ma Y, Li P, Xiang L, Wen J, Jin X. Comparison of Contrast-Enhanced Ultrasound vs Conventional Ultrasound-Guided Percutaneous Nephrolithotomy in Nondilated Collecting System: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endourol.* 2023;37(3):264-272. DOI: 10.1089/end.2022.0360
97. Hu H, Lu Y, Cui L, Zhang J, Zhao Z, Qin B, Wang Y, Wang Q, Wang S. Impact of previous open renal surgery on the outcomes of subsequent percutaneous nephrolithotomy: a meta-analysis. *BMJ Open.* 2016;6(4):e010627. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-010627
98. Pan Y, Xu M, Kang J, Wang S, Liu X. The Safety of Continuing Low-dose Aspirin Therapy Perioperatively in the Patients had Undergone Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Urol J.* 2022;19(4):253-261. DOI: 10.22037/uj.v19i.7170
99. Wang Z, He X, Bai Y, Wang J. Can tranexamic acid reduce the blood transfusion rate in patients undergoing percutaneous nephrolithotomy? A systematic review and meta-analysis. *J Int Med Res.* 2020;48(4):300060520917563. DOI: 10.1177/0300060520917563
100. Feng D, Zhang F, Liu S, Han P, Wei W. Efficacy and safety of the tranexamic acid in reducing blood loss and transfusion requirements during percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Minerva Urol Nephrol.* 2020;72(5):579-585. DOI: 10.23736/S0393-2249.20.03826-6
101. Lee MJ, Kim JK, Tang J, Ming JM, Chua ME. The Efficacy and Safety of Tranexamic Acid in the Management of Perioperative Bleeding After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Comparative Studies. *J Endourol.* 2022;36(3):303-312. DOI: 10.1089/end.2021.0498
102. Kallidonis P, Vagionis A, Pagonis K, Peteinaris A, Pietropaolo A, Adamou C, Liatsikos E, Taily T. Is There Any Clinical Benefit for Peri-operative Administration of Tranexamic Acid for Patients Undergoing Percutaneous Nephrolithotomy? A Systematic Review and Meta-analysis. *Curr Urol Rep.* 2021;22(12):65. DOI: 10.1007/s11934-021-01079-1
103. MacDonald M, Ilie G, Power L, Whalen S, Parker R, Skinner TA, Powers AGL. Effect of Tranexamic Acid on Bleeding Outcomes After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Endourol.* 2022;36(5):589-597. DOI: 10.1089/end.2021.0762
104. Baccaglini W, Rodrigues AF, Glina FPA, Dall'Aqua V, Glina S, Neto ACL. Tranexamic Acid Use for Hemorrhagic Events Prevention in Percutaneous Nephrolithotomy: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol.* 2022;36(7):906-915. DOI: 10.1089/end.2021.0792
105. Prasad S, Sharma G, Devana SK, Kumar S, Sharma S. Is tranexamic acid associated with decreased need for blood transfusion in percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Ann R Coll Surg Engl.* 2023;105(2):99-106. DOI: 10.1308/rcsann.2021.0259
106. Bapir R, Bhatti KH, Eliwa A, Garcia-Perdomo HA, Gherabi N, Hennessey D, Mourmouris P, Ouattara A, Perletti G, Philipraj J, Trinchieri A, Buchholz N. Infectious complications of endourological treatment of kidney stones: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Arch Ital Urol Androl.* 2022;94(1):97-106. DOI: 10.4081/aiua.2022.1.97
107. Zhou G, Zhou Y, Chen R, Wang D, Zhou S, Zhong J, Zhao Y, Wan C, Yang B, Xu J, Geng E, Li G, Huang Y, Liu H, Liu J. The influencing factors of infectious complications after percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2022;51(1):17.

- DOI: 10.1007/s00240-022-01376-5
108. Liu M, Chen J, Gao M, Zeng H, Cui Y, Zhu Z, Chen H. Preoperative Midstream Urine Cultures vs Renal Pelvic Urine Culture or Stone Culture in Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome and Urosepsis After Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol.* 2021;35(10):1467-1478. DOI: 10.1089/end.2020.1140
109. Castellani D, Teoh JY, Pavia MP, Pretore E, Dell'Atti L, Galosi AB, Gauhar V. Assessing the Optimal Urine Culture for Predicting Systemic Inflammatory Response Syndrome After Percutaneous Nephrolithotomy and Retrograde Intrarenal Surgery: Results from a Systematic Review and Meta-Analysis. *J Endourol.* 2022;36(2):158-168. DOI: 10.1089/end.2021.0386
110. Yu J, Guo B, Yu J, Chen T, Han X, Niu Q, Xu S, Guo Z, Shi Q, Peng X, Deng Z, Yang P. Antibiotic prophylaxis in perioperative period of percutaneous nephrolithotomy: a systematic review and meta-analysis of comparative studies. *World J Urol.* 2020;38(7):1685-1700. DOI: 10.1007/s00345-019-02967-5
111. Jung HD, Cho KS, Moon YJ, Chung DY, Kang DH, Lee JY. Antibiotic prophylaxis for percutaneous nephrolithotomy: An updated systematic review and meta-analysis. *PLoS One.* 2022;17(4):e0267233. DOI: 10.1371/journal.pone.0267233
112. Danilovic A, Talizin TB, Torricelli FCM, Marchini GS, Batagello C, Vicentini FC, Nahas WC, Mazzucchi E. One week pre-operative oral antibiotics for percutaneous nephrolithotomy reduce risk of infection: a systematic review and meta-analysis. *Int Braz J Urol.* 2023;49(2):184-193. DOI: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2022.0544
113. Jones P, Bennett G, Dosis A, Pietropaolo A, Geraghty R, Aboumarzouk O, Skolarikos A, Somani BK. Safety and Efficacy of Day-case Percutaneous Nephrolithotomy: A Systematic Review from European Society of Uro-technology. *Eur Urol Focus.* 2019;5(6):1127-1134. DOI: 10.1016/j.euf.2018.04.002
114. Gao M, Zeng F, Zhu Z, Zeng H, Chen Z, Li Y, Yang Z, Cui Y, He C, Chen J, Chen H. Day care surgery versus inpatient percutaneous nephrolithotomy: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg.* 2020;81:132-139. DOI: 10.1016/j.ijsu.2020.07.056
115. Peng L, Meng C, Xia Z, Liang R, Gan L, Li K, Cao D, Li Y. Determining the safety and effectiveness of percutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery in treating nephrolithiasis in patients with solitary kidneys. *Urolithiasis.* 2022;51(1):2. DOI: 10.1007/s00240-022-01386-3
116. Jiang K, Zhang P, Xu B, Luo G, Hu J, Zhu J, Sun F. Percutaneous Nephrolithotomy vs. Retrograde Intrarenal Surgery for Renal Stones Larger than 2cm in Patients with a Solitary Kidney: A Systematic Review and a Meta-Analysis. *Urol J.* 2020;17(5):442-448. DOI: 10.22037/uj.v16i7.5609
117. Zhou X, Sun X, Chen X, Gong X, Yang Y, Chen C, Yao Q. Effect of Obesity on Outcomes of Percutaneous Nephrolithotomy in Renal Stone Management: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Urol Int.* 2017;98(4):382-390. DOI: 10.1159/000455162

Сведения об авторах

Виген Андреевич Малхасян — д-р мед. наук, профессор кафедры урологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России; заведующий урологическим отделением № 67 ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ

Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-2993-884X>

vigenmalkhasyan@gmail.com

Нариман Казиханович Гаджиев — д-р мед. наук; заместитель директора по медицинской части (урология) Клиники высоких медицинских технологий им. Н. И. Пирогова ФГБОУ ВО СПбГУ

Санкт-Петербург, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-6255-0193>

nariman.gadjiev@gmail.com

Сергей Олегович Сухих — канд. мед. наук; врач-уролог урологического отделения № 67 ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ

Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-3840-0259>

docsukhikh@gmail.com

Дмитрий Юрьевич Пушкар — акад. РАН, д-р мед. наук, профессор; заведующий кафедрой урологии ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России; руководитель Московского урологического центра ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ

Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>

pushkardm@mail.ru

Information about the authors

Vigen A. Malkhasyan — M.D., Dr.Sc.(Med); Prof., Dept. of Urology, Russian University of Medicine; Head, Urology Division No. 67, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-2993-884X>

vigenmalkhasyan@gmail.com

Nariman K. Gadzhiev — M.D., Dr.Sc.(Med); Deputy Director for the Medical (Urology), Pirogov Clinic of Advanced Medical Technologies — St. Petersburg State University

St. Petersburg, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-6255-0193>

nariman.gadjiev@gmail.com

Sergey O. Sukhikh — M.D., Cand.Sc.(Med); Urologist, Urology Division No. 67, Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-3840-0259>

docsukhikh@gmail.com

Dmitry Yu. Pushkar — M.D., Dr.Sc.(Med), Full Prof., Acad. of the RAS; Head, Dept. of Urology, Russian University of Medicine; Head, Moscow Urological Centre, Botkin City Clinical Hospital

Moscow, Russian Federation

<https://orcid.org/0000-0002-6096-5723>

pushkardm@mail.ru