

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

УДК 616.62-003.7-089.879

Лобанова А.Д., Зоркин С.Н., Баязитов Р.Р., Шахновский Д.С.

Номограмма для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с мочекаменной болезнью

ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России, 119991, Москва, Россия

Резюме

Введение. Методом выбора при лечении мочекаменной болезни у детей считается дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ). В связи с обширностью показаний эффективность данного метода не соответствует ожидаемой, что привело к поиску факторов предикции успешности ДУВЛ и созданию номограмм для определения её эффективности.

Цель работы: установить значимые факторы, оказывающие влияние на успешность ДУВЛ, и разработать номограмму для определения её эффективности у детей с уролитиазом.

Материалы и методы. Обследовано 279 больных (305 почечных единиц) с уролитиазом почечной локализации. Медиана возраста больных составила 119 (44–175) мес. Все больным было проведено комплексное обследование, выполнена ДУВЛ. Критерием эффективности ДУВЛ служило отсутствие осколков конкрементов > 3 мм в мочевыводящих путях при контрольном ультразвуковом исследовании, выполненном через 3 мес. Проведено сравнение данных больных с успешной и с неэффективной ДУВЛ по следующим параметрам: пол, возраст, индекс массы тела, наличие оперативных вмешательств, расстояние от кожи до камня, сторона поражения, двусторонность процесса, точная локализация конкрементов, их число, размер, объём и плотность.

Результаты. Параметрами, оказывающими положительный эффект на исход ДУВЛ, являются женский пол, двусторонность процесса, локализация в одном почечном компартменте, меньшие размер, объём и плотность камня. Отрицательно на эффект литотрипсии влияют возраст больных 6–14 лет, локализация камня в нижней группе чашечек. Для создания номограммы переменные были отобраны с помощью логистического регрессионного анализа в соответствии с клинической и статистической значимостью каждого из факторов с отклонением менее эффективных признаков. В итоговую номограмму вошли следующие переменные: пол, возраст, точная локализация, множественность локализации и средняя плотность, размер и объём камней по данным компьютерной томографии.

Заключение. Разработанная нами номограмма для определения эффективности ДУВЛ является инструментом предоперационного планирования, который позволяет осуществлять персонализированный и объективный подход к лечению больных детей с мочекаменной болезнью. Введение в клиническую практику подобных инструментов оценки эффективности операций позволит оптимизировать выбор адекватного метода лечения больных, повысит эффективность проводимых операций, уменьшит число дополнительных оперативных и анестезиологических пособий и длительность пребывания ребёнка в стационаре.

Ключевые слова: дети; мочекаменная болезнь; дистанционная ударно-волновая литотрипсия; номограмма для определения эффективности

Для цитирования: Лобанова А.Д., Зоркин С.Н., Баязитов Р.Р., Шахновский Д.С. Номограмма для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с мочекаменной болезнью. *Российский педиатрический журнал*. 2024; 27(6): 410–416. <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-6-410-416> <https://elibrary.ru/ytvifq>

Для корреспонденции: Лобанова Антонина Денисовна, врач — детский хирург, урологическое отделение с группами репродуктологии и трансплантации ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России, lobanova.ad@nczd.ru

Участие авторов: Зоркин С.Н., Шахновский Д.С. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Лобанова А.Д. — сбор и обработка материала; Лобанова А.Д., Баязитов Р.Р. — статистическая обработка материала, написание текста. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 08.11.2024
Принята к печати 06.12.2024
Опубликована 25.12.2024

Antonina D. Lobanova, Sergey N. Zorkin, Rimir R. Bayazitov, Dmitry S. Shakhnovskiy

A nomogram to determine the effectiveness of remote shock wave lithotripsy in children with urolithiasis

National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation

Summary

Introduction. The method of choice in the treatment of urolithiasis in children is remote shock wave lithotripsy (RSWL). Due to the vastness of the indications, the effectiveness of this method does not correspond to the expected one, which led to the search for predictive factors of the success of the RSWL and the creation of nomograms to determine its effectiveness.

The aim of the work is to identify significant factors influencing the success of remote shock wave lithotripsy and to develop a nomogram to determine its effectiveness in children with urolithiasis.

Materials and methods. Two hundred seventy nine patients (305 renal units) with renal urolithiasis were examined. The median age of the patients was 119 (44–175) months. All patients underwent a comprehensive examination. The RSWL is completed. The criterion for the effectiveness of RSWL was the absence of fragments of concretions > 3 mm in the urinary tract during a control ultrasound performed after 3 months. The data of patients between groups with successful and ineffective RSWL were compared

according to the following parameters: gender, age, body mass index, presence of surgical interventions, distance from skin to stone, side of the lesion, two-sidedness of the process, exact localization of concretions, their number, size, volume, and density.

Results. The parameters that have a positive effect on the outcome of RSWL are: female gender, two-sided process, location in one renal compartment, smaller size, volume and density of the stone. The effect of lithotripsy is adversely affected by the age of patients from 6 to 14 years, the location of the stone in the lower group of cups. To create a nomogram, variables were selected using logistic regression analysis in accordance with the clinical and statistical significance of each of factors with a deviation of less effective signs. The final nomogram included the following variables: gender, age, exact location, multiplicity of location, and average density, size and volume of stones according to computed tomography (CT) data.

Conclusion. The developed by us nomogram to determine the effectiveness of RSWL is a preoperative planning tool that allows for a personalized and objective approach to the treatment of sick children with urolithiasis. The introduction of such tools into clinical practice for evaluating the effectiveness of operations will optimize the choice of an adequate method of treating patients, increase the effectiveness of operations, reduce the number of additional surgical and anesthetic aids and the duration of the child's stay in the hospital.

Keywords: children; urolithiasis; remote shock wave lithotripsy; nomogram to determine effectiveness

For citation: Lobanova A.D., Zorkin S.N., Bayazitov R.R., Shakhnovskiy D.S. A nomogram to determine the effectiveness of remote shock wave lithotripsy in children with urolithiasis. *Rossiyskiy Pediatricheskiy zhurnal (Russian Pediatric Journal)*. 2024; 27(6): 410–416. (in Russian). <https://doi.org/10.46563/1560-9561-2024-27-6-410-416> <https://elibrary.ru/ytvifq>

For correspondence: Antonina D. Lobanova, pediatric surgeon, Urology Department of the National Medical Research Center for Children's Health, Moscow, 119991, Russian Federation, lobanova.ad@nczd.ru

Contribution: Zorkin S.N., Shakhnovskiy D.S. — concept and design of the study, editing the text; Lobanova A.D. — data collection and processing; Lobanova A.D., Bayazitov R.R. — statistical processing of the data, writing the text. All co-authors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Information about the authors:

Lobanova A.D., <https://orcid.org/0000-0001-7971-5073>

Zorkin S.N., <https://orcid.org/0000-0002-2731-5008>

Bayazitov R.R., <https://orcid.org/0000-0002-2809-1894>

Shakhnovskiy D.S., <https://orcid.org/0000-0003-2883-2493>

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

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

Received: November 08, 2024

Accepted: December 06, 2024

Published: December 25, 2024

Введение

Распространённость мочекаменной болезни у детей увеличилась до 5%. Методом выбора её лечения у детей является дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ). Этот метод обладает высокой эффективностью, неинвазивностью, отсутствием серьёзных интраоперационных осложнений, низкой частотой послеоперационных осложнений, отсутствием значимого влияния на функциональное состояние почек при отдалённом наблюдении [1, 2]. Существуют два ведущих показания к проведению ДУВЛ: размер конкремента менее 2 см в диаметре и его локализация в верхних мочевыводящих путях. Однако обширность показаний к ДУВЛ зачастую приводит к уменьшению её эффективности, увеличению числа различных анестезиологических и хирургических пособий. Эта тенденция определила необходимость поиска значимых факторов, оказывающих влияние на исход сеанса ДУВЛ. Учёт влияния таких факторов при планировании тактики ведения больных детей позволит обеспечить индивидуальный подход и подобрать эффективный метод лечения уролитиаза, что уменьшит число нерезультативных манипуляций. Широко распространённым инструментом предоперационного планирования, объединяющим ряд необходимых параметров, является номограмма — графическое выражение функциональной зависимости переменных величин. Самыми распространёнными в детской урологии являются номограммы В. Onal (2013) и Н. Dogan (2015) соответственно [3, 4]. Показано, что набор факторов, включаемых в различные номограммы, зависит от размера выборки и длительности, что может

приводить к ошибкам при определении необходимых величин [5]. В связи с этим многие прогностические факторы считаются спорными, а применение номограмм, разработанных на другой этнической популяции, без предварительной валидации невозможно, что определяет актуальность темы.

Цель работы — установить значимые факторы, оказывающие влияние на успешность ДУВЛ, и разработать номограмму для определения её эффективности у детей с уролитиазом.

Материалы и методы

Обследовано 279 больных (305 почечных единиц) с уролитиазом почечной локализации. Медиана возраста больных (160 девочек и 145 мальчиков) составила 119 (44–175) мес. Все больным было проведено комплексное обследование, ультразвуковое исследование (УЗИ) почек и мочевой системы, обзорная рентгенография или компьютерная томография (КТ) без контрастного усиления. ДУВЛ выполнена всем больным на одном аппарате — «Dornier Compact Sigma» («Dornier MedTech Systems GmbH»). Режим дробления подбирали в соответствии с рекомендациями производителя, число ударов корректировали интраоперационно с помощью УЗИ-мониторинга фрагментации конкремента, оно не превышало 3000. В послеоперационном периоде проводилась инфузионная терапия изотоническими растворами в совокупности с питьевым режимом 50 мл/кг/сут с последующим введением фуросемида 0,3 мг/кг с целью форсирования диуреза.

Критерием эффективности ДУВЛ служило отсутствие осколков конкрементов > 3 мм в мочевыводящих

путях при контрольном УЗИ через 3 мес. Критериями исключения больных из работы было наличие врожденной аномалии органов мочевыделительной системы, обструктивной уропатии, ипсилатеральных камней мочеточника или камней в мочевом пузыре, сопутствующих тяжёлых форм патологии.

Все больные были распределены нами на 2 группы: 1-ю группу составили дети с успешной литотрипсией, 2-ю — больные с неэффективной ДУВЛ. Получившиеся группы больных мы сравнили между собой по параметрам, которые были условно разделены на пациенто- и конкрементозависимые. К первым относятся пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ), наличие оперативных вмешательств, расстояние от кожи до камня. В конкрементозависимые характеристики были включены сторона поражения, двусторонность процесса, точная локализация конкрементов, их число, размер, объём и плотность. Оперативные вмешательства в анамнезе включали в себя выполнение эндопластики устья мочеточника, открытое или лапароскопическое вмешательство, дистанционную или контактную литотрипсию и пререстентирование мочеточника. Расстояние от камня до кожи (РКК) измеряли по данным бесконтрастной КТ: от поверхности камня опускали перпендикуляр на кожу под углом 90°, 45° и 0° относительно условной плоскости при положении больного лёжа на спине. Среднее арифметическое этих трех значений составило среднее РКК. При КТ вычисляли плотность конкремента (НУ), его размер (мм) и объём (см³). За размер конкремента принимался его больший диаметр, при наличии нескольких конкрементов — их сумма. Для определения локализации конкрементов нами было выделено 4 компартмента почки: лоханка, верхняя, средняя и нижняя группа чашечек. По локализации конкрементов больные были распределены на следующие группы: нижняя группа чашечек, лоханка, остальные группы чашечек. Отдельно учитывали наличие камней в одном или в разных компартментах почки. В случаях, когда локализация камня по данным УЗИ и КТ расходилась, истинной считалась локализация, выявленная при КТ. Сравнение больных с успешной и с неэффективной ДУВЛ по ряду приведённых параметров выполняли для выявления значимых факторов, определяющих эффективность ДУВЛ.

Все больные и их родители подписали добровольное информированное согласие, дизайн и методы работы одобрены независимым локальным этическим комитетом.

Данные выражали в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (IQR), среднего (*M*) и его ошибки (*SD*).

Статистический анализ проведён с использованием программы «StatTech v. 4.4.1» («Статтех»). Нормальность распределения количественных показателей оценивали с помощью критерия Шапиро–Уилка (при $n < 50$) или критерия Колмогорова–Смирнова (при $n > 50$).

В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей использовали показатель отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (95% ДИ). Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании успешности ДУВЛ применяли метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена. Различия считали значимыми

при $p < 0,05$. Отбор факторов для построения номограммы выполняли с использованием логистического регрессионного анализа. Были выбраны переменные в соответствии с клинической и статистической значимостью с отклонением менее эффективных признаков. Построение и визуализацию номограммы выполняли с использованием программного обеспечения «PyNomo Software 0.3.2» на языке программирования Python 3.7 (библиотеки pandas 1.2.4, numpy 1.21.5, matplotlib 3.5.1).

Результаты

Эффективность ДУВЛ составила 62,6%. У 26 больных были выявлены следующие осложнения: субкапсулярная гематома почки ($n = 4$), редуцировавшаяся при наблюдении, а также единичный крупный осколок в устье мочеточника ($n = 7$) или «каменная дорожка» из осколков конкрементов ($n = 15$), вызвавшие обструкцию мочевыводящих путей и потребовавшие проведения контактной литотрипсии с последующей эндоскопической литоэкстракцией. При сравнении больных с успешной и с неэффективной ДУВЛ не выявлено значимых различий величин ИМТ, РКК, ипсилатеральных оперативных вмешательств, сторон поражения и числа конкрементов (табл. 1).

При анализе эффективности ДУВЛ у больных в зависимости от пола ($p = 0,010$) и возраста ($p < 0,001$) нами были выявлены значимые различия: шансы эффективной ДУВЛ у девочек были выше в 1,841 раза по сравнению с мальчиками (95% ДИ 1,151–2,942), шансы эффективной ДУВЛ у детей 6–14 лет были ниже в 1,918 раза (ОШ = 0,521; 95% ДИ 0,302–0,901). При определении эффективности ДУВЛ в зависимости от двусторонности процесса, расположения в почечных структурах и наличия конкремента в нижней группе чашечек также установлены значимые различия ($p = 0,046$; $p = 0,006$; $p = 0,047$ соответственно). Вероятность успешной ДУВЛ повышалась в 1,701 раза при двустороннем процессе (95% ДИ 1,007–2,875), в 1,978 раза при наличии конкремента только в одном почечном компартменте (ОШ = 0,506; 95% ДИ 0,309–0,828) и снижалась в 1,415 раза при расположении камня в нижней группе чашечек (ОШ = 0,707; 95% ДИ 0,444–1,126).

Изменения ряда переменных, характеризующих размеры и плотность конкрементов у больных детей в зависимости от эффективности ДУВЛ представлены в табл. 2.

При проведении ROC-анализа для перечисленных переменных нами были получены пороговые значения в точке cut-off, которым соответствовало высшее значение индекса Юдена. Размеры конкремента при УЗИ и КТ в точке cut-off составили 11 и 10 мм соответственно. Эффективная ДУВЛ прогнозировалась при значениях размеров конкремента меньше этих величин. Пороговые значения объёма и плотности конкремента при КТ в точке cut-off, которому соответствовало высшее значение индекса Юдена, составило 0,40 см³ и 915,00 НУ соответственно. Эффективная ДУВЛ прогнозировалась при величинах объёма и плотности конкрементов при КТ меньше указанных значений.

С учётом выявленных закономерностей нами была разработана прогностическая модель для определения эффективности ДУВЛ в зависимости от пола и возраста больных, точной локализации конкрементов, множе-

Таблица 1 / Table 1

Изменения количественных и категориальных переменных у больных детей с различной эффективностью ДУВЛ
Changes in quantitative and categorical variables in sick children with different efficacy of RSWL

Показатель Index	Эффективность ДУВЛ Effectiveness of RSWL		<i>p</i>
	неэффективная without effect	эффективная effective	
ИМТ, кг/м ² (Me [IQR]) BMI, kg/m ² (Me [IQR])	17,30 [15,08; 20,91]	16,75 [14,58; 20,24]	0,436 ^a
Среднее РКК, мм (<i>M</i> ± <i>SD</i>) Mean skin to stone distance, mm (<i>M</i> ± <i>SD</i>)	49,40 ± 7,77	51,59 ± 12,87	0,462 ^a
Анамнез ипсилатеральных оперативных вмешательств, <i>n</i> (%) previous history of ipsilateral interventions, <i>n</i> (%)	отсутствие absence	146 (76,4%)	0,980 ^b
	наличие presence	45 (23,6%)	
Эндоскопическая коррекция рефлюкса, <i>n</i> (%) Endoscopic correction of vesicoureteral reflux, <i>n</i> (%)	отсутствие absence	189 (99,0%)	1,000 ^c
	наличие presence	2 (1,0%)	
Пиелотомия, <i>n</i> (%) Pyelolithotomy, <i>n</i> (%)	отсутствие absence	185 (96,9%)	0,752 ^c
	наличие presence	6 (3,1%)	
Контактная литотрипсия, <i>n</i> (%) Contact lithotripsy, <i>n</i> (%)	отсутствие absence	180 (94,2%)	0,603 ^b
	наличие presence	11 (5,8%)	
Престентирование, <i>n</i> (%) Prestenting, <i>n</i> (%)	отсутствие absence	171 (89,5%)	0,630 ^b
	наличие presence	20 (10,5%)	
Сторона поражения, <i>n</i> (%) Side, <i>n</i> (%)	правая right	117 (61,3%)	0,076 ^b
	левая left	74 (38,7%)	
Число конкрементов, <i>n</i> (%) number of stones, <i>n</i> (%)	1 конкремент single	118 (61,8%)	0,204 ^b
	2 и более конкрементов multiple	73 (38,2%)	

Примечание. ^aU-критерий Манна–Уитни; ^bкритерий χ^2 Пирсона; ^cточный критерий Фишера.

Note. ^aMann–Whitney U test; ^b χ^2 -squared test; ^cFisher’s exact test.

Таблица 2 / Table 2

Изменения переменных, характеризующих размеры и плотность конкрементов, у больных детей в зависимости от эффективности ДУВЛ
Changes in the variables characterizing the dimensions and density of concretions in sick children, depending on the effectiveness of RSWL

Показатель Index	Эффективность ДУВЛ Effectiveness of RSWL		<i>p</i>
	неэффективная without effect	эффективная effective	
Размер конкремента по УЗИ, мм (Me [IQR]) Stone size (ultrasound), mm (Me [IQR])	14,50 [9,25; 21,00]	9,00 [6,00; 12,00]	< 0,001 ^a
Размер конкремента по КТ, мм (Me [IQR]) Stone size (CT), mm (Me [IQR])	13,00 [8,50; 18,50]	7,50 [5,15; 11,00]	< 0,001 ^a
Объем конкремента по КТ, см ³ (Me [IQR]) Stone volume (computer tomography), cm ³ (Me [IQR])	0,71 [0,35; 1,31]	0,23 [0,13; 0,45]	< 0,001 ^a
Средняя плотность по КТ, HU (<i>M</i> ± <i>SD</i>) Mean stone density (computer tomography), HU (<i>M</i> ± <i>SD</i>)	1040,51 (276,17)	717,75 (370,25)	< 0,001 ^b

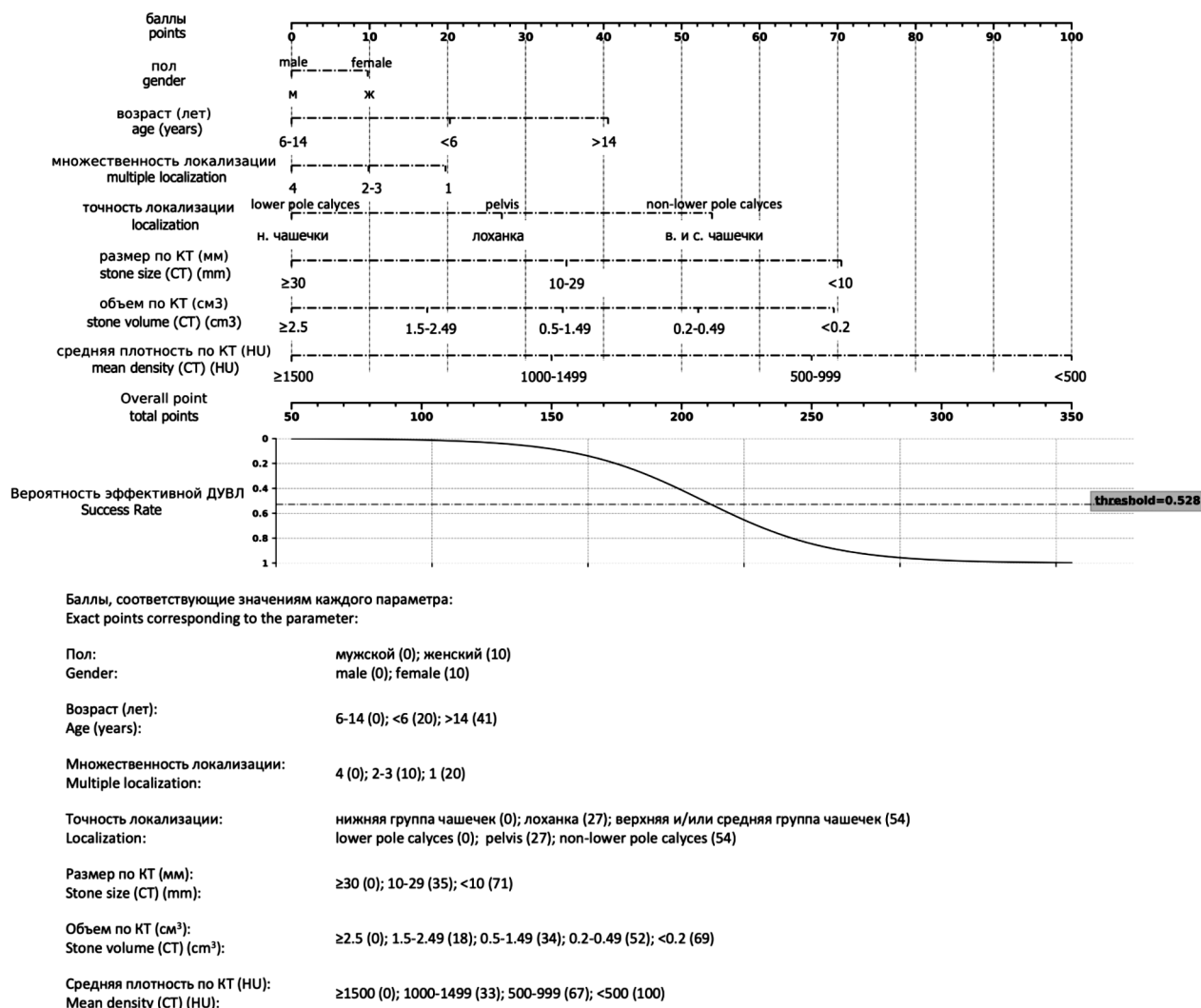
Примечание. ^aU-критерий Манна–Уитни, ^bt-критерий Уэлча.

Note. ^aMann–Whitney U test, ^bWelch’s t-test.

ственности локализации, их средней плотности, размеров и объема при КТ методом бинарной логистической регрессии. Полученная регрессионная модель является

значимой ($p < 0,001$). Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, модель объясняет 72,5% наблюдаемой дисперсии. Площадь под ROC-кривой со-

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



Номограмма для определения эффективности ДУВЛ.
Nomogram to predict the success of extracorporeal shock wave lithotripsy.

ставила $0,855 \pm 0,036$ (95% ДИ 0,784–0,925). Чувствительность и специфичность модели составили 82,3 и 82,2% соответственно. Пороговое значение логистической функции Р в точке cut-off, которому соответствовало высшее значение индекса Юдена, составило 0,528. Эффективная ДУВЛ прогнозировалась при значении логистической функции Р выше данной величины или равном ей. Финальным этапом работы стало построение номограммы для определения эффективности ДУВЛ (рисунок).

Полученная номограмма создана с использованием коэффициентов модели логистической регрессии и диапазонов предикторов, выявленных у обследованных нами больных. Номограмма присваивает каждому предиктору значение в баллах на основе степени его влияния (удельного веса) на исход, а сумма этих баллов используется для расчёта прогнозируемой вероятности результата. Пользоваться данной номограммой достаточно легко. Например, в соответствии с номограммой вероятность успешной ДУВЛ у мальчика (0 баллов) 5 лет (20 баллов) с конкрементами в 2 компартментах почки (10 баллов): верхней и средней группе чашечек

(54 балла) суммарным размером 15 мм (35 баллов), объёмом 0,22 см³ (52 балла) и средней плотностью 650 НУ (67 баллов) составит 80% (238 баллов).

Обсуждение

ДУВЛ считается методом выбора при лечении мочекаменной болезни у детей. Однако слепое соблюдение лишь существующих показаний к выполнению этого оперативного вмешательства зачастую приводит к неудовлетворительным результатам. В условиях высокой конкуренции среди эффективных эндовидеоурологических вмешательств, таких как ретроградная интрауретральная хирургия и микроперкутанная нефролитотрипсия, частота использования ДУВЛ резко уменьшается. Это приводит к увеличению частоты таких осложнений, как перфорация мочеточника, интраоперационное профузное кровотечение, инфекции мочевыделительной системы [6]. Именно поэтому в последнее десятилетие активно проводится поиск значимых факторов, на основании которых назначение ДУВЛ может стать достаточно избирательным, что приведёт к увеличению её эффективности. Критерии эффективности сеанса

ДУВЛ варьируют в работах разных авторов, у которых различаются как методы обследования больных (УЗИ/ обзорная рентгенография/КТ), так и сроки их проведения (от 2 нед до 6 мес) и допустимые размеры осколков конкрементов (от отсутствия до 5 мм) [7, 8]. Кроме отбора факторов предикции, несомненно, значимой является разработка статистических моделей, которые можно использовать в качестве инструмента предоперационного планирования. Как указывалось выше, существуют 2 номограммы для определения эффективности ДУВЛ, прошедшие внутреннюю и внешнюю валидацию [3, 4, 9]. При этом считается, что всемирное использование единой номограммы невозможно в связи с различием медицинского оборудования, с помощью которого проводится лечение больных с уролитиазом [9]. Некоторые авторы указывают на необходимость минимизировать число параметров для избежания статистических ошибок или, наоборот, расширить их перечень [5, 7]. При этом в номограммах, используемых у взрослых больных, набор параметров радикально отличается: номограмма, разработанная в Испании, включает в себя ИМТ больного, размер и плотность камня при КТ [10]; номограмма, созданная шведскими авторами, основана всего на двух параметрах: возрасте больного и размере конкремента [11].

Нами было определено большое число факторов предикции, а переменные для включения в номограмму были выбраны на основе их клинической обоснованности и статистической значимости. Мы использовали сигмоидальную кривую для отображения суммы всех точек предикторов на вероятность положительного исхода ДУВЛ. Такой подход обеспечивает точный расчёт вероятности. В отличие от ранее разработанных педиатрических номограмм, нами включены КТ-характеристики конкрементов: размер, плотность и объём камней. Именно данные о конкрементах, полученные при КТ, явились объективными, чувствительными и специфичными параметрами, оказывающими значимое влияние на исход сеанса литотрипсии [12].

Одним из самых важных параметров является размер конкремента. Доказано, что при размере конкремента более 2 см эффективность ДУВЛ существенно снижается [13]. Однако нами показано, что размер конкремента не является ограничивающим фактором для включения больного в исследование, что позволило точнее рассчитать влияние данного параметра на исход дробления и корректно учесть удельный вес этого показателя при построении номограммы. При этом включение в выборку больных с конкрементом > 2 см привело к уменьшению данных, демонстрирующих эффективность метода. При исключении из выборки больных с крупными конкрементами эффективность метода составила 79,2%. Учитывая собственный опыт успешного дробления в случае нескольких камней суммарным размером более 2 см, в нашей номограмме задан более широкий диапазон размеров конкремента, чем общепринятый.

Наши данные о влиянии пола больных на исход литотрипсии противоположны описанным M.J. Soleimani и соавт. [14]. Учитывая отсутствие объяснения механизма влияния пола больных на отхождение осколков конкремента, полученные нами данные нужно принять как значимые для нашей популяции. Возраст больных

оказывает нелинейное влияние на исход ДУВЛ. Согласно полученной номограмме, на вероятность отхождения конкрементов в послеоперационном периоде отрицательно влияет возраст больных 6–14 лет. У детей младше 6 лет и старше 14 лет вероятность успешной литотрипсии значительно увеличивается [13, 15]. У детей старшего возраста полученные нами исходы мы связываем с возможностью проведения у таких больных большего числа электромагнитных импульсов с большей энергией без риска повреждения окружающих тканей. Нахождение камня в нижней группе чашечек является бесспорным фактором предикции вероятности отхождения осколков в послеоперационном периоде [16]. В таких случаях эвакуация конкрементов затруднена в связи с влиянием гравитации, а также особенностями строения собирательной системы — шеечно-лоханочным углом, диаметром и длиной шейки нижней группы чашечек [17]. Эти параметры можно оценить только с использованием контрастного усиления при КТ, что повышает дозу рентгеновского облучения и длительность анестезиологического пособия у маленьких больных. К тому же внутривенное усиление может проводиться только детям с сохранной функцией почек. По этическим причинам мы считали нецелесообразным выполнение КТ с контрастным усилением больным детям и ограничились общим фактором предикции.

Множественность локализации конкрементов является параметром, который впервые введён нами в использование. В ранее опубликованных работах похожим параметром является количество конкрементов [9, 18]. Однако его влияние на эффективность литотрипсии неоднозначно, тогда как наличие конкрементов в разных компартментах почки, по нашим данным, значительно уменьшает вероятность успешной ДУВЛ.

Ожидаемая зависимость эффективности ДУВЛ от ИМТ и РКК не нашла подтверждения в нашей работе, однако данный исход мы связываем с тем, что у больных с повышенным ИМТ среднее число ударно-волновых импульсов превышало таковое у детей с нормальным и пониженным ИМТ, что не позволяет однозначно судить о прогностической эффективности данного параметра. Анализ корреляций между величинами ИМТ и РКК среднего, 0°, 45° и 90° по шкале Чеддока выявил тесную прямую связь между этими параметрами, что может иметь диагностическое значение. Неоднозначным результатом можно считать также влияние двусторонности процесса на исход ДУВЛ. По нашим данным, наличие конкрементов в обеих почках увеличивает эффективность литотрипсии, что, возможно, связано с длительностью пребывания больного в стационаре. При этом возрастали объём инфузионной терапии и диуретическая нагрузка.

Таким образом, в разработанную нами номограмму для определения эффективности ДУВЛ включены объективные, значимые и чувствительные параметры, оказывающие влияние на исход сеанса литотрипсии у больных.

Заключение

Разработанная нами номограмма для определения эффективности ДУВЛ является инструментом предоперационного планирования, который позволяет осуществ-

влять персонализированный и объективный подход к лечению больных детей с мочекаменной болезнью. Введение в клиническую практику подобных инструментов оценки эффективности операций позволит оптимизировать выбор адекватного метода лечения больных, повысит эффективность проводимых операций, уменьшит число дополнительных оперативных и анестезиологических пособий и длительность пребывания ребёнка в стационаре.

Литература

(п.п. 1–16; 18; 19 см. References)

17. 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; 7(3): 5–13. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2019-7-3-5-13> <https://elibrary.ru/sfyuum>

References

1. Ang A.J.S., Sharma A.A., Sharma A. Nephrolithiasis: approach to diagnosis and management. *Indian J. Pediatr.* 2020; 87(9): 716–25. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03424-7>
2. Brinkmann O.A., Griehl A., Kuwertz-Bröking E., Bulla M., Hertle L. Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Efficacy, complications and long-term follow-up. *Eur. Urol.* 2001; 39(5): 591–7. <https://doi.org/10.1159/000052509>
3. Onal B., Tansu N., Demirkesen O., Yalcin V., Huang L., Nguyen H.T., 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): 344–52. <https://doi.org/10.1111/j.1464-410X.2012.11281.x>
4. Dogan H.S., Altan M., Citamak B., Bozaci A.C., Karabulut E., Tekgul S. A new nomogram for prediction of outcome of pediatric shock-wave lithotripsy. *J. Pediatr. Urol.* 2015; 11(2): 84.e1–6. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2015.01.004>
5. Kanao K., Nakashima J., Nakagawa K., Asakura H., Miyajima A., Oya M., et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J. Urol.* 2006; 176(4 Pt. 1): 1453–7. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2006.06.089>
6. Grosso A.A., Sessa F., Campi R., Viola L., Polverino P., Crisci A., et al. Intraoperative and postoperative surgical complications after ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. *Minerva Urol. Nephrol.* 2021; 73(3): 309–32. <https://doi.org/10.23736/S2724-6051.21.04294-4>
7. Cetin S., Yavuz Koparal M., Cem Bulut E., Serhat Gurocak O., Ozgur Tan M. Factors to predict shock-wave lithotripsy results in pediatric patients and external validation of a nomogram. *Actas. Urol. Esp.* 2021; 45(2): 132–8. <https://doi.org/10.1016/j.acuro.2020.03.015>
8. Alsagheer G., Abdel-Kader M.S., Hasan A.M., Mahmoud O., Mohamed O., Fathi A., et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) monotherapy in children: Predictors of successful outcome. *J. Pediatr. Urol.* 2017; 13(5): 515.e1–515.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2017.03.029>
9. Kailavasan M., Berridge C., Yuan Y., Turner A., Donaldson J., Biyani C.S. A systematic review of nomograms used in urolithiasis

- practice to predict clinical outcomes in paediatric patients. *J. Pediatr. Urol.* 2022; 18(4): 448–62. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2022.05.013>
10. Bengió R.G., Arribillaga L., Epelde J., Orellana S., García-Önto H., Montedoro A., et al. Predictive score of success adapted to our environment to improve results of extracorporeal lithotripsy. *Arch. Esp. Urol.* 2016; 69(7): 398–404. (in Spanish)
11. Wagenius M., Oddason K., Utter M., Popiolek M., Forsvall A., Lundström K.J., et al. Factors influencing stone-free rate of Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL); a cohort study. *Scand. J. Urol.* 2022; 56(3): 237–43. <https://doi.org/10.1080/21681805.2022.2055137>
12. Kunz A.S., Grunz J.P., Halt D., Kalogirou C., Luetkens K.S., Patzer T.S., et al. Tin-filtered 100 kV ultra-low-dose abdominal CT for calculi detection in the urinary tract: a comparative study of 510 cases. *Acad. Radiol.* 2023; 30(6): 1033–8. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2022.07.013>
13. McAdams S., Kim N., Ravish I.R., Monga M., Ugarte R., Nerli R., et al. Stone size is only independent predictor of shock wave lithotripsy success in children: a community experience. *J. Urol.* 2010; 184(2): 659–64. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2010.03.059>
14. Soleimani M.J., Shahrokh H., Soraki V.V., Fakhar V., Ghaed M.A., Narouie B. Investigating ESWL success rate in the treatment of renal and ureteral stones in children. *Urologia.* 2023; 90(3): 570–5. <https://doi.org/10.1177/03915603231162663>
15. Gofrit O.N., Pode D., Meretyk S., Katz G., Shapiro A., Golijanin D., 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): 1862–4.
16. Yuri P., Hariwibowo R., Soeroharjo I., Danarto R., Hendri A.Z., Brodjonegoro S.R., et al. Meta-analysis of optimal management of lower pole stone of 10–20 mm: Flexible Ureteroscopy (FURS) versus Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) versus Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL). *Acta Med. Indones.* 2018; 50(1): 18–25.
17. Guliev B.G., Cheremisin V.M., Talyshinskiy A.E. The anatomy of the renal lower calyceal group influence on the risk of residual stones in the urolithiasis treatment. *Vestnik urologii.* 2019; 7(3): 5–13. <https://doi.org/10.21886/2308-6424-2019-7-3-5-13> <https://elibrary.ru/sfyuum> (in Russian)
18. Kızılay F., Özdemir T., Turna B., Karaca N., Şimşir A., Alper I., 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. <https://doi.org/10.24953/turkjped.2020.01.010>
19. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jpuro.2022.09.015>

Сведения об авторах:

Зоркин Сергей Николаевич, доктор мед. наук, проф., зав. урологическим отд-нием с группами репродуктологии и трансплантации, врач — детский уролог-андролог, и.о. руководителя НИИ детской хирургии, руководитель НИИ детской нефроурологии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; **Баязитов Рамир Радикович**, канд. мед. наук, ст. науч. сотр., врач — детский хирург, врач — детский уролог-андролог, сотр. хирургического отд-ния новорождённых и детей грудного возраста ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России; **Шахновский Дмитрий Сергеевич**, врач — детский уролог-андролог, мл. науч. сотр. урологического отд-ния с группами репродуктологии и трансплантации ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России.