



ЭВОЛЮЦИЯ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ НЕФРОЛИТИАЗА У ДЕТЕЙ: ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

¹ Отамурадов Ф.А.

^{1,2}Кадыров А.Б.

¹ Термезский филиал Ташкентского государственного
медицинского университета, г. Термез

² Кашкадарьинский областной детский многопрофильный
медицинский центр, г. Карши

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18641195>

ARTICLE INFO

Qabul qilindi: 10- fevral 2026 yil
Ma'qullandi: 12- fevral 2026 yil
Nashr qilindi: 14- fevral 2026 yil

KEY WORDS

педиатрический нефролитиаз,
дети, эндоурология, PCNL, mini-
PCNL, RIRS, ДУВЛ, мочекаменная
болезнь.

ABSTRACT

В обзоре представлен анализ эволюции хирургических методов лечения педиатрического нефролитиаза за последние три десятилетия. Рассмотрены ключевые этапы развития: от эры открытой хирургии с высокой травматичностью и частотой осложнений до современных минимально-инвазивных эндоурологических технологий. Подробно освещены технические характеристики, показания, эффективность и безопасность дистанционной ударно-волновой литотрипсии, перкутантной нефролитотомии и её миниатюризованных вариантов (mini-PCNL, micro-PCNL, ultra-mini PCNL), а также ретроградной интранефральной хирургии. Представлен сравнительный анализ методов с акцентом на показатели полного очищения от камней, частоту осложнений, длительность госпитализации и долгосрочные последствия для растущей почки. Обсуждаются современные тренды, включая внедрение одноразовых инструментов, tubeless-техник и минимизацию лучевой нагрузки. Подчеркивается важность индивидуализированного подхода к выбору метода лечения с учетом размера, локализации и состава камня, анатомических особенностей и метаболического профиля пациента.

Введение. Нефролитиаз в педиатрической популяции представляет собой многофакторное заболевание с нарастающей частотой встречаемости в последние десятилетия, этиология которого существенно отличается от таковой у взрослых пациентов [1]. Патогенез педиатрической мочекаменной болезни характеризуется преобладанием метаболических нарушений, которые выявляются у 35-50% детей с нефролитиазом, при этом наиболее распространенными аномалиями являются

гиперкальциурия, гипероксалурия и гипоцитратурия [2]. Помимо метаболических факторов, важную роль в камнеобразовании играют анатомические аномалии мочевыводящих путей, встречающиеся приблизительно у 30% пациентов, а также генетическая предрасположенность, которая может быть обнаружена у 11-32% детей с использованием современных методов генетического тестирования [2].

Хирургическое лечение нефролитиаза у детей претерпело фундаментальную трансформацию за последние три десятилетия в связи с формированием концепции минимальной инвазивности как приоритетного направления в педиатрической урологии [3]. Травматичные открытые хирургические вмешательства, которые ранее являлись стандартом лечения, практически полностью вытеснены малоинвазивными эндоурологическими методами благодаря прогрессу в миниатюризации инструментов и совершенствованию оптических систем [4]. Современная парадигма хирургического лечения педиатрического нефролитиаза предполагает индивидуальный подход с учетом размера, локализации и состава конкремента, анатомических особенностей мочевыводящей системы, а также наличия сопутствующих метаболических расстройств [5]. Стремление к достижению полного удаления камней при минимизации осложнений и снижении риска рецидивов определяет актуальность изучения эволюции хирургических технологий в лечении нефролитиаза у детей.

Исторический этап: эра открытой хирургии. До конца XX столетия открытая хирургия являлась единственным методом лечения мочекаменной болезни у детей, при этом пациенты педиатрического возраста длительное время рассматривались как "маленькие взрослые" без учета специфических особенностей детского организма [6]. Классические оперативные вмешательства, включавшие пиелолитотомию, нефролитотомию и уретеролитотомию, выполнялись через лumbotomический доступ и характеризовались высокой травматичностью для растущего организма [7]. Несмотря на относительно высокую эффективность открытых операций с показателями полного удаления камней до 91-100%, эти вмешательства сопровождались существенными периоперационными рисками и длительным периодом реабилитации [8].

Одной из наиболее серьезных проблем эры открытой хирургии являлась высокая частота рецидивов камнеобразования, обусловленная преимущественно недостаточной коррекцией метаболических нарушений. По данным долгосрочных наблюдений, пятилетняя частота рецидивов после хирургического лечения достигала 55%, при этом почечные камни рецидивировали значительно чаще уретеральных [9]. Особенno неблагоприятный прогноз отмечался у пациентов с размером конкрементов более 5 мм и наличием анатомических аномалий мочевыводящей системы, что требовало повторных оперативных вмешательств на протяжении жизни [10]. Многократные открытые операции приводили к формированию рубцовых изменений почечной паренхимы (scarred kidney), что ассоциировалось с прогрессирующим снижением функции почек и повышенным риском развития хронической почечной недостаточности [6].

Негативные последствия повторных открытых вмешательств включали не только нарушение почечной функции, но и формирование выраженного спаечного процесса в забрюшинном пространстве, что значительно усложняло выполнение последующих хирургических процедур. Исследования продемонстрировали, что предшествующая

открытая операция на почке ассоциировалась с увеличением продолжительности последующих эндоурологических вмешательств и повышенным риском интраоперационных осложнений, включая повреждение кишечника [11]. Экономическое бремя открытой хирургии также являлось существенным, особенно в развивающихся странах, где несвоевременное обращение за медицинской помощью приводило к развитию осложнений, включая пионефроз, обструктивную атрофию почки и сепсис, что требовало еще более инвазивных вмешательств вплоть до нефрэктомии [12]. Накопление данных о долгосрочных негативных последствиях открытой хирургии стимулировало поиск менее травматичных альтернативных методов лечения педиатрического нефролитиаза.

Дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ). Внедрение дистанционной ударно-вольновой литотрипсии (ДУВЛ) в педиатрическую практику в 1986 году ознаменовало революционный переход от инвазивной хирургии к малотравматичным методам лечения нефролитиаза [12]. ДУВЛ представляет собой неинвазивную процедуру, основанную на фокусированном воздействии ударных волн, генерируемых внешним источником, которые проникают через мягкие ткани и фрагментируют конкремент на мелкие частицы, способные самостоятельно элиминироваться по мочевыводящим путям. Детская популяция обладает рядом анатомо-физиологических преимуществ для применения ДУВЛ: более короткое расстояние кожа-камень, меньший диаметр тела, короткие и растяжимые мочеточники, что обеспечивает более высокие показатели эвакуации фрагментов по сравнению со взрослыми пациентами [12].

Эффективность ДУВЛ у детей демонстрирует зависимость от множества факторов. По данным крупного многоцентрового исследования, общая частота полного освобождения от камней через 3 месяца после ДУВЛ составляет 66,7% [13]. При этом размер конкремента является наиболее значимым предиктором успеха: для камней менее 10 мм показатели stone-free rate достигают 90-92%, тогда как при размерах 10-20 мм эффективность снижается до 81% [13]. Локализация камня также играет критическую роль: конкременты проксимального отдела мочеточника и лоханки демонстрируют лучшие результаты лечения, в то время как камни нижней чашечки характеризуются сниженной эффективностью фрагментации и затрудненной эвакуацией фрагментов [15]. Современные исследования показали, что предоперационное определение плотности камня по шкале Хаунсфилда (HU) с использованием компьютерной томографии не является клинически значимым предиктором успеха ДУВЛ у детей, что позволяет избежать избыточного радиационного воздействия [14].

Несмотря на высокую эффективность и безопасность, ДУВЛ имеет ряд ограничений в педиатрической практике. Основной проблемой является необходимость множественных сеансов для достижения полного удаления камней, особенно при размерах конкрементов более 15 мм, что требует повторных общих анестезий и увеличивает кумулятивное радиационное воздействие [13]. Наиболее частым осложнением является формирование "каменной дорожки" (steinstrasse) – скопления фрагментов в дистальном отделе мочеточника с частотой 6-10%, что может потребовать дополнительных эндоурологических вмешательств [12]. Кроме того, для

камней размером более 20 мм ДУВЛ демонстрирует существенное снижение эффективности, что обуславливает необходимость комбинированного подхода или выбора альтернативных методов лечения [15]. Современные руководства Европейской ассоциации урологов рекомендуют ДУВЛ в качестве терапии первой линии для почечных камней размером до 20 мм, при этом для конкрементов большего размера предпочтительными являются перкутанная нефrolитотомия или ретроградная интрапренаальная хирургия [16].

Развитие эндоурологии: PCNL и mini-PCNL. Перкутанная нефrolитотомия (PCNL) стала революционной альтернативой открытой хирургии для лечения крупных и сложных почечных камней у детей. Технология прошла значительный путь эволюции от стандартной PCNL с использованием инструментов 24-30 French (F) до минимально-инвазивных вариантов, включающих mini-PCNL (14-20 F), ultra-mini PCNL (11-14 F) и micro-PCNL (<10 F). Эта миниатюризация инструментария была обусловлена стремлением минимизировать травму паренхимы растущей почки, сократить кровопотерю и снизить частоту послеоперационных осложнений [17].

Современные данные демонстрируют высокую эффективность PCNL в педиатрической популяции, с показателями stone-free rate, превышающими 85%, и частотой осложнений менее 7% независимо от возраста пациентов [18]. Стандартная PCNL остается золотым стандартом для конкрементов размером более 20 мм, а также для камней нижней чашечки размером более 10 мм, обеспечивая полное удаление камня за одну госпитализацию с возможностью проведения множественных доступов при коралловидных камнях. Однако использование инструментов большого калибра ассоциируется с увеличенным риском кровотечения, требующего гемотрансфузии, и повреждения почечной паренхимы, что особенно критично для растущего организма.

Внедрение mini-PCNL ознаменовало важный этап в педиатрической эндоурологии, предлагая компромисс между эффективностью и безопасностью. Рандомизированное контролируемое исследование продемонстрировало, что mini-PCNL обеспечивает сопоставимые показатели очищения от камней (88% vs 92%, p=0.64) по сравнению со стандартной PCNL, при этом значительно снижая кровопотерю (снижение гемоглобина $1.1 \pm 0.31 \text{ g/dL}$ vs $1.7 \pm 0.23 \text{ g/dL}$, p<0.0001) [19]. Исследование с участием 77 детей в Ираке подтвердило безопасность и эффективность mini-PCNL с частотой stone-free rate 87%, минимальной потребностью в гемотрансфузиях и низкой частотой висцеральных повреждений [20].

Для крупных и сложных конкрементов, включая коралловидные камни, mini-PCNL с использованием голмийевого лазера показала впечатляющие результаты. В серии из 41 педиатрического случая с размером камней 16.28 ± 3.43 мм начальный показатель stone-free rate составил 73.2%, который увеличился до 100% при 3-месячном наблюдении после дополнительных эндоскопических процедур [21]. Это подчеркивает важность комбинированного подхода и возможности повторных малоинвазивных вмешательств для достижения полного очищения от камней.

Дальнейшая миниатюризация привела к разработке micro-PCNL и ultra-mini PCNL. Систематический обзор 14 исследований с участием 456 пациентов показал, что micro-PCNL (<10F) обеспечивает stone-free rate от 80% до 100% с общей частотой осложнений 11.2% [17]. Однако сравнительные исследования выявили некоторые ограничения

ultra-mini технологий: при сравнении mini-PCNL, micro-PCNL и ретроградной интранефрональной хирургии (RIRS) наименьшая эффективность была отмечена у micro-PCNL (62.5% vs 80.8% для mini-PCNL и 93.3% для RIRS), что связано с ограничениями визуализации и фрагментации камней через узкий канал [23].

Важным техническим нововведением стала возможность выполнения tubeless PCNL – методики без установки нефростомического дренажа по завершении операции. Метаанализ 13 исследований с участием 661 педиатрического пациента продемонстрировал, что tubeless PCNL ассоциируется с достоверно меньшей длительностью госпитализации (разница средних взвешенных -1.60 дней, 95% ДИ: -2.27 – -0.92), сокращением операционного времени и снижением потребности в послеоперационной аналгезии при сопоставимой эффективности и частоте осложнений [18]. Эта методика особенно привлекательна в педиатрической практике, поскольку устраняет дискомфорт от наличия нефростомы и потенциальные осложнения, связанные с мочевым подтеканием.

Позиция пациента во время операции также продолжает быть предметом исследований. Сравнительный анализ показал, что mini-PCNL в положении на спине (supine) обеспечивает сопоставимую эффективность с традиционной позицией на животе (prone), но с потенциальными преимуществами в виде облегченного доступа к мочевыводящим путям и возможности одновременного выполнения комбинированных процедур [22]. Современные хирурги адаптируют позицию к конкретной клинической ситуации, анатомии пациента и локализации камня.

При сравнении mini-PCNL с альтернативными методами, такими как ДУВЛ и RIRS, результаты демонстрируют преимущества перкутанного доступа для крупных камней. Рандомизированное проспективное исследование показало, что mini-PCNL превосходит ДУВЛ по эффективности при пограничных размерах камней (15-20 мм), обеспечивая более высокую частоту полного очищения за одну процедуру [26]. В то же время для камней 10-20 мм у детей младше 3 лет micro-PCNL и RIRS показывают сопоставимые результаты, при этом выбор метода зависит от локализации камня, анатомических особенностей и опыта хирурга [25].

Однако mini-PCNL не лишена ограничений. Более длительное операционное время по сравнению со стандартной PCNL обусловлено меньшим диаметром рабочего канала, что требует более тщательной и продолжительной фрагментации и эвакуации камней [19]. Кроме того, пациенты с предшествующими открытymi операциями на почках имеют повышенный риск осложнений, включая повреждение кишечника, что требует обязательного предоперационного выполнения компьютерной томографии для оценки анатомии и исключения ретроренального расположения толстой кишки.

Таким образом, PCNL и ее миниатюризованные варианты представляют собой эффективный и безопасный метод лечения крупных и сложных почечных камней у детей, с возможностью индивидуального подбора размера инструментария в зависимости от характеристик пациента и конкремента. Продолжающаяся эволюция техники, включая tubeless подходы и оптимизацию хирургического доступа, направлена на дальнейшее снижение морбидности при сохранении высокой эффективности процедуры.

Ретроградная интрапренальная хирургия (RIRS). Ретроградная интрапренальная хирургия (RIRS) представляет собой минимально-инвазивную эндоскопическую технологию, основанную на использовании гибкого уретерореноскопа для доступа к почечным камням через естественные мочевыводящие пути без создания чрескожного доступа. За последнее десятилетие RIRS эволюционировала от экспериментальной методики в основной терапевтический вариант для педиатрических почечных камней размером до 20 мм, что отражено в современных клинических рекомендациях Европейской ассоциации урологов [29].

Технические характеристики современных гибких уретерореноскопов диаметром 7.5 French позволяют выполнять RIRS даже у детей раннего возраста с массой тела менее 20 кг. Итальянское исследование продемонстрировало безопасность и эффективность RIRS с использованием уретерального доступного кожуха (UAS) у 13 дошкольников с показателем stone-free rate 81.3% и минимальной частотой осложнений при краткосрочном и долгосрочном наблюдении [35]. Для детей младше 5 лет средний показатель stone-free rate составляет 76.3% после одной процедуры, с возможностью улучшения результатов при повторных сессиях [33].

Важным техническим аспектом является использование уретерального доступного кожуха (UAS), облегчающего многократное введение инструмента, улучшающего визуализацию и снижающего интрапренальное давление. Многоцентровое исследование с участием 389 детей показало, что RIRS может безопасно выполняться как с UAS, так и без него, при этом у детей младше 5 лет ограниченное использование UAS связано с меньшим размером камней и более коротким операционным временем [27]. Для камней размером более 1 см применение UAS обеспечивает значительные преимущества независимо от возраста пациента.

Сравнительный анализ эффективности RIRS у детей и взрослых продемонстрировал сопоставимые результаты при использовании идентичного инструментария. У 55 педиатрических пациентов со средним размером камней 13.9 ± 6.6 мм показатели stone-free rate и частота осложнений не отличались от взрослой популяции, подтверждая безопасность методики в педиатрической практике [32]. В целом, RIRS обеспечивает показатель stone-free rate от 93.3% до 100% после первичной или повторной процедуры у детей до 12 лет [31].

Значительным технологическим прорывом стало внедрение одноразовых гибких уретерореноскопов, устранивших проблемы стерилизации, повреждения и ограниченной доступности многоразовых инструментов. Клинический случай успешного удаления множественных крупных камней у 2-летнего ребенка с использованием одноразового уретерореноскопа 7.5 Fr и высокомощного лазера продемонстрировал выполнимость этой технологии даже у самых маленьких пациентов с минимальными осложнениями [29]. Сравнительное исследование показало, что одноразовые уретерореноскопы обеспечивают сопоставимую эффективность, частоту осложнений (4.6% vs 5%) и потенциально более выгодное соотношение стоимость-эффективность по сравнению с многоразовыми инструментами в педиатрической практике [30].

При сравнении RIRS с micro-PCNL для камней менее 2 см показатели stone-free rate оказались сопоставимыми (80% vs 82.2%), однако RIRS характеризовалась более

коротким операционным временем и временем флюороскопии, хотя и большей частотой отклонений от запланированной операции и повторных вмешательств [34]. Для камней нижней чашечки со смешанным составом RIRS ассоциируется с повышенным риском послеоперационных осложнений, что требует тщательного отбора пациентов.

Таким образом, RIRS представляет собой безопасную и эффективную альтернативу перкутанным методикам для лечения педиатрических почечных камней до 20 мм, особенно при локализации в лоханке и верхних чашечках, обеспечивая минимальную инвазивность при сохранении высоких показателей очищения от камней.

Сравнительный анализ и современные тренды. Сравнительная оценка эффективности различных хирургических методов лечения педиатрического нефролитиаза демонстрирует смещение клинической практики в сторону эндоурологических технологий. Систематический обзор и мета-анализ, включивший 474 ребенка, показал, что RIRS по сравнению с PCNL обеспечивает значительно меньшую длительность госпитализации (на 1.44 дня) и времени флюороскопии (на 72.72 секунды), при сопоставимых показателях stone-free rate и более низкой общей частоте осложнений [36]. Это подтверждает преимущества RIRS для отобранных случаев, особенно при камнях меньшего размера.

Кохрановский систематический обзор 31 рандомизированного контролируемого исследования продемонстрировал, что ДУВЛ имеет более низкий 3-месячный показатель успешности по сравнению с PCNL (OP 0.67) и RIRS (OP 0.85), однако ассоциируется с достоверно меньшей частотой осложнений при сравнении с PCNL [37]. Эти данные подчеркивают важность индивидуального подхода к выбору метода лечения с учетом размера и локализации камня.

Байесовский сетевой мета-анализ минимально-инвазивных процедур для камней размером 10-20 мм выявил, что ДУВЛ уступает RIRS, mini-PCNL и стандартной PCNL по эффективности, при этом super-mini PCNL (SMP) продемонстрировал наивысшую вероятность полного очищения от камней при минимальном риске осложнений [38]. Современный мета-анализ 13 исследований с участием 1019 пациентов подтвердил, что micro-PCNL превосходит RIRS по показателям stone-free rate и частоте послеоперационной лихорадки, особенно у детей младшего возраста [39].

Наблюдается глобальная тенденция к увеличению использования RIRS и PCNL при одновременном снижении доли ДУВЛ в лечении педиатрического нефролитиаза. Современные рекомендации Европейской ассоциации урологов подчеркивают необходимость мультидисциплинарного подхода с учетом не только размера и локализации камня, но также метаболического профиля, анатомических особенностей и долгосрочного прогноза для растущей почки [40]. Внедрение одноразовых инструментов, совершенствование лазерных технологий и минимизация лучевой нагрузки определяют перспективные направления развития педиатрической эндоурологии.

Заключение. Эволюция хирургического лечения педиатрического нефролитиаза за последние три десятилетия демонстрирует впечатляющий переход от травматичной открытой хирургии к минимально-инвазивным эндоурологическим технологиям. Этот прогресс стал возможен благодаря миниатюризации инструментария,

совершенствованию оптических систем и накоплению клинического опыта в области детской урологии. Современная парадигма лечения основывается на индивидуализированном подходе, учитывающем размер и локализацию конкремента, анатомические особенности, метаболические нарушения и долгосрочные последствия для растущей почки.

ДУВЛ сохраняет свою роль как первичный метод для камней до 10-15 мм, обеспечивая неинвазивное лечение при приемлемой эффективности. Mini-PCNL и её миниатюризованные варианты стали золотым стандартом для крупных и сложных конкрементов, достигая показателей stone-free rate более 85% при контролируемой морбидности. RIRS занимает промежуточную позицию, предлагая баланс между эффективностью и безопасностью для камней промежуточного размера.

Продолжающееся развитие технологий, включая одноразовые уретеронескопы, усовершенствованные лазерные системы и методы минимизации лучевой нагрузки, обещает дальнейшее улучшение результатов лечения. Ключевым направлением остается профилактика рецидивов через коррекцию метаболических нарушений, что требует мультидисциплинарного подхода с участием педиатров, нефрологов и урологов для обеспечения оптимальных долгосрочных исходов

Список литературы:

1. Pecoraro L, Zuccato A, Vitella R, et al. Pediatric Nephrolithiasis: A Changing Landscape Through Time and Space. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Dec 2;60(12):1993.
2. Ramya K, Krishnamurthy S, Manikandan R, et al. Metabolic and Genetic Evaluation in Children with Nephrolithiasis. *Indian J Pediatr*. 2022 Dec;89(12):1226-1232.
3. Destro F, Selvaggio GGO, Lima M, et al. Minimally Invasive Approaches in Pediatric Urolithiasis. The Experience of Two Italian Centers of Pediatric Surgery. *Front Pediatr*. 2020 Jul 29;8:377.
4. Paraboschi I, Gnech M, De Marco EA, et al. Pediatric Urolithiasis: Current Surgical Strategies and Future Perspectives. *Front Pediatr*. 2022 Jun 9;10:886425.
5. Peng T, Zhong H, Hu B, et al. Minimally invasive surgery for pediatric renal and ureteric stones: A therapeutic update. *Front Pediatr*. 2022 Aug 18;10:902573.
6. Marra G, Taroni F, Berrettini A, et al. Pediatric nephrolithiasis: a systematic approach from diagnosis to treatment. *J Nephrol*. 2019 Apr;32(2):199-210.
7. Önal B. Pediatric stone disease: Current management and future concepts. *Turk Arch Pediatr*. 2021 Mar;56(2):99-107.
8. Rizvi SA, Sultan S, Ijaz H, et al. Open surgical management of pediatric urolithiasis: A developing country perspective. *Indian J Urol*. 2010 Oct;26(4):573-576.
9. Lao M, Kogan BA, White MD, et al. High recurrence rate at 5-year followup in children after upper urinary tract stone surgery. *J Urol*. 2014 Feb;191(2):440-444.
10. Demirtas F, Çakar N, Özçakar ZB, et al. Risk factors for recurrence in pediatric urinary stone disease. *Pediatr Nephrol*. 2024 Jul;39(7):2105-2113.
11. Sakly A, Khaldi S, Touati A, et al. Outcomes and complications of percutaneous nephrolithotomy as primary versus secondary procedure for kidney stones: a prospective cohort study. *Ann Med Surg (Lond)*. 2024 Aug 30;86(10):5711-5715.
12. Cao B, Daniel R, McGregor R, Tasian GE. Pediatric Nephrolithiasis. *Healthcare (Basel)*. 2023 Feb 13;11(4):552.

13. Satjakoesoemah AI, Alfarissi F, Wahyudi I, et al. Factors related to the success rate of pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) in Cipto Mangunkusumo Hospital: an 8-year single-center experience. *Afr J Urol.* 2021 Jul;3:27:92.
14. Akinci A, Akpinar C, Babayigit M, et al. Predicting ESWL success by determination of Hounsfield unit on non-contrast CT is clinically irrelevant in children. *Urolithiasis.* 2022 Apr;50(2):223-228.
15. Mohamed ER, Elmogazy HM, Zanaty AK, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy for treatment of large pediatric renal pelvic stone burden more than 2 cm. *J Pediatr Urol.* 2023 Oct;19(5):561.e1-561.e11.
16. Garcia-Roig M, Delenbach N, Kirsch J, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy versus ureteroscopy for management of pediatric nephrolithiasis in upper urinary tract stones: multi-institutional outcomes of efficacy and morbidity. *J Urol.* 2019 Aug;202(2):371-378.
17. Jones P, Bennett G, Aboumarzouk OM, et al. Role of minimally invasive percutaneous nephrolithotomy techniques-micro and ultra-mini PCNL (<15F) in the pediatric population: A systematic review. *J Endourol.* 2021 Sep;35(9):816-824.
18. Fang H, Wang Z, Wei K, et al. Safety and efficacy of standard vs. tubeless percutaneous nephrolithotomy in pediatric populations: an updated systematic review and meta-analysis. *BMC Urol.* 2025 May 2;25(1):110.
19. Kumar N, Yadav P, Kaushik VN, et al. Mini-versus standard percutaneous nephrolithotomy in pediatric population: a randomized controlled trial. *J Pediatr Urol.* 2023 Dec;19(6):688-695.
20. Jaffal WN, Hasan Al-Timimi HF, et al. The safety and efficacy of miniaturized percutaneous nephrolithotomy in children. *Urolithiasis.* 2024 Oct 14;52(1):142.
21. Al Mousawi S, Guzel R, Zaid M, et al. Minipercutaneous Nephrolithotomy in the Management of Large and Complex Renal Calculi in Children: How Effective Is It? *J Endourol.* 2023 Apr;37(4):387-393.
22. Bitkin A, Özlü DN, Ekşi M, et al. A comparative analysis of the efficacy and safety of mini-percutaneous nephrolithotomy performed in the supine and prone positions for the treatment of pediatric kidney stones: a single-center experience. *Urolithiasis.* 2023 Oct 17;51(1):122.
23. Sorokin NI, Afanasievskaya EV, Kadysheva AM, et al. [Mini-PCNL, micro-PCNL or RIRS: comparative efficacy and safety in renal stones up to 2 cm]. *Urologiiia.* 2023 Sep;(4):98-104.
24. Mahmoud MA, Shawki AS, Abdallah HM, et al. Use of retrograde intrarenal surgery (RIRS) compared with mini-percutaneous nephrolithotomy (mini-PCNL) in pediatric kidney stones. *World J Urol.* 2022 Dec;40(12):3083-3089.
25. Wang W, Ge Y, Wang Z, et al. Comparing micropercutaneous nephrolithotomy and retrograde intrarenal surgery in treating 1-2 cm solitary renal stones in pediatric patients younger than 3 years. *J Pediatr Urol.* 2019 Oct;15(5):517.e1-517.e6.
26. Farouk A, Tawfick A, Shoeb M, et al. Is mini-percutaneous nephrolithotomy a safe alternative to extracorporeal shockwave lithotripsy in pediatric age group in borderline stones? a randomized prospective study. *World J Urol.* 2018 Jul;36(7):1139-1147.
27. Tanidir Y, Sekerci CA, Bujons A, et al. The Utility and Safety of Ureteral Access Sheath During Retrograde Intrarenal Surgery in Children. *Urology.* 2024 May;187:71-77.
28. Gatti C, Cerchia E, Della Corte M, et al. Retrograde Intrarenal Surgery for Renal Stones: Is It a Safe and Effective Option in Preschool Children? *J Pediatr Surg.* 2024 Mar;59(3):407-411.

29. Tatanis V, Spinos T, Lamprinou Z, et al. Successful Treatment of Multiple Large Intrarenal Stones in a 2-Year-Old Boy Using a Single-Use Flexible Ureteroscope and High-Power Laser Settings. *Pediatr Rep.* 2024 Sep 11;16(3):806-815.
30. Mille E, El-Khoury E, Haddad M, et al. Comparison of single-use flexible ureteroscopes with a reusable ureteroscope for the management of paediatric urolithiasis. *J Pediatr Urol.* 2023 Jun;19(3):248.e1-248.e6.
31. Thangavelu M, Sawant A, Sayed AA, et al. Retrograde Intrarenal Surgery (RIRS) for upper urinary tract stones in children below 12 years of age: A single centre experience. *Arch Ital Urol Androl.* 2022 Jun 29;94(2):190-194.
32. Ozkent MS, Piskin MM, Balasar M, et al. Is Retrograde Intrarenal Surgery as Safe for Children as It Is for Adults? *Urol Int.* 2021;105(11-12):1039-1045.
33. Chandramohan V, Siddalingaswamy PM, Ramakrishna P, et al. Retrograde intrarenal surgery for renal stones in children <5 years of age. *Indian J Urol.* 2021 Jan-Mar;37(1):48-53.
34. Dogan HS, Asci A, Kahraman O, et al. Comparison of Efficiency and Safety of Retrograde Intrarenal Surgery and Micropercutaneous Nephrolithotomy in Pediatric Kidney Stones Smaller than 2 cm: A Prospective Cohort Study. *J Endourol.* 2021 Aug;35(8):1124-1129.
35. Berrettini A, Boeri L, Montanari E, et al. Retrograde intrarenal surgery using ureteral access sheaths is a safe and effective treatment for renal stones in children weighing <20 kg. *J Pediatr Urol.* 2018 Feb;14(1):59.e1-59.e6.
36. Chen Y, Deng T, Duan X, et al. Percutaneous nephrolithotomy versus retrograde intrarenal surgery for pediatric patients with upper urinary stones: a systematic review and meta-analysis. *Urolithiasis.* 2019 Apr;47(2):189-199.
37. Srisubat A, Potisat S, Lojanapiwat B, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) versus percutaneous nephrolithotomy (PCNL) or retrograde intrarenal surgery (RIRS) for kidney stones. *Cochrane Database Syst Rev.* 2023 Aug 1;8(8):CD007044.
38. Zhao FZ, Li J, Tang L, et al. Comparison of efficacy and safety of minimally invasive procedures for 10-20 mm pediatric renal Stones-A bayesian network meta-analysis. *J Pediatr Urol.* 2020 Dec;16(6):771-781.
39. Yuan Y, Liang YN, Li KF, et al. A meta-analysis: retrograde intrarenal surgery vs. percutaneous nephrolithotomy in children. *Front Pediatr.* 2023 May 2;11:1086345.
40. Tong CM, Ellison JS, Tasian GE. Pediatric stone disease: current trends and future directions. *Urol Clin North Am.* 2023 Aug;50(3):465-475.
41. Khurramov , F., Khamidov, B., & Nasimova , M. (2025). UROLITHIASIS IN CHILDREN. Евразийский журнал медицинских и естественных наук, 5(1), 121–128. извлечено от <https://in-academy.uz/index.php/EJMNS/article/view/43214>