

<https://doi.org/10.29188/3033-7593/2026-2-1-28-34>

Анализ опыта применения дистанционной ударно-волновой литотрипсии на аппарате Storz Medical Modulith SLK в педиатрической практике

КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

И.В. Клюка¹, В.В. Сизонов^{1,2}, Р.А. Родина²

¹ ГБУ РО «Областная детская клиническая больница», Ростов-на-Дону, Россия

² ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия

Контакт: Сизонов Владимир Валентинович, vsizonov@mail.ru

Аннотация:

Введение. Мочекаменная болезнь (МКБ) у детей – актуальная проблема детской урологии. В педиатрической практике приоритет в хирургическом лечении принадлежит методам, обеспечивающим максимальную эффективность при минимальной инвазивности. Дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ) на протяжении десятилетий остается одной из основных методик хирургического лечения МКБ. Литотриптер Storz Medical Modulith SLK применяется в мировой педиатрической практике лишь в ограниченном количестве клиник, что определяет актуальность изучения опыта ее использования у детей.

Цель – оценить эффективность и безопасность ДУВЛ на аппарате Storz Medical Modulith SLK у детей с МКБ.

Материал и методы. В проспективное исследование были включены 46 пациентов (1–17 лет, средний возраст – 10 лет ± 4,2 года) с 55 конкрементами размерами от 6 до 42 мм (средний – 13,7±3 мм) в наибольшем измерении. Средняя плотность конкрементов по данным нативной компьютерной томографии составила 1269±412 HU (600; 2500 HU). Проведено 64 сеанса ДУВЛ. Эффективность оценивали через 1 и 3 мес по данным ультразвукового исследования и компьютерной томографии. Осложнения градировали с использованием классификации Clavien–Dindo.

Результаты. Статус stone-free (SFR) достигнут у 43 из 46 пациентов, что составило 93,5%. После первого сеанса – у 35 (76%). Среднее количество сеансов на пациента – 1,25. Осложнения II степени – 3,1%, IIIb – 3,1%. Эффективность зависела от размера конкремента, плотность и локализация конкремента не являлись значимыми предикторами достижения SFR. Общая эффективность ДУВЛ составила 100% при конкрементах размером <20 мм и 62,5% – при конкрементах размером >20 мм.

Заключение. В последние годы активное развитие эндоскопических технологий, в частности перкутанной нефролитотрипсии, трансуретральной нефролитотрипсии и трансуретральной уретеролитотрипсии, привело к снижению частоты применения ДУВЛ в педиатрической практике. Однако результаты исследования указывают на возможную недооценку клинического потенциала ДУВЛ: достигнутый показатель SFR (93,5%) сопоставим с лучшими международными результатами и полностью согласуется с данными независимых публикаций. Проведенный анализ, ставший первым в России исследованием применения литотриптера Storz Medical Modulith SLK у детей, подтверждает высокую эффективность и безопасность метода.

Ключевые слова: дистанционная ударно-волновая литотрипсия; дети; мочекаменная болезнь; stone-free; Storz Medical Modulith SLK.

Для цитирования: Клюка И.В., Сизонов В.В., Родина Р.А. Анализ опыта применения дистанционной ударно-волновой литотрипсии на аппарате Storz Medical Modulith SLK в педиатрической практике. Детская урология-андрология. 2026;2(1):28–34.

<https://doi.org/10.29188/3033-7593/2026-2-1-28-34>

Analysis of the experience of using remote shock wave lithotripsy on the Storz Medical Modulith SLK device in pediatric practice

CLINICAL STUDY

I.V. Klyuka¹, V.V. Sizonov^{1,2}, R.A. Rodina²

¹ Rostov-on-Don Regional Children's Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia

² Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

Contact: Vladimir V. Sizonov, vsizonov@mail.ru

Abstract:

Introduction. Urolithiasis (ICD) in children is an urgent problem of pediatric urology. In pediatric practice, the priority in surgical treatment belongs to the methods that ensure maximum effectiveness with minimal invasiveness. Remote shock wave lithotripsy (RVL) has been one of the main methods of surgical treatment of ICD for decades. The Storz Medical Modulith SLK lithotripter is used in global pediatric practice only in a limited number of clinics, which determines the relevance of studying the experience of its use in children.

The aim is to evaluate the efficacy and safety of DVL on the Storz Medical Modulith SLK device in children with ICD.

Material and methods. The prospective study included 46 patients (1-17 years old, average age – 10 years $\pm$ 4.2 years) with 55 concretions ranging in size from 6 to 42 mm (average – 13.7 $\pm$ 3 mm) in the largest dimension. The average density of concretions according to native computed tomography was 1269 $\pm$ 412 HU (600; 2500 HU). 64 DUVL sessions were conducted. The effectiveness was evaluated after 1 and 3 months according to ultrasound and computed tomography. Complications were graded using the Clavien–Dindo classification.

Results. Stone-free (SFR) status was achieved in 43 out of 46 patients, which was 93.5%. After the first session, 35 (76%) had it. The average number of sessions per patient is 1.25. Grade II complications – 3.1%, grade IIIb – 3.1%. The effectiveness depended on the size of the concretion, the density and localization of the concretion were not significant predictors of achieving SFR. The overall effectiveness of the IWRM was 100% for concretions <20 mm in size and 62.5% for concretions >20 mm in size.

Conclusion. In recent years, the active development of endoscopic technologies, in particular percutaneous nephrolithotripsy, transurethral nephrolithotripsy and transurethral ureterolithotripsy, has led to a decrease in the frequency of use of DVL in pediatric practice. However, the results of the study indicate a possible underestimation of the clinical potential of DVL: the achieved SFR (93.5%) is comparable to the best international results and is fully consistent with the data of independent publications. The analysis, which became the first study in Russia on the use of Storz Medical Modulith SLK lithotripter in children, confirms the high efficacy and safety of the method.

Keywords: remote shock wave lithotripsy; children; urolithiasis; stone-free; Storz Medical Modulith SLK.

For citation: Klyuka I.V., Sizonov V.V., Rodina R.A. Analysis of the experience of using remote shock wave lithotripsy on the Storz Medical Modulith SLK device in pediatric practice. *Pediatric Urology-Andrology*. 2026;2(1):28–34. <https://doi.org/10.29188/3033-7593/2026-2-1-28-34>

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия распространенность мочекаменной болезни (МКБ) у детей неуклонно растет. По данным эпидемиологических исследований, частота заболеваемости у детей составляет 15,8–52,7 на 100 тыс. человек [1–3].

В педиатрической практике приоритет в хирургическом лечении принадлежит методам, обеспечивающим максимальную эффективность при минимальной инвазивности [4]. Дистанционная ударно-волновая

литотрипсия (ДУВЛ) на протяжении десятилетий остается одной из основных методик хирургического лечения МКБ.

Теоретические и технологические основы ДУВЛ были заложены в СССР в 1950-е годы благодаря открытию Л.А. Юткиным электрогидравлического эффекта [5]. Клиническое применение ДУВЛ началось позднее: первый сеанс выполнен в Германии в 1980 г. на аппарате Dornier HM-1 [6], а в СССР первая процедура проведена в 1987 г. в Москве под руководством Н.А. Лопаткина, после чего в 1988 г. начат серийный выпуск отечественного

литотриптера «УРАТ-П» [7]. Таким образом, советские ученые сформировали фундаментальную научную базу и разработали первые технические решения, ставшие основой современных методов бесконтактного дробления мочевых конкрементов. За последние десятилетия технология существенно эволюционировала: появились электромагнитные и пьезоэлектрические генераторы, усовершенствованы системы наведения и фокусировки. В частности, электромагнитные литотриптеры обеспечивают более стабильную форму ударной волны и снижают риск повреждения окружающих тканей [8]. Тем не менее эффективность ДУВЛ определяется не только типом генератора, но и характеристиками конкремента (размер, плотность, локализация), а также техническими параметрами аппарата (точность системы наведения, частота импульсов, глубина и геометрия фокуса) [9, 10].

Аппарат Storz Medical Modulith SLK оснащен электромагнитным генератором ударных волн с фокусным расстоянием до 150 мм и возможностью регулировки глубины фокуса. Ключевой особенностью является двойная система наведения: ультразвуковая и рентгеновская системы [11], что позволяет выбрать оптимальный метод визуализации. Для детей особенно важно наличие ультразвукового (УЗ) наведения, так как оно исключает лучевую нагрузку.

Несмотря на широкое распространение Storz Medical Modulith SLK, его применение у детей ограничено. По данным литературы, опубликованные серии наблюдений за детьми имеются только в нескольких странах [12–14].

В ГБУ РО «Областная детская клиническая больница» с 2013 г. ДУВЛ осуществляется с помощью литотриптера Dornier Compact Sigma. Внедрение в 2024 г. литотриптера Storz Medical Modulith SLK расширило возможности использования ДУВЛ в лечении МКБ у детей.

Цель исследования – оценить эффективность и безопасность ДУВЛ на аппарате Storz Medical Modulith SLK у детей с МКБ.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено исследование, в которое включены 46 пациентов в возрасте от 1 года до 17 лет (средний возраст – 10 лет ± 4,2 года), получавших лечение методикой ДУВЛ в период с августа 2024 г. по декабрь 2025 г. Из 46 детей количество мальчиков было 22 (47,8%), девочек – 24 (52,2%). Всего выявлено 55 конкрементов. Локализация камней представлена в табл. 1.

Размер конкрементов варьировал от 6 до 42 мм (средний – 13,7±3 мм) в наибольшем измерении (табл. 2).

Средняя плотность конкрементов по данным нативной компьютерной томографии (КТ) составила 1269±412 HU (табл. 3).

Таблица 1. Распределение конкрементов по локализации

Локализация / Localization	n (%)
Почка <i>Kidney</i>	39 (70,9)
Верхняя треть мочеточника <i>Upper third of the ureter</i>	7 (12,7)
Нижняя треть мочеточника <i>Lower third of the ureter</i>	9 (16,4)

Таблица 2. Распределение конкрементов по размеру

Размер конкремента в наибольшем измерении, мм / The size of the concretion in the largest dimension, mm	n (%)
≤10	14 (25,5)
11–15	21 (38,2)
16–20	12 (21,8)
>20	8 (14,5)

Таблица 3. Распределение конкрементов по плотности

Плотность, HU / Density, HU	Средняя плотность в группе, HU / Average density in the group, HU	n (%)
600–800	712±58	8 (14,5)
801–1200	985±112	20 (36,4)
1201–2500	1517±100	27 (49,1)

Визуализацию и наведение осуществляли под УЗ-контролем (31 сеанс, 48,4%) или рентген-контролем (33 сеанса, 51,6%). Все сеансы ДУВЛ проводили под общей анестезией. Количество ударных волн за сеанс – от 1500 до 3500 (среднее – 2199±250). Частота – 1,5 Гц. Мощность увеличивали ступенчато (минимальная мощность – 45 SMLI (Storz Medical lito index, [Дж]), максимальная мощность 55 SMLI при конкрементах почки – 65 SMLI при конкрементах мочеточника). К повторным сеансам прибегали при наличии резидуальных фрагментов >5 мм.

Предварительное дренирование верхних мочевых путей не выполняли.

Эффективность оценивали через 1 и 3 мес после последнего сеанса по данным УЗИ и/или КТ. Статус stone-free (SFR) констатировали при отсутствии конкрементов. Для оценки влияния различных факторов на эффективность ДУВЛ все конкременты были разделены на группы в зависимости от локализации, плотности по данным нативной КТ и размера. В каждой группе

анализировали частоту достижения SFR после каждого сеанса. Осложнения регистрировали по классификации Clavien–Dindo [15].

Статистический анализ осуществляли с использованием StatTech. Применяли описательную статистику, для сравнения долей – критерий χ^2 Пирсона. Для оценки взаимосвязи между количественными параметрами (размер и плотность конкрементов, количество сеансов) и эффективностью лечения проводили корреляционный анализ. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

SFR достигнут у 43 из 46 пациентов, что составило 93,5%. После первого сеанса ДУВЛ SFR зафиксирован у 35 (76%) пациентов. Повторный сеанс потребовался 11 детям, из них 8 достигли полной элиминации конкрементов. Таким образом, среднее количество сеансов на одного пациента составило 1,25.

У 3 (6,5%) детей ДУВЛ оказалась неэффективной – конкременты не поддались дроблению после 2 сеансов. Все три случая неэффективности были у пациентов с конкрементами лоханки, плотность которых составила 837, 1200, 1379 HU соответственно и размер – 38, 22, 21 мм соответственно.

Анализ зависимости результатов ДУВЛ от локализации конкремента (табл. 4) показал, что после первого сеанса наиболее высокая частота SFR достигнута при конкрементах почки (79,5%) и верхней трети мочеточника (71,4%).

После второго сеанса отмечен значимый прирост эффективности в группах конкрементов мочеточника (+28,6% для верхней трети и +33,3% для нижней), что обеспечило достижение 100% SFR в обеих подгруппах. Для конкрементов почки дополнительный сеанс повысил общую эффективность до 92,3%. При проведении статистического анализа достоверных различий в эффективности ДУВЛ в зависимости от локализации выявлено не было ($\chi^2=0,77$; $p=0,68$).

Эффективность ДУВЛ в зависимости от плотности представлена в табл. 5. Различия между группами не достигли статистической значимости ($\chi^2=1,21$; $p=0,55$). Таким образом, в настоящем исследовании плотность конкремента не являлась достоверным предиктором эффективности ДУВЛ.

Эффективность ДУВЛ в зависимости от размера конкремента приведена в табл. 6. Статистический анализ показал, что эффективность ДУВЛ зависит от размера конкремента. При объединении конкрементов в две группы (≤ 20 мм и > 20 мм) различия были высоко значимы: SFR составил 100% (46 из 46) vs 62,5% (5 из 8) соответственно ($p=0,002$). Таким образом, размер конкремента > 20 мм является статистически значимым предиктором снижения эффективности ДУВЛ.

Интраоперационных осложнений не зарегистрировано. Послеоперационные осложнения отмечены после 4 (6,2%) сеансов. Согласно классификации Clavien–Dindo: II степень – 2 (3,1%) эпизода обострения пиелонефрита, потребовавшие коррекции антибактериальной терапии; IIIb степень – 2 (3,1%) случая почеч-

Таблица 4. Достижение SFR в зависимости от локализации

Table 4. SFR achievement depending on localization

Локализация / Localization	SFR после 1-го сеанса, n (%) / SFR after the 1st session, n (%)	SFR после 2-го сеанса, n (%) / SFR after the 2nd session, n (%)	Общая эффективность достижения SFR, n (%) / Overall efficiency of achieving SFR, n (%)
Почка <i>Kidney</i>	31 (79,5)	5 (12,8)	36 (92,3)
Верхняя треть мочеточника <i>Upper third of the ureter</i>	5 (71,4)	2 (28,6)	7 (100)
Нижняя треть мочеточника <i>Lower third of the ureter</i>	6 (66,7)	3 (33,3)	9 (100)

Таблица 5. Достижение SFR в зависимости от плотности конкремента

Table 5. SFR achievement depending on concretion density

Плотность, HU / Density, HU	SFR после 1-го сеанса, n (%) / SFR after the 1st session, n (%)	SFR после 2-го сеанса, n (%) / SFR after the 2nd session, n (%)	Общая эффективность достижения SFR, n (%) / Overall efficiency of achieving SFR, n (%)
600–800	6 (75)	2 (25)	8 (100)
801–1200	8 (40)	10 (50)	18 (90)
1201–2500	21 (77,8)	5 (18,5)	26 (96,3)

Таблица 6. Достижение SFR в зависимости от размера конкремента
Table 6. SFR achievement depending on the size of the concretion

Размер конкремента, мм / The size of the concretion, mm	SFR после 1-го сеанса, n (%) / SFR after the 1st session, n (%)	SFR после 2-го сеанса, n (%) / SFR after the 2nd session, n (%)	Общая эффективность достижения SFR, n (%) / Overall efficiency of achieving SFR, n (%)
≤10	14 (100)	-	14 (100)
11–15	17 (88,2)	4 (11,8)	21 (100)
16–20	5 (62,5)	7 (37,5)	12 (100)
>20	0 (0)	5 (62,5)	5 (62,5)

ной колики, потребовавшие проведения трансуретральной уретеролитотрипсии. Оба пациента впоследствии достигли SFR.

ОБСУЖДЕНИЕ

В современной детской урологии отмечается устойчивая тенденция к расширению применения эндоскопических и перкутанных методик. Развитие мини- и ультра-мини-перкутанной нефролитотрипсии, а также широкое внедрение трансуретральной нефролитотрипсии и трансуретральной уретеролитотрипсии обеспечили высокую частоту успешного удаления конкрементов за один сеанс, особенно при крупных конкрементах и конкрементах сложной локализации [16–20]. Тем не менее в педиатрической практике данные методики сопряжены с определенными ограничениями: необходимостью установки мочеточникового стента, риском развития перфорации, стриктур мочеточника, более длительным временем общей анестезии и дополнительной лучевой нагрузкой при рентген-контроле [16, 21–27]. В связи с этим ДУВЛ сохраняет статус наименее инвазивной технологии в лечении МКБ у детей, минимизирующего травматизацию мочевых путей.

В крупном ретроспективном анализе, включившем 107 детей, общий показатель SFR составил 83% для аппарата Dornier HM3 и 74% для более современного электромагнитного Dornier Lithotripter SII, причем SFR после одного сеанса был выше при использовании HM3 (78% vs 62%) [28].

В исследовании Y. Aksoy, которое включало 263 детей, сравнивали электрогидравлический Dornier MPL 9000 и электромагнитный Siemens Lithostar. Общая эффективность составила 85,2% для MPL 9000 и 86,5% для Lithostar, что практически идентично. Однако при лечении конкрементов дистального отдела мочеточника электромагнитный аппарат показал значительно более высокий результат: 86,2% vs 54,5% ($p=0,034$) [26].

Схожие результаты получены в другом исследовании, сравнивавшем эффективность Dornier MPL 9000

и более современной модели Dornier EMSE 220 F-XP. У 26 детей, пролеченных с помощью MPL 9000X, показатель SFR после первого сеанса составил 80,7%, в то время как в группе из 19 детей, получавших лечение на аппарате EMSE 220 F-XP, этот показатель достиг 94,7%. Таким образом, очевидно, что переход на электромагнитные технологии не только повысил безопасность, но и значительно увеличил эффективность лечения [29].

Эффективность третьего поколения электромагнитных литотриптеров также подтверждается в работе Neisius, где анализировали результаты лечения 183 пациентов (включая 13 детей) на аппарате Siemens Lithoskop. Исследование показало, что современные электромагнитные литотриптеры обеспечивают высокую эффективность и безопасность [28].

Следует отметить, что литотриптер Storz Medical Modulith SLK в педиатрической практике применяется лишь в ограниченном числе стран. В Армении группа исследователей под руководством A. Grabsky продемонстрировала его эффективность при лечении 135 детей с конкрементами почек и мочеточников, достигнув показателя stone-free в 95,2% [8]. Схожие результаты были получены в Молдове: в исследовании с участием 15 пациентов, проведенном A. Bradu, частота полного отхождения фрагментов через 3 мес после ДУВЛ составила 86% [13]. Турецкое исследование показало stone-free 91% у 32 детей [14].

Представленное исследование подтверждает высокую эффективность ДУВЛ на аппарате Storz Medical Modulith SLK у детей с МКБ: показатель SFR составил 93,5%, что сопоставимо с лучшими мировыми результатами. Особую значимость работе придает статус первого в России клинического анализа применения данной модели литотриптера в педиатрической практике. В условиях пока еще ограниченного международного опыта полученные нами данные существенно расширяют доказательную базу и формируют научное обоснование для более широкого внедрения Storz Medical Modulith SLK в педиатрическую практику.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В последние годы активное развитие эндоскопических технологий, в частности перкутанной нефролитотрипсии, трансуретральной нефролитотрипсии и трансуретральной уретеролитотрипсии, привело к снижению частоты применения ДУВЛ в детской урологии. Однако результаты настоящего исследования указывают на возможную недооценку клинического потенциала ДУВЛ: достигнутый показатель SFR (93,5%)

сопоставим с лучшими международными результатами и полностью согласуется с данными независимых публикаций.

Проведенный анализ, ставший первым в России исследованием применения литотриптера Storz Medical Modulith SLK у детей, подтверждает высокую эффективность и безопасность метода. Таким образом, ДУВЛ на современном оборудовании сохраняет значимость в лечении МКБ у детей и может быть рекомендован как метод выбора.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Винниченко Л.В., Исмаилова И.А., Делягин В.М. Педиатрические аспекты мочекаменной болезни. Практическая медицина. 2018;16(8):27-33. [Vinnichenko LV, Ismailova IA, Delyagin VM. Pediatric aspects of urolithiasis. Practical medicine. 2018;16(8):27-33. (in Russian)]
2. Каприн А.Д., Анолихин О.И., Сивков А.В., Анохин Н.В., Гаджиев Н.К., Малхасян В.А. и др. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации с 2005 по 2020 гг. Экспериментальная и клиническая урология. 2022;15(2):10-7. [Kaprin AD, Apolikhin OI, Sivkov AV, Anokhin NV, Gadzhiev NK, Malkhasyan VA, et al. The incidence of urolithiasis in the Russian Federation from 2005 to 2020. Experimental and Clinical Urology. 2022;15(2):10-7. (in Russian)] <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2022-15-2-10-17>
3. Никушина А.А., Сивков А.В., Касатонова Е.В., Анолихин О.И. Анализ уронефрологической заболеваемости детей в Российской Федерации за период 2000–2017 гг. Экспериментальная и клиническая урология. 2020;12(2):4-12. [Nikushina AA, Sivkov AV, Kasatonova EV, Apolikhin OI. Analysis of uronephrological diseases incidence in children in the Russian Federation for the period 2000-2017. Experimental and clinical urology 2020;(2):4-12. (in Russian)] <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2020-12-2-4-12>
4. Tianqu H, Yaowang Z. Current status and future prospects of prevention and treatment of pediatric urolithiasis. J Clin Ped Surg. 2025. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn101785-202411028-001>
5. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. Москва–Ленинград: Mashgiz, 1955; 56 с. [Yutkin LA. Electrohydraulic effect. Moscow–Leningrad: Mashgiz, 1955; 56 p. (in Russian)]
6. Tasian GE, Ross ME, Song L, Sas DJ, Keren R, Denburg MR, et al. Annual Incidence of Nephrolithiasis among Children and Adults in South Carolina from 1997 to 2012. Clin J Am Soc Nephrol. 2016;11(3):488-96. <https://doi.org/10.2215/CJN.07610715>
7. Шариков Б.А., Шишменцев Н.Б. Методы лечения мочекаменной болезни в историческом контексте. Вестник Совета молодых учёных и специалистов Челябинской области. 2016;2(13):134-137. [Sharikov BA, Shishmentsev NB. Methods of treatment of urolithiasis in a historical context. Bulletin of the Council of Young Scientists and Specialists of the Chelyabinsk region. 2016;2(13):134-137. (in Russian)]
8. Grabsky A. Physical principles of shock wave lithotripsy. Urologiia. 2019;5:112-18.
9. Лобанова А.Д., Зоркин С.Н. Факторы и номограммы, определяющие эффективность дистанционной ударно-волновой литотрипсии в лечении мочекаменной болезни у детей: обзор литературы. Детская хирургия. 2024;28(3):284-91. [Lobanova AD, Zorkin SN. Factors and nomograms determining the effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis: a literature review. Rus J Ped Surg. 2024;28(3):284-91. (in Russian)] <https://doi.org/10.17816/ps762>
10. Zang M, Dong Y, Wang X, Han C, Jia J. New advances in efficacy prediction of extracorporeal shock wave lithotripsy in pediatrics: a narrative review. Front Pediatr. 2026;13:1681384. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1681384>
11. Storz Medical. Modulith SLK technical manual. 2020.
12. Грабский А.М., Минасян Г.М., Хачатрян Е.А., Мартиросян С.А., Токмаджян М.Ж., Тадевосян Г.Г. и др. Особенности и эффективность экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии у детей с использованием сонографического наведения. Урология. 2020;4:90-4. [Grabsky AM, Minasyan GM, Khachatryan YA, Martirosyan SA, Toqmajyan MG, Tadevosyan GG, et al. Characteristics and efficiency of extracorporeal shock wave lithotripsy in children using ultrasound guidance. Urologiia. 2020;4:90-4. (in Russian)] <https://doi.org/10.18565/urology.2020.4.90-94>
13. Bradu A. Litotriția extracorporeală cu unde de șoc pentru litiaza urinară la copii, prima experiență cu Storz Modulith SLK litotr. In: Congresul consacrat aniversării a 75-a de la fondarea Universității de Stat de Medicină și Farmacie „Nicolae Testemițanu”, 21–23 octombrie 2020, Chișinău. Chișinău: USMF, 2020, p. 640.
14. Medipol University Hospital. ESWL with Storz Modulith SLK in children. Medipol Global. 2025. <https://medipolglobal.com/technology/eswl>
15. Clavien PA, Barkun J, de Oliveira ML, Vauthey JN, Dindo D, Schulick RD, et al. The Clavien-Dindo classification of surgical complications: five-year experience. Ann Surg. 2009;250(2):187-96. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181b13ca2>
16. EAU Guidelines on Paediatric Urology. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan, 2025; 128 p. ISBN: 978-94-92671-88-2
17. Nouralizadeh A, Pakmanesh H, Basiri A, et al. Percutaneous nephrolithotomy of staghorn renal stones in pediatric patients using adult-

sized instrument. *Urologia*. 2019;86(4):211-15.

<https://doi.org/10.1177/0391560319858488>

18. Вардак А.Б., Арустамов Л.Д., Рудин Ю.Э., Галицкая Д.А., Алиев Д.К., Лагутин Г.В. и др. Перкутанная нефролитотрипсия у детей с использованием инструментария миниатюрного размера. *Экспериментальная и клиническая урология*. 2023;16(3):172-79.

[Vardak AB, Arustamov LD, Rudin YuE, Galitskaya DA, Aliev DK, Lagutin GV, et al. Percutaneous nephrolithotripsy in children using miniature instruments. *Experimental and Clinical Urology* 2023;16(3):172-79. (in Russian)] <https://doi.org/10.29188/2222-8543-2023-16-3-172-179>

19. Zeng G, Zhu W, Somani B, Choong S, Straub M, Marocco MV, et al. International Alliance of Urolithiasis (IAU) guidelines on the management of pediatric urolithiasis. *Urolithiasis*. 2024;52(1):124.

<https://doi.org/10.1007/s00240-024-01621-z>

20. Gokce MI, Telli O, Akinci A, Esen B, Suer E, Ozkidik M, et al. Effect of Prestenting on Success and Complication Rates of Ureterorenoscopy in Pediatric Population. *J Endourol*. 2016;30(8):850-55.

<https://doi.org/10.1089/end.2016.0201>

21. Castellani D, Somani BK, Ferretti S, Gatti C, Sekerci CA, Madarriaga YQ, et al. Role of Preoperative Ureteral Stent on Outcomes of Retrograde Intra-Renal Surgery (RIRS) in Children. Results From a Comparative, Large, Multicenter Series. *Urology*. 2023;173:153-8.

<https://doi.org/10.1016/j.urology.2022.11.019>

22. Hu Q, Li X, Chen K, Yang W, Ru W, Yan X. Ureteral Stents in the Management of Pediatric Urolithiasis: A Systematic Review. *J Endourol*. 2025;end20240442. <https://doi.org/10.1089/end.2024.0442>

23. Erdoes G, Goobie SM, Haas T, Koster A, Levy JH, Steiner ME. Perioperative considerations in paediatric coagulopathy. *BJA Open*. 2024;12:100310. <https://doi.org/10.1016/j.bjaoo.2024.100310>

24. Tong CMC, Ellison JS, Tasian GE. Pediatric Stone Disease: Current Trends and Future Directions. *Urol Clin North Am*. 2023;50(3):465-75. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2023.04.009>

25. Zisman A, Assadi A, Goldin O, Malshy K, Nativ O, Meretyk S, et al. Shock Wave Lithotripsy in Pediatric Stone Disease: A 15-Year Single-Center Experience with 2 Types of Lithotripters. *Urol Int*. 2022;106(12):1260-64. <https://doi.org/10.1159/000522079>

26. Aksoy Y, Ziypak T, Yapanoglu T. Comparison of the effectiveness and safety of MPL 9000 and Lithostar Modularis shockwave lithotripters: treatment results of 263 children. *Urol Res*. 2009;37(2):111-6. <https://doi.org/10.1007/s00240-009-0181-9>

27. Stamatiou KN, Heretis I, Takos D, Papadimitriou V, Sofras F. Extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of pediatric urolithiasis: a single institution experience. *Int Braz J Urol*. 2010;36(6):724-30. <https://doi.org/10.1590/s1677-55382010000600011>

28. Cao B, Daniel R, McGregor R, Tasian GE. Pediatric Nephrolithiasis. *Healthcare (Basel)*. 2023;11(4):552. <https://doi.org/10.3390/healthcare11040552>

Сведения об авторах:

Клюка И.В. – к.м.н., детский уролог-андролог ГБУ РО «Областная детская клиническая больница», Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-8142-200X>

Сизонов В.В. – д.м.н., профессор кафедры урологии и репродуктивного здоровья человека (с курсом детской урологии-андрологии) ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России; заместитель главного врача по хирургической помощи ГБУ РО «Областная детская клиническая больница», Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-9145-8671>

Родина Р.А. – аспирант кафедры урологии и репродуктивного здоровья человека (с курсом детской урологии-андрологии) ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия; <https://orcid.org/0009-0004-7701-5064>

Вклад авторов:

Клюка И.В. – разработка дизайна исследования, обзор литературы, сбор данных, разработка и проведение эксперимента, написание текста рукописи, 30%

Сизонов В.В. – концепция исследования, разработка дизайна исследования, обзор литературы, написание текста рукописи, научное редактирование, критический обзор, научное руководство, 50%

Родина Р.А. – обзор литературы, сбор данных, анализ данных, статистическая обработка данных, написание текста рукописи, 20%

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Статья подготовлена без финансовой поддержки.

Информированное согласие. Родители пациентов подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Статья поступила: 27.02.2026

Результаты рецензирования: 10.03.2026

Исправления получены: 13.03.2026

Принята к публикации: 15.03.2026

Information about authors:

Klyuka I.V. – Cand. Sci. (Med.), Pediatric Urological and Andrological Division, Rostov-on-Don Regional Children's Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-8142-200X>

Sizonov V.V. – Dr. Sci. (Med.), Professor Department of Urology and Human Reproductive Health (with the Pediatric Urology and Andrology Course), Rostov State Medical University; Deputy Chief Physician for Surgical Care Rostov-on-Don Regional Children's Clinical Hospital, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-9145-8671>

Rodina R.A. – postgraduate Department of Urology and Human Reproductive Health (with the Pediatric Urology and Andrology Course), Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; <https://orcid.org/0009-0004-7701-5064>

Authors' contribution:

Klyuka I.V. – study design development, literature review, data acquisition, experiment design and implementation, drafting the manuscript, 30%

Sizonov V.V. – study concept, study design development, literature review, drafting the manuscript, scientific editing, critical review, supervision, 50%

Rodina R.A. – literature review, data acquisition, data analysis, statistical data processing, drafting the manuscript, 20%

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

Financing. The article was made without financial support.

Informed consent. Parents of the patients signed an informed consent to participate in the study and to process personal data.

Received: 27.02.2026

Peer review: 10.03.2026

Corrections received: 13.03.2026

Accepted for publication: 15.03.2026