

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps906>

EDN: YJDWXW



# Эффективность комбинированной терапии альфа-1-адреноблокаторами и поляризованным светом после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом: проспективное рандомизированное исследование

С.Н. Зоркин, И.А. Кяримов, О.М. Конова, Е.В. Сахарова, Р.Р. Баязитов, Д.С. Шахновский, А.Д. Лобанова, С.А. Борисова

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Эффективная эвакуация фрагментов конкрементов является ключевым этапом, определяющим успех дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом, однако оптимальные подходы к послеоперационной литокинетической терапии в педиатрической практике остаются предметом дискуссий.

**Цель исследования** — сравнительный анализ эффективности и профиля безопасности применения комбинированной литокинетической терапии, включающей  $\alpha 1$ -адреноблокаторы и полихроматический поляризованный свет для улучшения элиминации фрагментов конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом.

**Методы.** Участники проспективного исследования в возрасте от 2 до 18 лет, перенёвшие дистанционную ударно-волновую литотрипсию ( $n=250$ ), рандомизированы на три группы: пациенты группы 1 ( $n=150$ ; контрольная) получали стандартную послеоперационную терапию, в группе 2 ( $n=50$ ) — курс воздействия поляризованным светом, в группе 3 ( $n=50$ ) — комбинацию  $\alpha 1$ -адреноблокаторов (тамсулозин/силодозин) и курс воздействия поляризованным светом. Для оценки эффективности лечения проанализированы следующие показатели: критерий SFR (stone-free rate), время экспульсии конкрементов, уровень болевого синдрома, частота послеоперационных осложнений.

**Результаты.** Комбинированная литокинетическая терапия приводит к наибольшей частоте достижения статуса stone-free, т.е. полного отсутствия камней и их фрагментов после операции (88,0%), что достоверно выше, чем в контроле (60,0%;  $p < 0,001$ ). Показатель SFR в группе полихроматического поляризованного света составил 76,0%. Динамика достижения SFR была различной, более ранней в группах 2 и 3. Наименьшая потребность в анальгезии отмечена в группе комбинированной терапии (82,0% пациентов не требовали обезболивания). Ультразвуковое исследование в динамике показало достоверно более быстрое уменьшение размеров остаточных фрагментов в исследуемых группах. Послеоперационные осложнения встречались реже в группах 2 и 3. Побочных действий от применения  $\alpha 1$ -адреноблокаторов не отмечено.

**Заключение.** Комбинированная литокинетическая терапия  $\alpha 1$ -адреноблокаторами и поляризованным светом у детей ассоциируется с более высокой частотой полного отхождения фрагментов конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии по сравнению со стандартной терапией, а также со снижением потребности в анальгетиках.

**Ключевые слова:** дети; мочекаменная болезнь; дистанционная ударно-волновая литотрипсия; литокинетическая терапия; альфа-1-адреноблокаторы; поляризованный свет.

## Как цитировать:

Зоркин С.Н., Кяримов И.А., Конова О.М., Сахарова Е.В., Баязитов Р.Р., Шахновский Д.С., Лобанова А.Д., Борисова С.А. Эффективность комбинированной терапии альфа-1-адреноблокаторами и поляризованным светом после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом: проспективное рандомизированное исследование // Детская хирургия. 2026. Т. 30, № 1. С. 5–16. DOI: 10.17816/ps906 EDN: YJDWXW

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps906>

EDN: YJDWXW

# Efficacy of the Combined Therapy with Alpha-1-Adrenergic Blockers and Polarized Light after Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy in Children with Urolithiasis: a Prospective Randomized Study

Sergey N. Zorkin, Ibragim A. Kyarimov, Olga M. Konova, Elena V. Sakharova, Rimir R. Baiazitov, Dmitry S. Shakhnovskiy, Antonina D. Lobanova, Svetlana A. Borisova

National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The effective evacuation of stone fragments is a critical stage which determines the success of extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis. However, optimal approaches to postoperative lithokinetic therapy in pediatric practice remain a subject of debate.

**AIM:** To perform a comparative analysis of the efficacy and safety profile of the combined lithokinetic therapy, including alpha-1-adrenergic blockers and polychromatic polarized light, for improving the elimination of stone fragments after extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis.

**METHODS:** This prospective randomized study included 250 children aged 2 to 18 years who underwent extracorporeal shock wave lithotripsy. All patients were randomized into three groups: a control group ( $n=150$ ) receiving standard postoperative therapy, Group 2 ( $n=50$ ) receiving a course of polychromatic polarized light exposure, and Group 3 ( $n=50$ ) receiving a combination of alpha-1-adrenergic blockers (tamsulosin/silodosin) and a course of polychromatic polarized light exposure. To assess efficacy, the following parameters were analyzed: stone-free rate (SFR) criteria, time to stone expulsion, level of pain, and frequency of postoperative complications.

**RESULTS:** The combined lithokinetic therapy has resulted in the highest stone-free rate (88.0%), which was significantly higher than in the control group (60.0%;  $p < 0.001$ ). SFR criteria in the polychromatic polarized light group was 76.0%. Dynamics of SFR criteria differed; it was earlier in Groups 2 and 3. The lowest need for analgesia was noted in the combination therapy group (82.0% of patients required no pain relief). Dynamic ultrasound showed a significantly faster size reduction of residual fragments in the study groups. Postoperative complications were less frequent in Groups 2 and 3. No adverse effects of alpha-1-adrenergic blockers were noted.

**CONCLUSION:** The combined lithokinetic therapy with alpha-1-adrenergic blockers and polychromatic polarized light is associated with a higher rate of complete stone fragment passage after extracorporeal shock wave lithotripsy in children compared to standard therapy; it also reduces the need for analgesics.

**Keywords:** children; urolithiasis; extracorporeal shock wave lithotripsy; lithokinetic therapy; alpha-1-adrenergic blockers; polarized light.

## To cite this article:

Zorkin SN, Kyarimov IA, Konova OM, Sakharova EV, Baiazitov RR, Shakhnovskiy DS, Lobanova AD, Borisova SA. Efficacy of the Combined Therapy with Alpha-1-Adrenergic Blockers and Polarized Light after Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy in Children with Urolithiasis: a Prospective Randomized Study. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2026;30(1):5–16. DOI: 10.17816/ps906 EDN: YJDWXW

Submitted: 19.12.2025

Accepted: 16.02.2026

Published online: 28.02.2026

## ОБОСНОВАНИЕ

Дистанционная ударно-волновая литотрипсия признана золотым стандартом лечения мочекаменной болезни у детей младшего возраста (от 3 до 24 месяцев) с конкрементами верхних мочевыводящих путей размером до 10–12 мм, а для более старших детей и подростков — до 20 мм [1]. Основным преимуществом данного метода являются его неинвазивность и небольшой срок реабилитации. Однако фрагментация конкремента не всегда приводит к успешному исходу лечения. Важной проблемой, влияющей на эффективность дистанционной ударно-волновой литотрипсии, является отхождение образовавшихся фрагментов конкремента. Возникновение такого осложнения, как «каменная дорожка» (*steinstrasse*), приводит к формированию обструкции мочевыводящих путей, что впоследствии может потребовать дополнительных инвазивных вмешательств. В связи с этим разработка методов литокинетической терапии, направленных на улучшение отхождения фрагментов конкремента после дистанционной ударно-волновой литотрипсии, является одним из приоритетных вопросов детской урологии-андрологии и детской хирургии [2].

В зарубежной практике в качестве медикаментозной литокинетической терапии после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у взрослых активно используют уроселективные  $\alpha 1$ -адреноблокаторы. Механизм действия основан на блокировании  $\alpha 1A$ - и  $\alpha 1D$ -подтипов адренорецепторов, которые преобладают в гладкой мускулатуре дистального отдела мочеточника. Таким образом, происходят релаксация и снижение тонуса данной зоны с облегчением отхождения фрагментов конкремента. Метаанализы, включающие исследования с участием взрослых пациентов, демонстрируют, что применение  $\alpha 1$ -адреноблокаторов (силодозин, тамсулозин) после дистанционной ударно-волновой литотрипсии достоверно повышает частоту полного освобождения от конкрементов (*stone free rate*, SFR), сокращает время отхождения фрагментов конкрементов и уменьшает уровень болевого синдрома [3].

Использование  $\alpha 1$ -адреноблокаторов у детей с мочекаменной болезнью, в отличие от взрослой практики, остаётся областью с ограниченной доказательной базой. В существующих исследованиях, например А. Shahat и соавт. [4], не выявлено преимуществ тамсулозина в повышении SFR у детей, в то время как в работе О. Telli и соавт. [5] показано сокращение времени экспульсии, однако приём доксазозина после дистанционной ударно-волновой литотрипсии по поводу камней почечной лоханки размером 10–20 мм не повысил показатели SFR. Зарубежные исследования по применению медикаментозной экспульсивной терапии у детей с камнями нижней трети мочеточника доказали преимущество применения тамсулозина и силодозина для ускорения отхождения камней и снижения уровня болевого синдрома [6–8]. Метаанализы последних лет демонстрируют эффективность [9, 10] и безопасность применения  $\alpha 1$ -адреноблокаторов при камнях дистального отдела мочеточника у детей [11–13].

В России применение уроселективных  $\alpha 1$ -адреноблокаторов у детей с уролитиазом не регламентировано клиническими рекомендациями [2].

Относительно новым и перспективным направлением литокинетической терапии является применение физиотерапевтических методов лечения [14, 15]. Так, в многоцентровом рандомизированном исследовании W. Wu и соавт. [15] продемонстрирована эффективность внешней физической вибрации для ускорения элиминации фрагментов конкрементов верхних мочевых путей после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у взрослых пациентов. Известны также данные об использовании у взрослых ультразвуковой терапии и импульсных токов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии, однако эти методы имеют ряд ограничений и могут плохо переноситься частью пациентов.

Для педиатрической практики актуален поиск неинвазивных, хорошо переносимых и эффективных физиотерапевтических методов. Одной из таких методик является поляризованный свет, действие которого основано на низкоэнергетическом некогерентном излучении в диапазоне 480–3400 нм, что позволяет охватывать обширные участки поверхности тела. Важным преимуществом метода является высокий профиль безопасности, минимальное количество противопоказаний [16, 17] и позитивное восприятие пациентами разных возрастов [18, 19]. Согласно данным литературы, поляризованный свет обладает комплексным биостимулирующим действием, которое может включать противовоспалительный, сосудорасширяющий и спазмолитический эффекты [16, 17]. Кроме того, низкоэнергетическое некогерентное излучение усиливает ваготоническое влияние на внутренние органы, снижает тонус периферических сосудов и улучшает венозный отток [18, 19].

Патогенетическое действие поляризованного света в качестве варианта немедикаментозной литокинетической терапии после дистанционной ударно-волновой литотрипсии связано со снижением посттравматического отёка в зоне воздействия ударных волн, купированием асептического воспаления и улучшением трофики окружающих тканей. Важным аспектом является способность поляризованного света уменьшать спазм и, как следствие, ослаблять болевой синдром [18, 19]. Комплекс этих эффектов создаёт благоприятные условия для пассажа фрагментов конкрементов по мочевыводящим путям. Вместе с тем применение поляризованного света при уролитиазе в педиатрической популяции до настоящего времени не являлось предметом целенаправленного исследования.

Таким образом, на сегодняшний день отсутствуют рандомизированные исследования, сравнивающие эффективность поляризованного света и его комбинации с уроселективными  $\alpha 1$ -адреноблокаторами в улучшении отхождения фрагментов конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей. Комбинированный подход, объединяющий медикаментозную релаксацию гладкой мускулатуры мочеточника

с физиотерапевтическим воздействием, представляется патогенетически обоснованным.

**Цель исследования** — сравнительный анализ эффективности и профиля безопасности комбинированной литокинетической терапии, включающей применение  $\alpha 1$ -адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света, для улучшения элиминации фрагментов конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Исследование спланировано как проспективное рандомизированное с преобладанием пациентов контрольной группы (соотношение 3:1:1). Такое распределение было выбрано на основе предварительного расчёта мощности, который показал, что для выявления различий между новыми вмешательствами и стандартной терапией при ожидаемом эффекте 20% и мощности 80% требуется не менее 50 пациентов в каждой группе вмешательства. Увеличение контрольной группы до 150 пациентов позволило повысить точность оценки частоты осложнений в группе стандартного лечения, что важно для безопасности в педиатрической популяции. Рандомизация проводилась с использованием метода запечатанных конвертов.

### Условия проведения исследования

Исследование проведено в период с октября 2023 по октябрь 2025 года на базе урологического отделения с группами репродуктологии и трансплантации ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России (ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России). В исследование включено 250 детей в возрасте от 2 до 18 лет с установленным диагнозом мочекаменной болезни, которым выполнялось оперативное лечение методом дистанционной ударно-волновой литотрипсии.

### Критерии соответствия (отбора)

**Критерии включения:** дети в возрасте 2–18 лет с конкрементами чашечно-лоханочной системы размером до 20 мм, плотностью не более 1200 HU; наличие информированного согласия пациента/законных представителей на участие в исследовании.

**Критерии не включения:** хроническая почечная недостаточность; аномалии развития мочевыводящих путей; сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания; приём препаратов, влияющих на тонус гладкой мускулатуры.

### Описание критериев соответствия

Критерии соответствия в данном исследовании представляют собой совокупность клинических и инструментальных характеристик, определяющих целевую популяцию пациентов для оценки эффективности лечения.

### Обоснование пороговых значений

- Возрастные категории (2–18 лет): данный интервал охватывает всю педиатрическую популяцию, исключая период новорождённости и раннего грудного возраста (до 2 лет), где тактика ведения конкрементов и анатомо-физиологические особенности имеют принципиальные отличия.
- Размер конкремента (до 20 мм): пороговое значение выбрано на основании клинических рекомендаций, согласно которым конкременты данного размера являются оптимальными для проведения дистанционной литотрипсии как метода первой линии.
- Плотность конкремента (не более 1200 HU): значение до 1200 HU является признанным предиктором хорошей разрушаемости конкрементов ударной волной.

### Обоснование критериев не включения

Критерии не включения направлены на элиминацию вмешивающихся факторов:

- хроническая почечная недостаточность и аномалии развития исключены, так как они являются независимыми факторами риска рецидивирования камнеобразования и могут влиять на уродинамику, искажая результаты оценки пассажа фрагментов;
- сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания исключены для минимизации рисков от применения альфа-1-адреноблокаторов;
- приём препаратов, влияющих на тонус гладкой мускулатуры, исключён, поскольку эти препараты являются компонентом послеоперационной терапии и могли бы выступить в роли вмешивающегося фактора при оценке отхождения фрагментов.

### Методы установления критериев

Критерии были определены на этапе планирования дизайна исследования на основе анализа современной литературы (PubMed, Scopus, eLibrary) и действующих клинических рекомендаций.

### Описание вмешательства

Все участники исследования были разделены на три группы методом случайной выборки: в послеоперационном периоде пациентам группы 1 (контрольная,  $n=150$ ) проводилась стандартная терапия, регламентированная клиническими рекомендациями; в группе 2 ( $n=50$ ) пациенты получали физиотерапевтический метод лечения (воздействие полихроматическим поляризованным светом), в группе 3 ( $n=50$ ) — комбинацию медикаментозной литокинетической терапии и полихроматического поляризованного света.

**Дистанционная ударно-волновая литотрипсия.** Всем участникам исследования данная процедура выполнена с использованием аппарата Dornier Compact Sigma (Dornier MedTech Systems GmbH, Германия). Ввиду отсутствия стандартизированных национальных клинических

рекомендаций, регламентирующих параметры процедуры (режим работы, количество и частота ударных импульсов), технические параметры вмешательства при конкрементах почечной локализации устанавливали в соответствии с инструкцией производителя оборудования.

**Медикаментозная литокинетическая терапия.** В нашем исследовании мы применяли тамсулозин у детей в возрасте от 2 до 5 лет в дозировке 0,2 мг 1 раз/сут перорально, у детей старше 5 лет — силодозин в дозировке 4 мг 1 раз/сут перорально, начиная с первых послеоперационных суток. У пациентов младше 5 лет отсутствуют данные о применении силодозина в качестве литокинетической терапии, поэтому мы использовали тамсулозин [8–10]. Следует отметить, что  $\alpha 1$ -адреноблокаторы (тамсулозин и силодозин) у детей с уролитиазом применяются вне зарегистрированных показаний (off-label). Данный аспект детально рассматривался и был одобрен локальным этическим комитетом ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. Приведённые режимы дозирования установлены в связи с ограниченным объёмом научных данных, касающихся безопасности и эффективности исследуемых препаратов у детей. С учётом факта применения  $\alpha 1$ -адреноблокаторов off-label в педиатрической практике всем участникам исследования или их законным представителям проведено детальное разъяснение данного обстоятельства, включая потенциальные риски и ожидаемую пользу терапии. Участие в исследовании осуществлялось только после получения добровольного информированного согласия. В рамках данного исследования нами был разработан способ литокинетической терапии после дистанционной ударно-волновой литотрипсии при уролитиазе у детей<sup>1</sup>.

**Физиотерапевтические методы лечения.** Начиная с первых послеоперационных суток, детям групп 2 и 3 проводили локальную физиотерапию полихроматическим поляризованным светом. Воздействие осуществляли на область проекции почки и мочевого пузыря с использованием источника некогерентного оптического излучения в диапазоне длин волн 480–3400 нм. Режим воздействия: мощность плотности потока энергии 40 мВт/см<sup>2</sup>, время экспозиции 4 минуты на поле, ежедневно, курс из 5–7 процедур.

Во всех группах исследования болевой синдром купировался с помощью пероральных анальгетиков (ибупрофен и парацетамол), которые назначали по требованию в дозах, соответствующих возрасту пациента.

## Исходы исследования

**Основной исход исследования.** Успешность проведённого лечения оценивали по показателю SFR (частота полного освобождения мочевых путей от фрагментов конкрементов).

**Дополнительные исходы исследования:** среднее время до полной элиминации; интенсивность болевого синдрома по валидированным возрастным шкалам; потребность в дополнительных анальгетиках; частота послеоперационных осложнений.

**Методы регистрации исходов.** В послеоперационном периоде после дистанционной ударно-волновой литотрипсии всем пациентам проводили комплексное обследование: ежедневную оценку интенсивности болевого синдрома и потребности в обезболивающих препаратах; контроль гемодинамических показателей (артериальное давление, частота сердечных сокращений); наличие побочных действий от применения  $\alpha 1$ -адреноблокаторов; контроль отхождения фрагментов конкрементов по данным ультразвукового исследования (УЗИ) мочевыводящих путей на 3, 5, 7-е послеоперационные сутки.

## Статистические процедуры

**Запланированный размер выборки.** Как сообщалось выше, для выявления различий между новыми вмешательствами и стандартной терапией при ожидаемом эффекте 20% и мощности 80% требуется не менее 50 пациентов в каждой группе вмешательства. Увеличение контрольной группы до 150 пациентов позволяет повысить точность оценки частоты осложнений в группе стандартного лечения.

**Статистические методы.** Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета StatTech версии 4.9.5 (Статтех, Россия). Характер распределения количественных переменных оценивали с помощью критерия Колмогорова–Смирнова (для выборок объёмом 50 наблюдений и более). Поскольку большинство количественных показателей имели распределение, отличное от нормального, их описывали в виде медианы (Me) и интервального размаха ( $Q_1$ ;  $Q_3$ ). Категориальные данные представлены абсолютными значениями и процентами. Для сравнения трёх и более независимых групп применяли критерий Краскела–Уоллиса (H-тест) с последующим апостериорным попарным сравнением по методу Данна с поправкой Холма. Сравнение долей в таблицах сопряжённости осуществляли с помощью критерия хи-квадрат ( $\chi^2$ ) Пирсона, для апостериорных попарных сравнений также использовали хи-квадрат с поправкой Холма. Сравнение трёх и более связанных выборок проводили с помощью непараметрического критерия Фридмана с последующими апостериорными попарными сравнениями по методу Коновера–Имана с поправкой Холма. Статистически значимыми считали различия при уровне значимости ( $p$ )  $< 0,05$ . Динамику отхождения фрагментов конкрементов во времени и вероятность достижения статуса «stone free» анализировали с применением метода Каплана–Мейера. Полученная кумулятивная кривая представляет собой ступенчатую убывающую функцию, где вероятность события (полного отхождения фрагментов конкрементов) между точками наблюдениями считается постоянной.

<sup>1</sup> Заявка на патент Российской Федерации № 202516668 от 17.06.2025. Зоркин С.Н., Кяримов И.А., Баязитов Р.Р. и др. Способ литокинетической терапии после дистанционной ударно-волновой литотрипсии при уролитиазе у детей.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Характеристики выборки

Сравнительный анализ базовых демографических и антропометрических характеристик (возраст, масса тела, длина тела, индекс массы тела) между группами исследования не выявил статистически значимых различий ( $p=0,630$ ,  $p=0,103$ ,  $p=0,605$ ,  $p=0,075$  соответственно; Н-тест). Полученные данные свидетельствуют о сопоставимости и однородности исследуемых групп по ключевым исходным параметрам (табл. 1).

Анализ анамнестических данных (наличие ипсилатеральных вмешательств в анамнезе, престентирование), стороны

поражения, локализации и количества конкрементов также не выявил статистически значимых различий между группами ( $p=0,177$ ,  $p=0,277$ ,  $p=0,829$ ,  $p=0,217$ ,  $p=0,116$  соответственно; критерий  $\chi^2$  Пирсона), что подтверждает сопоставимость выборок по клиническим параметрам (табл. 2).

Сравнение основных характеристик конкрементов, включая размер по данным УЗИ, среднюю плотность конкремента, а также их размер и объём по данным компьютерной томографии (КТ), не показало значимых межгрупповых различий ( $p=0,093$ ,  $p=0,068$ ,  $p=0,066$ ,  $p=0,074$  соответственно; Н-тест). Распределение размеров конкрементов и их плотности в нашем исследовании имело клинически обоснованный характер, при котором более

**Таблица 1.** Анализ возраста и антропометрических показателей в группах

**Table 1.** Analysis of age and anthropometric parameters by groups

Показатели	Группы	Статистический расчёт		p
		Me	Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub>	
Возраст, мес	1, Контроль	128	48; 183	0,630
	2, ППС	133	108; 160	
	3, ЛКТ+ППС	134	90; 174	
Масса тела, кг	1, Контроль	34	15; 54	0,103
	2, ППС	41	24; 46	
	3, ЛКТ+ППС	48	32; 54	
Длина тела, м	1, Контроль	1,48	1,04; 1,62	0,065
	2, ППС	1,52	1,26; 1,65	
	3, ЛКТ+ППС	1,60	1,32; 1,68	
Индекс массы тела	1, Контроль	17,32	14,83; 20,75	0,075
	2, ППС	16,98	15,82; 18,14	
	3, ЛКТ+ППС	18,24	16,40; 19,11	

*Примечание.* ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.

**Таблица 2.** Анализ дооперационных клинических параметров в группах

**Table 2.** Analysis of the preoperative parameter by groups

Показатели	Категории	Группы, n (%)			p
		1, Контроль	2, ППС	3, ЛКТ+ППС	
Анамнез ипсилатеральных вмешательств	Проводилось	29 (19,3)	15 (30,0)	8 (16,0)	0,177
	Не проводилось	121 (80,7)	35 (70,0)	42 (84,0)	
Престентирование	Не проводилось	131 (87,3)	39 (78,0)	42 (84,0)	0,277
	Проводилось	19 (12,7)	11 (22,0)	8 (16,0)	
Сторона поражения	Правая сторона	89 (59,3)	31 (62,0)	28 (56,0)	0,829
	Левая сторона	61 (40,7)	19 (38,0)	22 (44,0)	
Локализация	В одном месте	111 (74,0)	43 (86,0)	38 (76,0)	0,217
	Множественная	39 (26,0)	7 (14,0)	12 (24,0)	
Количество конкрементов	Один конкремент	92 (61,3)	37 (74,0)	37 (74,0)	0,116
	Больше одного конкремента	58 (38,7)	13 (26,0)	13 (26,0)	

*Примечание.* ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.

крупные камни соответствовали старшему возрасту пациентов. Эти данные свидетельствуют об однородности групп по основным параметрам конкрементов (табл. 3).

Проведённый статистический анализ продемонстрировал однородность сравниваемых групп по ключевым параметрам, несмотря на имеющиеся различия в возрасте, антропометрических показателях, анамнезе заболевания и характеристиках конкрементов. Учитывая установленную сопоставимость групп, перейдём к непосредственному анализу результата лечения детей с уролитиазом.

### Основные результаты исследования

Анализ показал, что успешная дезинтеграция конкремента была достигнута у 39 (78%) пациентов 2-й группы (полихроматический поляризованный свет) и 48 (96%) пациентов 3-й группы (комбинированная терапия). Данный показатель

был статистически значимо выше, чем в контрольной группе, где фрагментация конкремента наблюдалась у 102 (68%) пациентов ( $p < 0,001$ ). Оценка конечной эффективности лечения, основанная на оценке достижения статуса SFR, также выявила значимые различия между группами ( $p < 0,001$ , критерий  $\chi^2$  Пирсона). Комбинация  $\alpha 1$ -адреноблокаторов и физиотерапевтического метода продемонстрировала наилучший результат (88,0%), который был достоверно выше, чем в контрольной группе (60,0%;  $p < 0,001$ ). Применение полихроматического поляризованного света занимает промежуточное положение с результатом 76,0% (табл. 4).

Для оценки времени до достижения состояния «stone free rate» (SFR) после дистанционной ударно-волновой литотрипсии был выполнен анализ с построением кривых Каплана–Мейера. Кривые наглядно демонстрируют различную динамику наступления SFR между группами (рис. 1).

Таблица 3. Анализ характеристики конкремента в группах

Table 3. Analysis of stone characteristics by groups

Показатели	Группы	Статистический расчёт		p
		Me	Q1; Q3	
Размер по УЗИ, мм	1, Контроль	9	6; 13	0,093
	2, ППС	8	6; 9	
	3, ЛКТ+ППС	10	6; 13	
Плотность средняя, НУ	1, Контроль	1052	886; 1140	0,068
	2, ППС	1040	918; 1175	
	3, ЛКТ+ППС	1058	894; 1125	
Размер по КТ, мм	1, Контроль	9	6; 14	0,066
	2, ППС	7	6; 10	
	3, ЛКТ+ППС	10	7; 16	
Объём по КТ, см <sup>3</sup>	1, Контроль	0,32	0,17; 0,62	0,074
	2, ППС	0,31	0,16; 0,47	
	3, ЛКТ+ППС	0,41	0,24; 0,63	

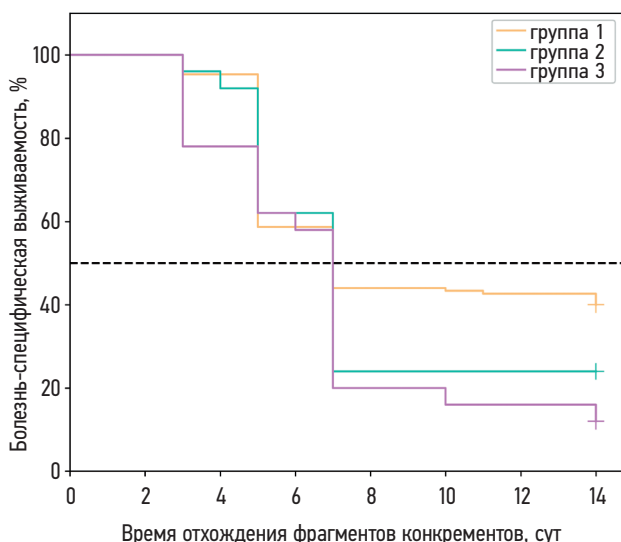
Примечание. УЗИ — ультразвуковое исследование; КТ — компьютерная томография; ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.

Таблица 4. Анализ результата лечения в группах

Table 4. Analysis of treatment outcome by groups

Показатели	Категории	Группы, n (%)			p
		1, Контроль	2, ППС	3, ЛКТ+ППС	
Дезинтеграция	Да	102 (68,0)	39 (78,0)	48 (96,0)	$< 0,001^*$ $P_{\text{Группа 1 – Группа 3}} < 0,001$
	Нет	48 (32,0)	11 (22,0)	2 (4,0)	$P_{\text{Группа 2 – Группа 3}} 0,015$
Stone free rate	Нет	60 (40,0)	12 (24,0)	6 (12,0)	$< 0,001^*$
	Да	90 (60,0)	38 (76,0)	44 (88,0)	$P_{\text{Группа 1 – Группа 3}} < 0,001$

Примечание. Различия показателей статистически значимы:  $p < 0,05$  (\*). ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.



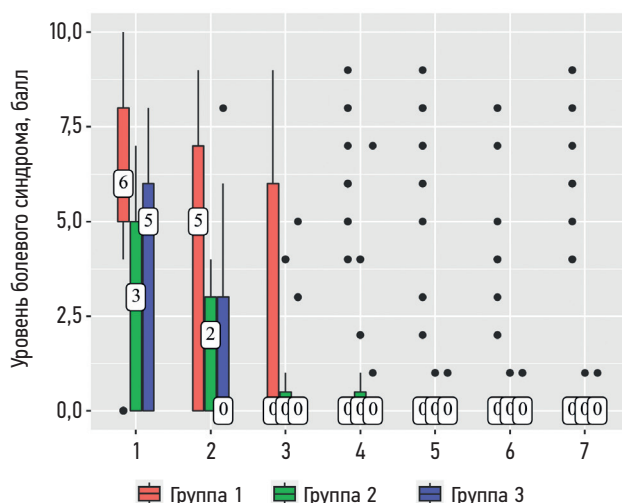
**Рис. 1.** Анализ по Каплану–Мейеру: время до полного отхождения фрагментов конкрементов (stone free rate) в зависимости от вида послеоперационной терапии. По оси ординат — доля пациентов с полным отхождением фрагментов (SFR, %), по оси абсцисс — время наблюдения (сут).

**Fig. 1.** Kaplan–Meier analysis: time to complete stone fragment passage (Stone Free Rate, SFR) by the type of postoperative therapy. Y-axis shows the proportion of patients with complete fragment passage (SFR, %), and the X-axis shows the observation period (days).

В группе комбинированной терапии ( $\alpha$ 1-адреноблокаторы + полихроматический поляризованный свет) наблюдалась наиболее ранняя и выраженная положительная динамика: уже к 4-м суткам SFR составил 22% (11/50), к 6-м — 42% (21/50), к 8-м — 80% (40/50). К концу периода наблюдения (14 суток) показатель SFR в данной группе достиг 88% (44/50). В группе изолированного применения полихроматического поляризованного света (группа 2) динамика была умеренной: к 4-м суткам SFR составил 8% (4/50), к 6-м — 38% (19/50), к 8-м — 76% (38/50). К 14-м суткам SFR в этой группе достиг 76% (38/50). В контрольной группе (группа 1), получавшей стандартную терапию, наступление SFR происходило медленнее: к 4-м суткам лишь 4,7% (7/150) пациентов были «stone-free», к 6-м суткам — 41,3% (62/150), к 8-м — 56% (84/150). К 14-м суткам полное отхождение фрагментов было зафиксировано у 60% (90/150) пациентов.

### Дополнительные результаты исследования

Важным критерием в данном исследовании была оценка болевого синдрома. В ходе анализа уровня болевого синдрома на 1-е и 2-е послеоперационные сутки у пациентов групп 2 и 3 наблюдался более низкий уровень болевого синдрома по сравнению с группой контроля ( $p < 0,001$ ) (рис. 2). Наибольшая доля пациентов, которым не требовалось обезболивание, была при применении комбинации  $\alpha$ 1-адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света (82,0%). Этот показатель был статистически значимо выше, чем в контрольной группе (56,4%;  $p = 0,004$ ). Группа с применением полихроматического



**Рис. 2.** Динамика уровня болевого синдрома в группах в послеоперационном периоде.

**Fig. 2.** Dynamics of pain syndrome in the postoperative period by groups.

поляризованного света заняла промежуточное положение с долей 70,0%.

Статистический анализ выявил достоверную положительную динамику в уменьшении размеров конкрементов в динамике по данным УЗИ почек во всех исследуемых группах ( $p < 0,001$ , Н-тест), при этом на протяжении всего периода наблюдения (3, 5 и 7-е сутки) размеры остаточных фрагментов конкрементов в контрольной группе статистически значимо превышали размеры в группах 2 и 3 (табл. 5). Наибольшие межгрупповые различия зафиксированы на третьи послеоперационные сутки ( $p < 0,001$ ): в контрольной группе размеры остаточных фрагментов были значимо больше, чем при комбинации  $\alpha$ 1-адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света и при изолированном применении полихроматического поляризованного света: 12 мм (7–16) против 7 мм (5–12) ( $p = 0,007$ ) и 7 мм (5–10) ( $p = 0,001$ ) (рис. 3).

Третья группа исследования получала терапию  $\alpha$ 1-адреноблокаторами (тамсулозин — 4 пациента; силодозин — 46) в течение 7 (5–7) суток. Вторая и третья группы исследования получали курс полихроматического поляризованного света одинаковой продолжительности — в течение 7 (5–7) суток.

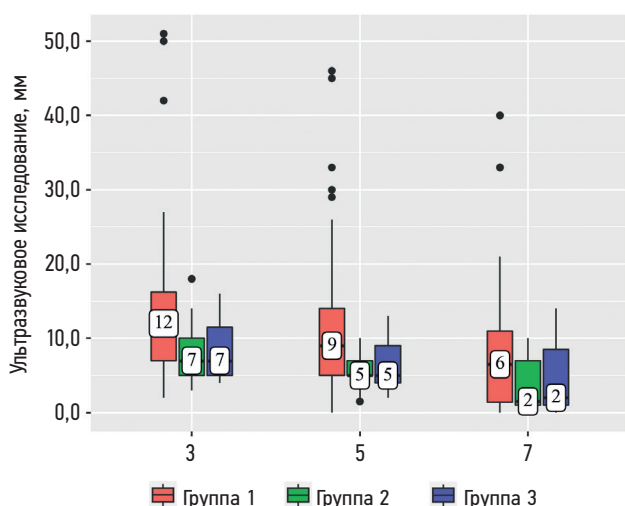
### Нежелательные явления

При сравнении уровня осложнений по классификации Клавьен–Диндо (Clavien–Dindo) между исследуемыми группами выявлены статистически значимые различия ( $p = 0,034$ ; критерий  $\chi^2$  Пирсона). Результаты контрольной группы характеризовались наибольшей частотой осложнений, которые потребовали дополнительного оперативного вмешательства. В группе 2 отмечено 3 случая образования «каменной дорожки», которые купировались на фоне консервативной терапии. При применении

**Таблица 5.** Анализ динамики отхождения конкрементов по данным ультразвукового исследования почек, Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>]**Table 5.** Analysis of stone passage dynamics by findings of ultrasound examination, (Me [Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>])

Группы	Ультразвуковое исследование почек			p
	на 3-и сут	на 5-е сут	на 7-е сут	
1, Контроль	12 (n=88) [7; 16]	9 (n=88) [5; 14]	6 (n=88) [1; 11]	<0,001*
2, ППС	7 (n=33) [5; 10]	5 (n=33) [5; 7]	2 (n=33) [1; 7]	<0,001*
3, ЛКТ+ППС	7 (n=31) [5; 12]	5 (n=31) [4; 9]	2 (n=31) [1; 8]	<0,001*
p	<0,001* p <sub>Группа 1 – Группа 3</sub> = 0,007 p <sub>Группа 1 – Группа 2</sub> = 0,001	0,002* p <sub>Группа 1 – Группа 3</sub> = 0,025 p <sub>Группа 1 – Группа 2</sub> = 0,005	0,013* p <sub>Группа 1 – Группа 2</sub> = 0,030	-

*Примечание.* Различия показателей статистически значимы:  $p < 0,05$  (\*). ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.

**Рис. 3.** Динамика отхождения фрагментов конкрементов в группах по данным послеоперационного ультразвукового исследования.**Fig. 3.** Dynamics of stone fragment passage by groups using findings of postoperative renal ultrasound examination.

комбинации  $\alpha 1$ -адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света зафиксировано 2 случая осложнений — обструкция мочеточника фрагментами конкремента, потребовавшая уретеролитоэкстракции без стентирования мочеточника. В контрольной группе после проведения уретеролитоэкстракции в 6 случаях из 11 пришлось прибегать к стентированию мочеточника (табл. 6).

**Таблица 6.** Анализ уровня осложнений по классификации Clavien–Dindo в группах**Table 6.** Analysis of complication rates in groups by Clavien–Dindo classification

Показатель	Группы	Уровень осложнения, n			Всего осложнений, n	p
		2	3а	3б		
Градация осложнений	1, Контроль	2	1	11	14	0,034*
	2, ППС	3	0	0	3	
	3, ЛКТ+ППС	0	0	2	2	

*Примечание.* Различия показателей статистически значимы:  $p < 0,05$ . p-Value (\*) относится к сравнению общего количества осложнений между группами. Уровень 2 — осложнения, потребовавшие фармакотерапии; уровень 3 — осложнения, потребовавшие хирургического вмешательства. ППС — полихроматический поляризованный свет; ЛКТ — литокинетическая терапия.

## ОБСУЖДЕНИЕ

### Резюме результатов исследования

Результаты настоящего проспективного исследования позволяют предположить потенциальную пользу комбинированного подхода, объединяющего уроселективные  $\alpha 1$ -адреноблокаторы и полихроматический поляризованный свет, для улучшения отхождения фрагментов конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей. Основное внимание в работе было уделено оценке клинически значимых исходов.

### Интерпретация результатов исследования

Первичным критерием эффективности терапии является частота полного освобождения мочевых путей от фрагментов конкрементов (stone free rate). В нашем исследовании применение комбинированной терапии ( $\alpha 1$ -адреноблокаторы + полихроматический поляризованный свет) показала наилучшие результаты (88%) по сравнению с данными контрольной группы (60%). Изолированное применение полихроматического поляризованного света также представляет собой эффективный метод немедикаментозной литокинетической терапии (76%). Наши данные согласуются с результатами большого кокрейновского обзора по применению  $\alpha 1$ -адреноблокаторов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у взрослых пациентов, где частота элиминации камней с применением  $\alpha 1$ -адреноблокаторов увеличивается до 80,4% по сравнению с контрольной

группой — 69,3% [3]. Однако имеющиеся два исследования по применению  $\alpha 1$ -адреноблокаторов у детей после дистанционной ударно-волновой литотрипсии не показали успеха [4, 5]. Настоящее исследование, в отличие от других работ, вводит новый физиотерапевтический компонент в качестве немедикаментозной литокинетической терапии.

Характер кривых Каплана–Мейера (особенно выраженное раннее разделение траекторий между группой комбинированной терапии и контрольной группой) указывает на то, что основной эффект вмешательства реализуется в первые несколько суток после дистанционной ударно-волновой литотрипсии. Это может быть связано с быстрым уменьшением спазма и отёка в мочеточнике под действием  $\alpha 1$ -адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света, что облегчает первичную миграцию фрагментов из чашечно-лоханочной системы. Полученные данные согласуются с результатами метаанализа М.С. Oestreich и соавт. [3], в котором применение  $\alpha 1$ -адреноблокаторов у взрослых пациентов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии ассоциировалось с более высокими показателями SFR и сокращением времени до экскреции, однако в нашем исследовании добавление физиотерапевтического компонента позволило достичь более раннего наступления «stone-free» статуса, чем это описано в большинстве работ, посвящённых только медикаментозной терапии.

Значительное внимание в работе уделено оценке уровня послеоперационного болевого синдрома. У пациентов, получающих комбинированную терапию ( $\alpha 1$ -адреноблокаторы + полихроматический поляризованный свет), потребность в обезболивании была достоверно ниже (82% пациентов не требовали анальгезии). Данный клинический результат можно связать с синергическим действием методов: уроселективные  $\alpha 1$ -адреноблокаторы расслабляют гладкую мускулатуру мочеточника, уменьшая спазм, а полихроматический поляризованный свет обладает противовоспалительным действием, стимулируя микроциркуляцию и репаративные процессы в тканях, окружающих фрагменты конкремента, что приводит к снижению интенсивности болевого синдрома в послеоперационном периоде. Наблюдаемое снижение болевого синдрома может быть обусловлено модуляцией ноцицептивной передачи при применении  $\alpha 1$ -адреноблокаторов, как было ранее показано в работе Y. Itoh и соавт. [20].

Данные нашего исследования подтверждены динамическим ультразвуковым наблюдением. На третьи послеоперационные сутки размеры остаточных фрагментов в исследуемых группах были значимо меньше, чем в контрольной группе. Расслабление гладкой мускулатуры мочеточника под действием  $\alpha 1$ -адреноблокаторов в комплексе с физиотерапевтическим влиянием полихроматического поляризованного света способствует улучшению тонуса и моторики верхних мочевыводящих путей. Наши данные согласуются с результатами исследования М.С. Oestreich и соавт. [3] при применении  $\alpha 1$ -адреноблокаторов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у взрослых [3].

Анализ осложнений по классификации Clavien–Dindo показал наибольшую частоту послеоперационных осложнений в контрольной группе, в которой потребовалось применять оперативное вмешательство с последующим стентированием мочеточника в 6 случаях из 11. В исследуемых группах частота осложнений была достоверно ниже. Это соотносится с результатами, представленными в метаанализе М.С. Oestreich и соавт. [3].

Обсуждение результатов, касающихся группы с применением полихроматического поляризованного света, требует отдельного рассмотрения. В нашем исследовании полихроматический поляризованный свет применялся как комплексный физиотерапевтический метод, параметры которого (диапазон волн 480–3400 нм, плотность потока энергии 40 мВт/см<sup>2</sup>) подбирались исходя из стандартных протоколов и соображений безопасности для детей [16–18]. Наблюдаемое снижение потребности в анальгезии и более быстрое уменьшение размеров фрагментов по данным УЗИ в группе полихроматического поляризованного света согласуются с данными литературы, где отмечается его возможное спазмолитическое и противовоспалительное действие [14, 15]. Однако, поскольку в рамках настоящей работы мы не измеряли биохимические маркеры воспаления или параметры тонуса гладкой мускулатуры, конкретные патофизиологические механизмы, лежащие в основе этих клинических эффектов, остаются предметом дальнейшего изучения. Полученные нами данные обосновывают целесообразность таких исследований в будущем.

## Ограничения исследования

В нашем исследовании не зафиксировано случаев побочных эффектов на фоне применения  $\alpha 1$ -адреноблокаторов, что подтверждает их хороший профиль безопасности при использовании в возрастных дозировках и согласуется с данными других авторов [8–10].

Применение уроселективных  $\alpha 1$ -адреноблокаторов у взрослых повышает частоту отхождения конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии [3, 21]. Наше исследование подтверждает данную тенденцию в детской практике, а также демонстрирует синергический эффект применения медикаментозной литокинетической терапии и физиотерапевтических методов воздействия.

Интерпретация результатов настоящего исследования должна проводиться с учётом его ограничений, к которым относится моноцентровая дизайн и объём выборки. Для дальнейшего подтверждения полученных данных целесообразно проведение многоцентровых рандомизированных контролируемых исследований.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты данного исследования указывают на то, что комбинация  $\alpha 1$ -адреноблокаторов и полихроматического поляризованного света может ассоциироваться с более высокой частотой полного отхождения фрагментов

конкрементов после дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей по сравнению со стандартной терапией, а также со снижением потребности в анальгетиках.

Продемонстрированный профиль безопасности является обнадеживающим, однако для подтверждения эффективности, оценки отдалённых результатов необходимы независимые многоцентровые рандомизированные контролируемые исследования с большей выборкой.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** С.Н. Зоркин — определение концепции и дизайна исследования, редактирование рукописи; И.А. Кяримов — сбор и обработка материала, написание текста; О.М. Конова — определение концепции и дизайна исследования, редактирование рукописи; Е.В. Сахарова, Р.Р. Баязитов, Д.С. Шахновский — сбор и обработка материала; А.Д. Лобанова, С.А. Борисова — пересмотр и редактирование рукописи. Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), а также согласились нести ответственность за все аспекты работы, гарантируя надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования одобрен локальным независимым этическим комитетом ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (протокол № 9 от 28.09.2023). Все участники/законные представители участников исследования добровольно подписали форму информированного согласия до включения в исследование.

**Источники финансирования.** Исследование выполнено за счёт собственных ресурсов ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России. Физиотерапевтическое оборудование является собственностью учреждения и используется в рамках стандартной клинической практики. Финансирования от производителей лекарственных средств или медицинского оборудования авторы не получали.

**Раскрытие интересов.** Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов за последние три года, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.

**Оригинальность.** В представленной работе используются исключительно оригинальные, впервые собранные (или созданные) авторами сведения. Все данные, текст, таблицы и иллюстрации подготовлены специально для целей данного исследования и ранее нигде не публиковались. Работа является оригинальной и не содержит повторного использования ранее опубликованных материалов.

**Доступ к данным.** Авторы сообщают, что все данные представлены в статье и/или приложениях к ней.

**Генеративный искусственный интеллект.** В процессе подготовки данной рукописи, включая текст, иллюстрации и иные материалы, генеративный искусственный интеллект (большие языковые модели, чат-боты, генераторы изображений) не использовался.

**Рассмотрение и рецензирование.** Настоящая работа подана в журнал в инициативном порядке и рассмотрена по обычной процедуре.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contributions:** S.N. Zorkin, research concept and design development, manuscript editing; I.A. Kyarimov, material collection and processing, text writing; O.M. Konova, research concept and design development, manuscript editing; E.V. Sakharova, R.R. Baiazitov, D.S. Shakhnovskiy, material collection and processing; A.D. Lobanova, S.A. Borisova, manuscript review and editing. Thereby, all authors provided approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

**Ethics approval:** The study protocol was approved by the Local Independent Ethics Committee at the Federal State Autonomous Institution "National Medical Research Center for Children's Health" of the Ministry of Health of Russia (Protocol No. 9, dated September 28, 2023). All participants (or their legal representatives) provided written informed voluntary consent for participation in the study and for the use of their anonymized data for scientific purposes.

**Funding sources:** The research was conducted using the internal resources of the Federal State Autonomous Institution "National Medical Research Center for Children's Health" of the Ministry of Health of Russia. The physiotherapy equipment is the property of the institution and is used within the framework of standard clinical practice. The authors did not receive any funding from the manufacturers of the medicinal products or medical equipment.

**Disclosure of interests:** The authors declare no conflict of interest related to commercial organizations — manufacturers of the medicinal products (tamsulosin, silodosin) or physiotherapy equipment used in the study.

**Statement of originality:** The presented work uses exclusively original data, collected (or created) by the authors for the first time. All data, text, tables, and illustrations were prepared specifically for the purposes of this study and have not been published elsewhere. The work is original and does not contain any reuse of previously published materials.

**Data availability statement:** The authors report that all data are presented in the article and/or its supplementary materials.

**Generative AI:** During the preparation of this manuscript, including text, illustrations, and other materials, generative artificial intelligence tools (large language models, chatbots, image generators) were not used. All content was created by the authors independently.

**Provenance and peer-review:** This paper was submitted to the journal on an initiative basis and reviewed according to the usual procedure.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

1. Kyarimov IA. Urolithiasis in children: modern possibilities of diagnosis and treatment. *Russian pediatric journal*. 2023;26(3): 218–221. doi: 10.46563/1560-9561-2023-26-3-218-221 EDN: SJAIDU
2. Kyarimov IA, Zorkin SN, Lobanova AD, Kosobutskaya SA. Medical expulsive therapy in children with urolithiasis in the foreign practice: a literature review. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(4):364–371. doi: 10.17816/ps704 EDN: CSXFPP
3. Oestreich MC, Vernooij RW, Sathianathen NJ, et al. Alpha-blockers after shock wave lithotripsy for renal or ureteral stones in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;11:CD013393. doi: 10.1002/14651858.CD013393.pub2 EDN: RHFWEW
4. Shahat A, Elderwy A, Safwat AS, et al. Is Tamsulosin effective after shock wave lithotripsy for pediatric renal stones? A randomized, controlled study. *J Urol*. 2016;195(4 Pt 2):1284–1288. doi: 10.1016/j.juro.2015.11.021
5. Telli O, Gokce MI, Ozturk E, et al. What is the best option for 10-20 mm renal pelvic stones undergoing ESWL in the pediatric population:

stenting, alpha blockers or conservative follow-up? *J Pediatr Surg*. 2015;50(9):1532–1534. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2014.11.045

6. Tuerxun A, Batuer A, Erturhan S, et al. Impaction and prediction: does ureteral wall thickness affect the success of medical expulsive therapy in pediatric ureteral stones? *Urol Int*. 2017;98(4):436–441. doi: 10.1159/000453668

7. Brohi IB, Bhatti MS, Siyal RA, Memon AG. Efficacy of alpha-adrenergic receptor antagonists in the treatment of distal ureteric stones: a paediatric study. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2022;34(4):807–811. doi: 10.55519/JAMC-04-10379 EDN: CSUNRT

8. Soliman MG, El-Gamal O, El-Gamal S, et al. Silodosin versus tamsulosin as medical expulsive therapy for children with lower-third ureteric stones: prospective randomized placebo-controlled study. *Urol Int*. 2021;105(7-8):568–573. doi: 10.1159/000513074 EDN: HTENNK

9. Sun K, Zhang P, Sun Y, et al. Meta-analysis of the efficacy and adverse drug reactions of adrenergic alpha-antagonists in treating children with ureteral calculi. *Front Pediatr*. 2023;11:1098002. doi: 10.3389/fped.2023.1098002 EDN: VRGBUX

10. Ziaeefer P, Basiri A, Zangiabadian M, et al. Medical expulsive therapy for pediatric ureteral stones: a meta-analysis of randomized clinical trials. *J Clin Med*. 2023;12(4):1410. doi: 10.3390/jcm12041410 EDN: TANEKL
11. Sun F, Bao X, Cheng D, et al. Meta-analysis of the safety and efficacy of  $\alpha$ -adrenergic blockers for pediatric urolithiasis in the distal ureter. *Front Pediatr*. 2022;10:809914. doi: 10.3389/fped.2022.809914 EDN: NGGWOB
12. Huang W, Xue P, Zong H, Zhang Y. Efficacy and safety of silodosin in the medical expulsion therapy for distal ureteral calculi: a systematic review and meta-analysis. *Br J Clin Pharmacol*. 2016;81(1):13–22. doi: 10.1111/bcp.12737
13. Nelson R, Stamm J, Timmons Z, Grimsby GM. Management of pediatric ureterolithiasis in the emergency room: a single institution review and new management pathway. *J Pediatr Urol*. 2023;19(2):177.e1–177.e6. doi: 10.1016/j.jpuro.2022.11.015 EDN: QIBBMX
14. Peng L, Wen J, Zhong W, Zeng G. Is physical therapy effective following extracorporeal shockwave lithotripsy and retrograde intrarenal surgery: a meta-analysis and systematic review. *BMC Urol*. 2020;20(1):93. doi: 10.1186/s12894-020-00664-9 EDN: BBRWPP
15. Wu W, Yang Z, Tang F, et al. How to accelerate the upper urinary stone discharge after extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL) for <15 mm upper urinary stones: a prospective multi-center randomized controlled trial about external physical vibration lithocbole (EPVL). *World J Urol*. 2018;36(2):293–298. doi: 10.1007/s00345-017-2123-4 EDN: ASMBEZ
16. Stasinopoulos D, Papadopoulos C, Lamnisis D, Stasinopoulos I. The use of Biopton light (polarized, polychromatic, non-coherent) therapy for the treatment of acute ankle sprains. *Disabil Rehabil*. 2017;39(5):450–457. doi: 10.3109/09638288.2016.1146357
17. Samoilova KA, Zimin AA, Buinyakova AI, et al. Regulatory systemic effect of postsurgical polychromatic light (480–3400 nm) irradiation of breast cancer patients on the proliferation of tumor and normal cells in vitro. *Photomed Laser Surg*. 2015;33(11):555–563. doi: 10.1089/pho.2014.3878 EDN: VAKQRZ
18. Khan MA, Razumov AN, Pogonchenkova IV, et al. *Physical and rehabilitation medicine in pediatrics*. 2nd ed., revised and updated. Moscow: GEOTAR-Media; 2022. 632 p. (In Russ.) doi: 10.33029/9704-6932-3-PRM-2022-1-632 EDN: AVYCJQ
19. Burkin IA, Konova OM, Simonova OI. Polarized light in the rehabilitation treatment of children with traumatic injuries. *Poliklinika*. 2016;(1-4):47–50. (In Russ.) EDN: XCPRBB
20. Itoh Y, Okada A, Yasui T, et al. Alpha-1 adrenoceptor subtypes in human ureter. *Int J Urol*. 2007;14(8):749–753. doi: 10.1111/j.1442-2042.2007.01812.x
21. Brain E, Geraghty RM, Tzelves L, et al. Outcomes of alpha-blockers as medical expulsive therapy following shockwave lithotripsy: a systematic review and meta-analysis. *BJU Int*. 2023;131(4):424–433. doi: 10.1111/bju.15901 EDN: MTJVZZ

## ОБ АВТОРАХ

### \* Кяримов Ибрагим Ашраф-оглы;

адрес: Россия, 119991, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2, стр. 1;  
ORCID: 0000-0003-4529-9926;  
eLibrary SPIN: 8417-8649;  
e-mail: ibragim.kyarimov@bk.ru

### Зоркин Сергей Николаевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-2731-5008;  
eLibrary SPIN: 4762-8837;  
e-mail: zorkin@nczd.ru

### Коновая Ольга Михайловна, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0001-8053-5985;  
eLibrary SPIN: 1415-3885;  
e-mail: konova@nczd.ru

### Сахарова Елена Владимировна;

ORCID: 0000-0002-5397-5464;  
eLibrary SPIN: 4047-9483;  
e-mail: sakharova@nczd.ru

### Баязитов Римир Радикович, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-2809-1894;  
eLibrary SPIN: 5506-6828;  
e-mail: i@rbayazitov.ru

### Шахновский Дмитрий Сергеевич;

ORCID: 0000-0003-2883-2493;  
eLibrary SPIN: 4946-0848;  
e-mail: shahnovskii\_dmit@mail.ru

### Лобанова Антонина Денисовна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0001-7971-5073;  
eLibrary SPIN: 2665-2856;  
e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

### Борисова Светлана Анатольевна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-3934-1617;  
eLibrary SPIN: 2867-1923;  
e-mail: borisovasa@nczd.ru

## AUTHORS' INFO

### \* Ibragim A. Kyarimov;

address: 2 Lomonosovsky ave, bldg 1, Moscow, Russia, 119991;  
ORCID: 0000-0003-4529-9926;  
eLibrary SPIN: 8417-8649;  
e-mail: ibragim.kyarimov@bk.ru

### Sergey N. Zorkin, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-2731-5008;  
eLibrary SPIN: 4762-8837;  
e-mail: zorkin@nczd.ru

### Olga M. Konova, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;

ORCID: 0000-0001-8053-5985;  
eLibrary SPIN: 1415-3885;  
e-mail: konova@nczd.ru

### Elena V. Sakharova;

ORCID: 0000-0002-5397-5464;  
eLibrary SPIN: 4047-9483;  
e-mail: sakharova@nczd.ru

### Rimir R. Baiazitov, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-2809-1894;  
eLibrary SPIN: 5506-6828;  
e-mail: i@rbayazitov.ru

### Dmitry S. Shakhnovskiy;

ORCID: 0000-0003-2883-2493;  
eLibrary SPIN: 4946-0848;  
e-mail: shahnovskii\_dmit@mail.ru

### Antonina D. Lobanova, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0001-7971-5073;  
eLibrary SPIN: 2665-2856;  
e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

### Svetlana A. Borisova, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-3934-1617;  
eLibrary SPIN: 2867-1923;  
e-mail: borisovasa@nczd.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author