

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps762>

# Факторы и номограммы, определяющие эффективность дистанционной ударно-волновой литотрипсии в лечении мочекаменной болезни у детей: обзор литературы

А.Д. Лобанова, С.Н. Зоркин

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

Дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ) в настоящее время является методом выбора при лечении мочекаменной болезни у детей. Ввиду отсутствия расширенных показаний к применению данного метода, на протяжении последних 30 лет ведутся активные поиски факторов, предсказывающих исход ДУВЛ, для создания объективных инструментов предоперационного планирования, увеличения эффективности ДУВЛ, снижения числа анестезиологических пособий и лишних хирургических вмешательств.

Поиск информации о факторах предикции успешности сеанса ДУВЛ и существующих на сегодня статистических моделях предсказания эффективности литотрипсии у детей с уролитиазом проводился по зарубежным и отечественным базам данных медицинских исследований: MEDLINE, eLIBRARY, КиберЛенинка.

Анализ данных литературы показал, что положительно на эффективность ДУВЛ влияют возраст пациентов до 6 лет, меньший размер конкремента и меньшее расстояние от кожи до камня. Отрицательно на полное отхождение осколков конкрементов после проведения сеанса ДУВЛ влияет локализация камня в нижней группе чашечек, множественность конкрементов, их высокая плотность. Вероятность полного отхождения фрагментов конкремента из нижней группы чашечек уменьшается при следующих особенностях анатомии собирательной системы почки: число дренирующих чашечек более одной, диаметр шейки чашечки <4 мм, острый шейечно-лоханочный угол. Спорное влияние на успешность дистанционной литотрипсии оказывает индекс массы тела и проведение престентирования.

Номограммы и балльные системы, созданные на основе факторов предикции, широко применяются как во взрослой, так и в детской практике. Двумя наиболее распространёнными номограммами в детской урологии являются номограммы Онала и Догана, разработанные в 2012 и 2015 гг. в Турции. В основу данных номограмм легли следующие параметры: пол и возраст пациента, анамнез ипсилатеральных оперативных вмешательств, локализация, число и размер конкрементов.

Таким образом, возможность предсказать исход сеанса ДУВЛ с помощью инструментов предоперационного планирования позволяет подобрать наиболее подходящий метод лечения для конкретного пациента с учётом его индивидуальных анатомо-физиологических особенностей и характеристик конкремента.

**Ключевые слова:** детская хирургия; детская урология; мочекаменная болезнь; дистанционная ударно-волновая литотрипсия; номограмма; обзор.

## Как цитировать:

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. Т. 28, № 3. С. 284–291. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps762>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps762>

# Factors and nomograms determining the effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis: a literature review

Antonina D. Lobanova, Sergey S. Zorkin

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

## ABSTRACT

Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) is currently the priority method for treating urolithiasis in children. Due to the lack of extended indications for the application of this technique, an active search has been made over the past 30 years to define factors predicting ESWL outcome, to create objective preoperative planning tools, to increase ESWL effectiveness and to reduce the number of anesthetics and unnecessary surgical interventions.

Search for the information on predictive factors of ESWL successful intervention and on modern statistical tools predicting lithotripsy effectiveness in children with urolithiasis was made in foreign and domestic sources, like MEDLINE, eLIBRARY, CyberLeninka.

The literature analysis has showed that the following factors predispose positive ESWL outcomes: age before six years, smaller calculi size, and shorter skin-to-stone distance. Stone location in the lower calyx group, multiple concrements, and their high density has a negative impact at complete fragment detachment after ESWL. The probability of complete detachment of stone fragments from the lower calyx group decreases under the following anatomic features of kidney collecting system: number of draining calyces is more than one, calyx neck diameter is less than 4 mm, acute angle between the lower infundibulum and renal pelvis. Body mass index and prestenosing have a controversial effect at successful ESWL too.

Nomograms and scoring systems based on predicting factors are widely used in both adult and pediatric practice. The two most commonly used nomograms in pediatric urology are Onal and Dogan nomograms developed in 2012 and 2015 in Turkey. These nomograms include the following parameters: patient's sex and age, history of ipsilateral surgical interventions as well as stone localization, number and size.

Thus, predicting ESWL outcomes using preoperative planning allows to choose the most appropriate treatment modality for a particular patient considering his/her individual anatomical and physiological characteristics and characteristics of the calculi.

**Keywords:** pediatric surgery; pediatric urology; urolithiasis; ESWL (Extracorporeal Shockwave Lithotripsy); nomogram; review.

## To cite this article:

Lobanova AD, Zorkin SN. Factors and nomograms determining the effectiveness of extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis: a literature review. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2024;28(3):284–291. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps762>

## ОБОСНОВАНИЕ

В последние годы мы сталкиваемся с очевидной тенденцией к увеличению распространённости мочекаменной болезни среди населения [1, 2]. Мочекаменная болезнь или уролитиаз — состояние, характеризующееся формированием солидных конкрементов в мочевыводящей системе.

Согласно клиническим рекомендациям Европейской ассоциации урологов, в настоящее время методом выбора при лечении уролитиаза у детей является дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ).

Возникновение метода ДУВЛ в 1980 году привело к постепенному снижению числа открытых оперативных пособий при уролитиазе до 1–5% [3]. Однако с развитием миниинвазивных эндоурологических инструментов и распространением мини- и микроперкутанной нефролитотрипсии, дистанционная литотрипсия (ДЛТ) начала отходить на второй план [4].

Метод ДУВЛ является единственным неинвазивным методом лечения уролитиаза и обладает несомненными преимуществами: простота применения, низкая частота осложнений, высокая эффективность и небольшой риск повреждения почек в отдалённом периоде [5]. Принцип метода основывается на беспрепятственном прохождении высокоэнергетических ударно-волновых импульсов сквозь ткани пациента в зону интереса, прицельном расшатывании и разрушении кристаллической решётки конкремента [6].

К осложнениям ДУВЛ относятся инфекции мочевыводящих путей, субкапсулярные гематомы почки, печени или селезёнки, а также появление в мочеточнике «каменной дорожки» из осколков раздробленного конкремента, которая может привести к обструкции и нарушению уродинамики [7, 8].

На сегодня существуют только 2 декретированных показания к ДУВЛ: локализация конкремента в верхних мочевыводящих путях и размер конкремента <2 см. В случаях внепочечной локализации конкремента, а также при большем размере камня предлагается использовать метод ретроградной интратенальной хирургии или перкутанной литотрипсии. Следование данным показаниям не всегда приводит к высокой эффективности выбранного метода лечения по причине своей обширности и исключения пациентозависимых факторов, оказывающих влияние на успешность терапии.

Выбор тактики лечения основывается на оценке рисков и эффективности процедуры. В отсутствии расширенных показаний и чётких алгоритмов ведения пациентов, на всех этапах принятия врачебного решения присутствует субъективный взгляд конкретного специалиста. Субъективность может отрицательно повлиять на принятие окончательного решения. Для исключения субъективности в эру процветания доказательной медицины исследователи активно занимаются созданием инструментов

планирования, основанных на выверенных статистических моделях. Существующие модели созданы с учётом факторов, оказывающих независимое влияние на полное отхождение конкрементов после сеанса ДУВЛ. Возможными вариантами разработанных инструментов являются: пре- и постоперационные номограммы для оценки эффективности процедуры, возможных осложнений или рецидивов заболевания [9]; шкалы стратификации риска; искусственные нейронные сети; прогностические таблицы [10].

В данном литературном обзоре представлены важные факторы предикции и основанные на них прогностические модели эффективности сеанса ДУВЛ. Критерием эффективности ДУВЛ является полное отхождение конкрементов и их осколков из мочевыводящих путей спустя 3 мес. после проведения сеанса ДЛТ.

## ФАКТОРЫ ПРЕДИКЦИИ УСПЕШНОСТИ ДУВЛ

### Возраст и пол

Общепризнано, что у детей младше шестилетнего возраста процент полного отхождения конкрементов после сеанса ДЛТ выше [11]. Объяснением этому служат анатомо-физиологические особенности мочевыводящей системы у пациентов от 0 до 6 лет, а именно — меньшая длина мочеточника и, следовательно, меньшее расстояние, которое конкременту необходимо преодолеть до выхода из тела пациента [12]; податливость и растяжимость тканей мочевыделительной системы; больший градус отхождения нижней группы чашечек от лоханки (более выраженный тупой шеечно-лоханочный угол), что также облегчает отхождение осколков конкремента.

Зависимость эффективности ДУВЛ от пола пациента не получила однозначного подтверждения в большинстве исследований. В научных работах, которые показали существование корреляции между полом и успешностью ДУВЛ, женский пол оказывает отрицательную роль на эффективность сеанса ДЛТ [13].

### Индекс массы тела

Роль индекса массы тела (ИМТ) в предсказании эффективности ДУВЛ является спорной — в мировой литературе встречается как подтверждение, так и опровержение прогностической ценности данного параметра [14, 15]. Вероятно, это связано с неоднородностью проводимых исследований и исключением из выборок детей с выраженным ожирением из-за недостаточного фокусного расстояния литотриптера.

В свою очередь отрицательное влияние большого расстояния между поверхностью конкремента и генератором ударной волны литотриптера на эффективность ДУВЛ не вызывает сомнений [16]. Однако ИМТ является лишь косвенным свидетельством данного расстояния,

в то время как расстояние от камня до кожи пациента является достоверным. Данный параметр рассчитывают при анализе компьютерной томографии пациента и все чаще используют в исследованиях последних лет [17].

### Хирургический анамнез

Изучение влияния предыдущих хирургических вмешательств на ипсилатеральной стороне во многих исследованиях сводится к изучению влияния престентирования на эффективность ДУВЛ. Пациенты с оперативными вмешательствами по поводу обструктивных уропатий, как правило, исключаются из выборки. По данным мировой литературы, престентирование либо не оказывает никакого влияния на отхождение конкрементов в послеоперационном периоде [18], либо снижает эффективность ДУВЛ [19].

### Локализация конкремента

Среди возможных локализаций конкрементов различают почечную (лоханка, верхняя, средняя и нижняя группа чашечек) и мочеточниковую (верхняя, средняя и нижняя треть) [20]. При локализации камня в нижней группе чашечек вероятность полного отхождения осколков, бесспорно, ниже. В данном случае на отхождение фрагментированного конкремента влияют анатомические особенности чашечно-лоханочной системы. Локализация конкремента в лоханке, верхней или средней группе чашечек является благоприятным фактором. Эффективность ДУВЛ при расположении камня в других частях собирательной системы является неоднозначной. В одних исследованиях утверждается о повышении эффективности ДУВЛ при локализации конкремента в проксимальной части мочеточника, в других — статистически значимого влияния локализации конкремента не выявлено [8, 18, 21].

### Анатомия собирательной системы

При распространении метода ДУВЛ врачи стали обращать внимание на затруднённую эвакуацию конкрементов из нижней группы чашечек [22]. Изначально это явление связывали с влиянием гравитации на отхождение осколков и предлагали различные варианты постурально-го дренажа в послеоперационном периоде [23]. Впервые мнение о влиянии строения чашечно-лоханочной системы на отхождение конкрементов было высказано в 1992 году [24]. В данном исследовании при изучении 146 моделей чашечно-лоханочной системы в качестве статистически важных параметров были выбраны следующие: число чашечек, дренирующих нижний полюс почки; диаметр чашечной шейки и угол, образованный между чашечкой и лоханкой. Отрицательно на отхождение конкрементов влияет число дренирующих чашечек более одной, диаметр шейки <4 мм и острый шейечно-лоханочный угол. Эти выводы подтверждаются и современными исследованиями [25, 26].

### Состав конкремента

У россиян наиболее распространёнными являются кальцийсодержащие конкременты: более 90% всех камней [27]. К ним относятся кальций-оксалатные и кальций-фосфатные камни. К бескальциевым относятся уратные, цистиновые и струвитные камни. До операции определить состав конкремента возможно с помощью бесконтрастной компьютерной томографии. Плотность конкрементов, содержащих кальций, как правило, >1000 НУ, плотность конкрементов без кальция <700 НУ. При повышении рентгенологической плотности камня повышается его прочность, что приводит к снижению эффективности ДУВЛ. В исследовании, выполненном на базе федерального центра г. Москвы, предельным значением, после которого отмечалось снижение эффективности ДУВЛ в два раза, послужила плотность 900 НУ [28].

### Размер конкремента

Размер камня является наиболее часто встречающимся фактором, предсказывающим эффективность ДУВЛ [14]. Однако сравнение результатов различных исследований является затруднительным в связи с разницей в способах измерения размера конкремента. Используется как наибольший диаметр камня, так и сумма диаметров при множественных конкрементах, площадь конкремента или его объем [11].

Европейская и Американская ассоциации урологов обозначают ДУВЛ методом выбора при камнях размером <2 см, однако описано его применение и при коралловидных конкрементах диаметром более 3 см, что сопровождалось высокой частотой рецидива заболевания, а число сеансов доходило до 5 [20].

### Число конкрементов

Анализ числа конкрементов как независимого фактора предикции успешности ДУВЛ показал спорные результаты. По данным ретроспективного исследования, охватившего 26-летний опыт применения ДУВЛ, эффективность ДЛТ при множественных конкрементах почечной локализации достоверно ниже, при этом число конкрементов в мочеточнике не влияло на исход ДУВЛ [18]. При одномерном анализе, проведённом другой группой исследователей, число конкрементов не повлияло на вероятность полного отхождения их осколков после ДЛТ [29]. Тем не менее создатели двух широко известных номограмм эффективности ДУВЛ у детей отметили данный параметр как статистически значимый.

Таким образом, важными прогностическими факторами успешного исхода сеанса ДУВЛ являются как пациентозависимые (возраст, расстояние от камня до кожи, анатомические особенности строения собирательной системы), так и характеристики конкремента (локализация, состав и размер). При объединении данных факторов в статистические модели можно получить объективные инструменты предоперационного планирования, которые повышают точность предсказательной эффективности ДУВЛ для разных категорий пациентов.

## ИНСТРУМЕНТЫ ПРЕДОПЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

### Номограмма

Наиболее распространённым методом предоперационного планирования является номограмма. Номограмма представляет собой графическое выражение функциональной зависимости между значениями переменных величин. При использовании номограмм в качестве инструмента для расчёта успешности оперативного лечения они учитывают удельный вес каждого из возможных факторов предикции.

Номограммой, с которой началось активное использование данного объективного инструмента, является предоперационная номограмма вероятности выздоровления больных раком простаты после радикальной простатэктомии, появившаяся в 1998 году [9]. После этого номограммы быстро стали популярными пособиями, которые максимально объективно, доказательно и персонализировано позволяют рассчитать риски и исход операции.

В 2006 году в Японии была создана первая дооперационная номограмма эффективности ДУВЛ у взрослых пациентов на основании 3 факторов: размер, локализация и число конкрементов. Согласно ей, вероятность успешного сеанса ДУВЛ наиболее высока при единственном конкременте размерами <5 мм в верхней трети мочеточника (93,8%), а самая низкая вероятность — при чашечной локализации множественных камней общей длиной >21 мм (10,5%) [30].

Первая предоперационная номограмма предсказания вероятности полного отхождения конкрементов после сеанса литотрипсии у детей, известная как номограмма Онала, была создана В. Onal и соавт. в 2012 году в Турции [31]. На основании номограммы была разработана балльная система, использующая 5 наиболее значимых факторов: анамнез оперативных ипсилатеральных вмешательств, возраст и пол пациента, локализация и размер камня. Каждому параметру присваивается разное число баллов. Чем больше сумма баллов, тем ниже вероятность отхождения конкрементов.

Авторы обозначили факторы, накладывающие ограничения на номограмму: невключение в расчёты состава камня и исключение из исследования детей с рентгено-негативными камнями. К тому же большой разброс в сборе данных (они собирались за прошедшие 16 лет), мог привести к неоднородности и систематическим ошибкам. Сама же номограмма — многостраничный документ, неудобный для ежедневного использования.

Позже Н.С. Dogan и соавт. предложили альтернативный, более удобный, вариант номограммы. Набор переменных почти такой же. Единственным дополнением стало число конкрементов. Номограмма Догана показала схожие результаты: факторами, повышающими вероятность успеха ДУВЛ, стали мужской пол, возраст пациента от 0

до 6 лет, единичный конкремент размером менее 10 мм, расположенный вне нижней группы чашечек, отсутствие предыдущих ипсилатеральных вмешательств [32].

Ограничением данной номограммы стала возможность её использования для определения эффективности только первого сеанса ДУВЛ.

При проведении сравнительного анализа точности двух номограмм была доказана их валидность и возможность использования в качестве независимых инструментов, предсказывающих вероятность полного отхождения камней при ДУВЛ у детей [33].

В редакционном комментарии к первой номограмме сказано о необходимости валидации номограмм на выборках из разных популяций в независимых медицинских учреждениях при использовании литотриптеров разных поколений.

На сегодня существуют диаметрально противоположные представления о способах повышения прогностической точности номограмм. S. Cetin и соавт. утверждают, что для повышения предсказательной эффективности необходимо создать номограммы с большим числом переменных [34]. Помимо характеристик пациента и конкремента предлагается обратить внимание на уродинамический статус пациента, силу и число ударно-волновых импульсов. Противоположное мнение заключается в том, что упрощение и сведение к минимуму переменных повышает точность номограммы и исключает появление статистических ошибок [30].

### Балльные системы

Примером предоперационной оценки эффективности ДУВЛ с минимальным числом переменных у взрослых пациентов служат две балльные системы оценки, разработанные в Испании.

Шкала, созданная в 2016 году R.G. Bengiо и соавт., 3-балльная [35]. Для установления независимых факторов успеха сеанса ДУВЛ исследователи провели многомерный анализ с помощью логистической регрессии. Было выделено 3 фактора: плотность конкремента <900 НУ, ИМТ <27 кг/м<sup>2</sup> и диаметр камня <11 мм. При соблюдении одного из условий присуждается 1 балл. Чем больше сумма баллов, тем больше вероятность отхождения конкрементов после сеанса ДУВЛ. При сумме баллов, равной 3, вероятность отхождения конкремента составила 88,3%.

В 2017 году другой коллектив испанских авторов предложил аналогичную систему — 5-балльную шкалу вероятности успешности ДУВЛ у взрослых пациентов с уролитиазом [36]. В её основу легли следующие параметры: размер конкремента <9,3 мм, объем конкремента <237,2 мм<sup>3</sup>, средняя плотность камня <951 НУ, расстояние от поверхности конкремента до кожи ≤133 мм и ИМТ <26,9 кг/м<sup>2</sup>. Вероятность полного отхождения конкрементов при несоблюдении ни одного из параметров составила 17,6%, при оценке в 5 баллов — 86,3%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возможность предсказать исход сеанса ДУВЛ с помощью инструментов предоперационного планирования позволяет подобрать наиболее подходящий метод лечения для конкретного пациента с учётом его индивидуальных анатомо-физиологических особенностей и характеристик конкремента. При доказанной номограммой высокой эффективности сеанса ДУВЛ пациент не подвергается необоснованному риску, возникающему при использовании инвазивных методов. В случаях, когда неэффективность ДУВЛ по данным номограммы очевидна, пациенту проводится другой вид оперативного вмешательства, что способствует снижению числа заведомо непродуктивных хирургических манипуляций и лишних анестезиологических пособий.

К сожалению, в российской научной литературе не встречаются работы по внешней валидации существующих номограмм, по созданию отечественных инструментов предоперационного планирования и оценке эффективности ДУВЛ у детей с уролитиазом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Каприн А.Д., Аполихин О.И., Сивков А.В., и др. Заболеваемость мочекаменной болезнью в Российской Федерации с 2005 по 2020 // Экспериментальная и клиническая урология. 2022. Т. 15, № 2. С. 10–17. EDN: EATILC doi: 10.29188/2222-8543-2022-15-2-10-17
- Cicerello E., Mangano M.S., Cova G., et al. Changing in gender prevalence of nephrolithiasis // Urol J. 2021. Vol. 88, N 2. P. 90–93. doi: 10.1177/0391560320966206
- El-Husseiny T., Buchholz N. The role of open stone surgery // Arab J Urol. 2012. Vol. 10, N 3. P. 284–288. doi: 10.1016/j.aju.2012.03.004
- Malinaric R., Mantica G., Martini M., et al. The lifetime history of the first Italian public Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) lithotripter as a mirror of the evolution of endourology over the last decade // Int J Environ Res Public Health. 2023. Vol. 20, N 5. P. 4127 doi: 10.3390/ijerph20054127
- Ang A.J., Sharma A.A., Sharma A. Nephrolithiasis: Approach to diagnosis and management // Indian J Pediatr. 2020. Vol. 87, N 9. P. 716–725. EDN: IUYHNV doi: 10.1007/s12098-020-03424-7
- Rassweiler J.J., Knoll T., Köhrmann K.U., et al. Shock wave technology and application: An update // Eur Urol. 2011. Vol. 59, N 5. P. 784–796. EDN: QLUBCB doi: 10.1016/j.eururo.2011.02.033
- Schlomer B.J. Urologic treatment of nephrolithiasis // Curr Opin Pediatr. 2020. Vol. 32, N 2. P. 288–294. doi: 10.1097/MOP.0000000000000849
- Sultan S., Umer S.A., Ahmed B., et al. Update on surgical management of pediatric urolithiasis // Front Pediatr. 2019. Vol. 7. P. 252. doi: 10.3389/fped.2019.00252
- Kattan M.W., Eastham J.A., Stapleton A.M., et al. A preoperative nomogram for disease recurrence following radical prostatectomy for prostate cancer // J Natl Cancer Inst. 1998. Vol. 90, N 10. P. 766–771. EDN: ISPMNN doi: 10.1093/jnci/90.10.766
- Partin A.W., Mangold L.A., Lamm D.M., et al. Contemporary update of prostate cancer staging nomograms (Partin Tables) for the new millennium // Urology. 2001. Vol. 58, N 6. P. 843–848. doi: 10.1016/s0090-4295(01)01441-8

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Статья публикуется без спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии явных и потенциальных конфликтов интересов.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Д. Лобанова — поисково-аналитическая работа, написание рукописи; С.Н. Зоркин — курация, поисково-аналитическая работа, написание и редактирование рукописи.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The publication had no sponsorship.

**Competing interests.** The authors claim that there is no conflict of interest in the article.

**Authors' contribution.** All authors confirm compliance of their authorship with the international ICMJE criteria. The largest contribution is distributed as follows: A.D. Lobanova — search and analytical work, manuscript writing; S.N. Zorkin — search and analytical work, manuscript writing, editing.

- McAdams S., Shukla A.R. Pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy: Predicting successful outcomes // Indian J Urol. 2010. Vol. 26, N 4. P. 544–548. doi: 10.4103/0970-1591.74457
- Gofrit O.N., Pode D., Meretyk S., et al. Is the pediatric ureter as efficient as the adult ureter in transporting fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi larger than 10 mm? // J Urol. 2001. Vol. 166, N 5. P. 1862–1864.
- Soleimani M.J., Shahrokh H., Soraki V.V., et al. Investigating ESWL success rate in the treatment of renal and ureteral stones in children // Urologia. 2023. Vol. 90, N 3. P. 570–575. EDN: IODGXE doi: 10.1177/03915603231162663
- McAdams S., Kim N., Ravish I.R., et al. Stone size is only independent predictor of shock wave lithotripsy success in children: A community experience // J Urol. 2010. Vol. 184, N 2. P. 659–664. doi: 10.1016/j.juro.2010.03.059
- Yang T.K., Yang H.J., Lee L.M., et al. Body mass index and buttock circumference are independent predictors of disintegration failure in extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculi // J Formos Med Assoc. 2013. Vol. 112, N 7. P. 421–425. doi: 10.1016/j.jfma.2012.02.004
- Ackermann D.K., Fuhrmann R., Pfluger D., et al. Prognosis after extracorporeal shock wave lithotripsy of radiopaque renal calculi: A multivariate analysis // Eur Urol. 1994. Vol. 25, N 2. P. 105–109. doi: 10.1159/000475261
- Güler Y. Non-contrast computed tomography-based factors in predicting ESWL success: A systematic review and meta-analysis // Prog Urol. 2023. Vol. 33, N 1. P. 27–47. EDN: UEKKT doi: 10.1016/j.puro.2022.09.015
- Kızılay F., Özdemir T., Turna B., et al. Factors affecting the success of pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy therapy: 26-year experience at a single institution // Turk J Pediatr. 2020. Vol. 62, N 1. P. 68–79. doi: 10.24953/turkjped.2020.01.010

19. Pettenati C., El Fegoun A.B., Hupertan V., et al. Double J stent reduces the efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of lumbar ureteral stones // *Cent Eur J Urol*. 2013. Vol. 66, N 3. P. 309–313. doi: 10.5173/ceju.2013.03.art14

20. Hammad F.T., Kaya M., Kazim E. Pediatric extracorporeal shockwave lithotripsy: Its efficiency at various locations in the upper tract // *J Endourol*. 2009. Vol. 23, N 2. P. 229–235. doi: 10.1089/end.2008.0133

21. Önal B., Kırılı E.A. Pediatric stone disease: Current management and future concepts // *Turkish Arch Pediatr*. 2021. Vol. 56, N 2. P. 99–107. doi: 10.5152/TurkArchPediatr.2021.20273

22. McCullough D.L. Extracorporeal shock wave lithotripsy and residual stone fragments in lower calices // *J Urol*. 1989. Vol. 141, N 1. P. 140. doi: 10.1016/s0022-5347(17)40624-0

23. Brownlee N., Foster M., Griffith D.P., et al. Controlled inversion therapy: An adjunct to the elimination of gravity-dependent fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy // *J Urol*. 1990. Vol. 143, N 6. P. 1096–1098. doi: 10.1016/s0022-5347(17)40196-0

24. Sampaio F.J., Aragao A.H. Inferior pole collecting system anatomy: Its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy // *J Urol*. 1992. Vol. 147, N 2. P. 322–324. doi: 10.1016/s0022-5347(17)37226-9

25. Гулиев Б.Г., Черемисин В.М., Талышинский А.Э. Влияние анатомии нижней группы чашечек почек на риск резидуальных фрагментов при лечении МКБ // *Вестник урологии*. 2019. Т. 7, № 3. С. 5–13. EDN: SFYUUM doi: 10.21886/2308-6424-2019-7-3-5-13

26. Luk A., Geraghty R., Somani B. Endourological options for small (<2 cm) lower pole stones: Does the lower pole angle matter? // *Curr Urol Rep*. 2023. Vol. 24, N 8. P. 365. doi: 10.1007/s11934-023-01161-w

27. Саенко В.С., Винаров А.З., Демидко Ю.Л., и др. Распространенность видов мочевого камней среди взрослого населения РФ и некоторых стран СНГ // *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2023. Т. 7, № 4. С. 202–211. EDN: NSWAMM doi: 10.32364/2587-6821-2023-7-4-202-211

28. Маликов Ш.Г., Зоркин С.Н., Акопян А.В., и др. Оценка состава и плотности конкремента по данным мультиспиральной компьютерной томографии как предиктор успешности дистанционной ударно-

волновой литотрипсии у детей // *Детская хирургия*. 2017. Т. 21, № 5. С. 248–251. EDN: ZIGBUT doi: 10.18821/1560-9510-2017-21-5-248-251

29. Alsagheer G., Abdel-Kader M.S., Hasan A.M., et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) monotherapy in children: Predictors of successful outcome // *J Pediatr Urol*. 2017. Vol. 13, N 5. P. 515. e1–515.e5. doi: 10.1016/j.jpuro.2017.03.029

30. Kanao K., Nakashima J., Nakagawa K., et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy // *J Urol*. 2006. Vol. 176, N 4. P. 1453–1457. doi: 10.1016/j.juro.2006.06.089

31. Onal B., Tansu N., Demirkesen O., et al. Nomogram and scoring system for predicting stone-free status after extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis // *BJU Int*. 2013. Vol. 111, N 2. P. 344–352. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11281.x

32. Dogan H.S., Altan M., Citamak B., et al. A new nomogram for prediction of outcome of pediatric shock-wave lithotripsy // *J Pediatr Urol*. 2015. Vol. 11, N 2. P. 84.e1–84.e6. doi: 10.1016/j.jpuro.2015.01.004

33. Yanaral F., Ozgor F., Savun M., et al. Shock-wave lithotripsy for pediatric patients: which nomogram can better predict postoperative outcomes? // *Urology*. 2018. Vol. 117. P. 126–130. doi: 10.1016/j.urology.2018.03.045

34. Cetin S., Yavuz Koparal M., Cem Bulut E., et al. Factors to predict shock-wave lithotripsy results in pediatric patients and external validation of a nomogram // *Actas Urol Esp*. 2021. Vol. 45, N 2. P. 132–138. doi: 10.1016/j.acuro.2020.03.015

35. Bengió R.G., Arribillaga L., Epelde J., et al. Sistema predictivo de éxito adaptado a nuestro medio para mejorar los resultados de la Litotricia Extracorpórea // *Arch Esp Urol*. 2016. Vol. 69, N 7. P. 398–404.

36. Garrido-Abad P., Rodríguez-Cabello M.Á., Platas-Sancho A. Análisis de los factores predictores de éxito en el tratamiento de la litiasis urinaria mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque. Optimización de la selección de pacientes: Score LEOC // *Arch Esp Urol*. 2017. Vol. 70, N 8. P. 715–724.

## REFERENCES

1. Kaprin AD, Apolikhin OI, Sivkov AV, et al. The incidence of urolithiasis in the Russian Federation from 2005 to 2020. *Exp Clin Urol*. 2022;15(2):10–17. EDN: EATILC doi: 10.29188/2222-8543-2022-15-2-10-17

2. Cicerello E, Mangano MS, Cova G, et al. Changing in gender prevalence of nephrolithiasis. *Urol J*. 2021;88(2):90–93. doi: 10.1177/0391560320966206

3. El-Husseiny T, Buchholz N. The role of open stone surgery. *Arab J Urol*. 2012;10(3):284–288. doi: 10.1016/j.aju.2012.03.004

4. Malinaric R, Mantica G, Martini M, et al. The lifetime history of the first Italian public Extra-Corporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) lithotripter as a mirror of the evolution of endourology over the last decade. *Int J Environ Res Public Health*. 2023;20(5):4127. doi: 10.3390/ijerph20054127

5. Ang AJ, Sharma AA, Sharma A. Nephrolithiasis: Approach to diagnosis and management. *Indian J Pediatr*. 2020;87(9):716–725. EDN: IUHYMV doi: 10.1007/s12098-020-03424-7

6. Rassweiler JJ, Knoll T, Köhrmann KU, et al. Shock wave technology and application: An update. *Eur Urol*. 2011;59(5):784–796. EDN: OLUBCB doi: 10.1016/j.eururo.2011.02.033

7. Schlomer BJ. Urologic treatment of nephrolithiasis. *Curr Opin Pediatr*. 2020;32(2):288–294. doi: 10.1097/MOP.0000000000000849

8. Sultan S, Umer SA, Ahmed B, et al. Update on surgical management of pediatric urolithiasis. *Front Pediatr*. 2019;1:252. doi: 10.3389/fped.2019.00252

9. Kattan MW, Eastham JA, Stapleton AM, et al. A preoperative nomogram for disease recurrence following radical prostatectomy for prostate cancer. *J Natl Cancer Inst*. 1998;90(10):766–771. EDN: ISPMNN doi: 10.1093/jnci/90.10.766

10. Partin AW, Mangold LA, Lamm DM, et al. Contemporary update of prostate cancer staging nomograms (Partin Tables) for the new millennium. *Urology*. 2001;58(6):843–848. doi: 10.1016/s0090-4295(01)01441-8

11. McAdams S, Shukla AR. Pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy: Predicting successful outcomes. *Indian J Urol*. 2010;26(4):544–548 doi: 10.4103/0970-1591.74457

12. Gofrit ON, Pode D, Meretyk S, et al. Is the pediatric ureter as efficient as the adult ureter in transporting fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy for renal calculi larger than 10 mm? *J Urol*. 2001;166(5):1862–1864.

13. Soleimani MJ, Shahrokh H, Soraki VV, et al. Investigating ESWL success rate in the treatment of renal and ureteral stones in children. *Urologia*. 2023;90(3):570–575. EDN: IODGXE doi: 10.1177/03915603231162663
14. McAdams S, Kim N, Ravish IR, et al. Stone size is only independent predictor of shock wave lithotripsy success in children: A community experience. *J Urol*. 2010;184(2):659–664. doi: 10.1016/j.juro.2010.03.059
15. Yang TK, Yang HJ, Lee LM, Liao CH. Body mass index and buttock circumference are independent predictors of disintegration failure in extracorporeal shock wave lithotripsy for ureteral calculi. *J Formos Med Assoc*. 2013;112(7):421–425. doi: 10.1016/j.jfma.2012.02.004
16. Ackermann DK, Fuhrmann R, Pfluger D, et al. Prognosis after extracorporeal shock wave lithotripsy of radiopaque renal calculi: A multivariate analysis. *Eur Urol*. 1994;25(2):105–109. doi: 10.1159/000475261
17. Güler Y. Non-contrast computed tomography-based factors in predicting ESWL success: A systematic review and meta-analysis. *Prog Urol*. 2023;33(1):27–47. EDN: UEKKT doi: 10.1016/j.puro.2022.09.015
18. Kızılay F, Özdemir T, Turna B, et al. Factors affecting the success of pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy therapy: 26-year experience at a single institution. *Turk J Pediatr*. 2020;62(1):68–79. doi: 10.24953/turkjped.2020.01.010
19. Pettenati C, El Fegoun AB, Hupertan V, et al. Double J stent reduces the efficacy of extracorporeal shock wave lithotripsy in the treatment of lumbar ureteral stones. *Cent Eur J Urol*. 2013;66(3):309–313. doi: 10.5173/ceju.2013.03.art14
20. Hammad FT, Kaya M, Kazim E. Pediatric extracorporeal shockwave lithotripsy: Its efficiency at various locations in the upper tract. *J Endourol*. 2009;23(2):229–235. doi: 10.1089/end.2008.0133
21. Önal B, Kirli EA. Pediatric stone disease: Current management and future concepts. *Turkish Arch Pediatr*. 2021;56(2):99–107. doi: 10.5152/TurkArchPediatr.2021.20273
22. McCullough DL. Extracorporeal shock wave lithotripsy and residual stone fragments in lower calices. *J Urol*. 1989;141(1):140. doi: 10.1016/s0022-5347(17)40624-0
23. Brownlee N, Foster M, Griffith DP, et al. Controlled inversion therapy: An adjunct to the elimination of gravity-dependent fragments following extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol*. 1990;143(6):1096–1098. doi: 10.1016/s0022-5347(17)40196-0
24. Sampaio FJ, Aragao AH. Inferior pole collecting system anatomy: Its probable role in extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol*. 1992;147(2):322–324. doi: 10.1016/s0022-5347(17)37226-9
25. Guliev BG, Cheremisin VM, Talyshinsky AE. The anatomy of the renal lower calyceal group influence on the risk of residual stones in the Urolithiasis treatment. *Urology Herald*. 2019;7(3):5–13. EDN: SFYUUM doi: 10.21886/2308-6424-2019-7-3-5-13
26. Luk A, Geraghty R, Somani B. Endourological options for small (<2 cm) lower pole stones: Does the lower pole angle matter? *Curr Urol Rep*. 2023;24(8):365. doi: 10.1007/s11934-023-01161-w
27. Saenko VS, Vinarov AZ, Demidko YuL, et al. Prevalence of kidney stone types among the adult population of the Russian Federation and CIS countries. *Russ Med Inquiry*. 2023;7(4):202–211. EDN: NSWMAM doi: 10.32364/2587-6821-2023-7-4-202-211
28. Malikov SG, Zorkin SN, Akopyan AV, et al. Evaluation of concrement composition and density by multispiral computed tomography as a predictor of success of remote shock wave lithotripsy in children. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2017;21(5):248–251. EDN: ZIGBUT doi: 10.18821/1560-9510-2017-21-5-248-251
29. Alsagheer G, Abdel-Kader MS, Hasan AM, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) monotherapy in children: Predictors of successful outcome. *J Pediatr Urol*. 2017;13(5):515.e1–515.e5. doi: 10.1016/j.jpuro.2017.03.029
30. Kanao K, Nakashima J, Nakagawa K, et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol*. 2006;176(4):1453–1457. doi: 10.1016/j.juro.2006.06.089
31. Onal B, Tansu N, Demirkesen O, et al. Nomogram and scoring system for predicting stone-free status after extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis. *BJU Int*. 2013;111(2):344–352. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11281.x
32. Dogan HS, Altan M, Citamak B, et al. A new nomogram for prediction of outcome of pediatric shock-wave lithotripsy. *J Pediatr Urol*. 2015;11(2):84.e1–84.e6. doi: 10.1016/j.jpuro.2015.01.004
33. Yanaral F, Ozgor F, Savun M, et al. Shock-wave lithotripsy for pediatric patients: Which nomogram can better predict postoperative outcomes? *Urology*. 2018;117:126–130. doi: 10.1016/j.urology.2018.03.045
34. Cetin S, Yavuz Koparal M, Cem Bulut E, et al. Factors to predict shock-wave lithotripsy results in pediatric patients and external validation of a nomogram. *Actas Urol Esp*. 2021;45(2):132–138. doi: 10.1016/j.acuro.2020.03.015
35. Bengió RG, Arribillaga L, Epelde J, et al. Sistema predictivo de éxito adaptado a nuestro medio para mejorar los resultados de la Litotricia Extracorpórea. *Arch Esp Urol*. 2016;69(7):398–404. (In Spanish)
36. Garrido-Abad P, Rodríguez-Cabello MÁ, Platas-Sancho A. Análisis de los factores predictores de éxito en el tratamiento de la litiasis urinaria mediante litotricia extracorpórea por ondas de choque. Optimización de la selección de pacientes: Score LEOC. *Arch Esp Urol*. 2017;70(8):715–724. (In Spanish)

## ОБ АВТОРАХ

### \* Лобанова Антонина Денисовна;

адрес: Россия, 119991, Москва, просп. Ломоносовский, д. 2, стр. 1;  
ORCID: 0000-0001-7971-5073;  
eLibrary SPIN: 2665-2856;  
e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

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

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

## AUTHORS' INFO

### \* Antonina D. Lobanova, MD;

address: 2 bldg. 1 Lomonosovsky avenue, 119991, Moscow, Russia;  
ORCID: 0000-0001-7971-5073;  
eLibrary SPIN: 2665-2856;  
e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

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

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

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author