

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ЛИТОТРИПСИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ТВЕРДОСТИ КАМНЯ МОЧЕТОЧНИКА У ДЕТЕЙ

А.А.Рахимбаев.<sup>1</sup>, Я.С.Наджимитдинов.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Республиканский специализированный научно-практический центр урологии, Ташкент Узбекистан,  
<sup>2</sup>Ташкентская медицинская академия.

Для цитирования: © Рахимбаев А.А., Наджимитдинов Я.С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ УДАРНО-ВОЛНОВОЙ ЛИТОТРИПСИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ТВЕРДОСТИ КАМНЯ МОЧЕТОЧНИКА У ДЕТЕЙ.ЖКМП.-2024.-Т.4.-№4.-С

Поступила: 06.09.2024

Одобрена: 23.09.2024

Принята к печати: 03.10.2024

**Аннотация:** Выполнена ЭУВЛ у 36 детей с камнями мочеочника за период с января 2020 по декабрь 2023 года. Средний возраст пациентов составил 12,6±1,1 лет. Всем больным выполнена мультиспиральная компьютерная томография, определена плотность и минеральный состав камней. Средний размер камня был 12,1±1,4 мм. Пациенты разделены на две группы: с плотностью камня менее 600 HU (n=12) и более 600 HU (n=24). Общий показатель stone free был 100%. Цистиновые камни и состоящие из мочевой кислоты (группа А) имели самые низкие значения HU (344,00 ± 105,1 HU), а оксалат кальция (группа Б) - самые высокие значения (942,7 ± 325,2 HU). Для фрагментации камней плотностью более 600 HU затрачено большее количество ударных волн с большей мощностью. МСКТ при обследовании детей с камнями мочеочника позволяет определить плотность камня и предположить о его минеральном составе. Эффективность ЭУВЛ зависит от плотности и минерального состава камня.

**Ключевые слова:** камни мочеочника, плотность камня, литотрипсия, дети.

## BOLALARDA EKSTRAKORPORAL ZARB-TO'LOQINLI LITOTRIPSIYANI QO'LLASH SAMARADORLIGINING SIYDIK NAYIDAGI TOSHLARNING MINERAL TARKIBI VA ZICHLIGIGA BOG'LIQLIGI

А.А.Рахимбаев.<sup>1</sup>, Я.С.Наджимитдинов.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Respublika ixtisoslashtirilgan urologiya ilmiy-amaliy markazi, Toshkent O'zbekiston,  
<sup>2</sup>Toshkent tibbiyot akademiyasi.

Izoh: © Raximbayev A.A., Nadjimitdinov Ya.S.

BOLALARDA EKSTRAKORPORAL ZARB-TO'LOQINLI LITOTRIPSIYANI QO'LLASH SAMARADORLIGINING SIYDIK NAYIDAGI TOSHLARNING MINERAL TARKIBI VA ZICHLIGIGA BOG'LIQLIGI.KPTJ.-2024-N.4.-№4-M.

Qabul qilindi: 06.09.2024

Ko'rib chiqildi: 23.09.2024

Nashrga tayyorlandi: 03.10.2024

**Аннотация:** 2020 yil yanvardan 2023 dekabrgacha siydik nayida toshlar mavjud 36 ta bolalarda EZTL o'tkazildi. Bemorlarning o'rtacha yoshi 12,6±1,1 yoshni tashkil qildi. Barcha bemorlarda multispiral kompyuter tomografiya tekshiruvi o'tkazilib, toshlarning zichligi va mineral tarkibi aniqlandi. Toshlarining o'rtacha o'lchami 12,1±1,4 mm ni tashkil qildi. Bemorlar ikkita guruhga bo'lindi: 600 HU (n=12) dan past zichlikdagi toshlari bor va 600 HU (n=24) dan baland zichlikdagi toshlari bor bemorlar. Umumiy stone free ko'rsatkichi 100% ni tashkil qildi. sistin va siydik kislotali toshlar (A guruh) eng past HU (344,00 ± 105,1 HU) ko'rsatkichiga, kalsiy oksalatli toshlar (B guruh) eng yuqori zichlik ko'rsatkichiga (942,7 ± 325,2 HU) ega buldi. 600 HU dan yuqori zichlikka ega toshlarni maydalash uchun ko'proq katta kuchlanishli zarb-to'loqlar kerak bo'ldi. Siydik toshlari mavjud bolalarni tekshirishda MSKT toshlarning zichligini aniqlash va ularning mineral tarkibi haqida taxmin qilish imkonini beradi. EZTL ning samaradorligi toshlarning zichligi va mineral tarkibiga bog'liq.

**Калит so'zlar:** siydik nayi toshlari, toshlarning zichligi, litotripsiya, bolalar.

## THE EFFICIENCY OF EXTRACORPOREAL SHOCK-WAVE LITHOTRIPSY DEPENDS ON THE MINERAL COMPOSITION AND DENSITY OF THE URETERAL STONE IN CHILDREN

Rakhimbaev A.A. <sup>1</sup>, Nadjimitdinov Y.S. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Republican specialized scientific and practical medical center of urology, Tashkent Uzbekistan,  
<sup>2</sup>Tashkent Medical Academy.

For situation: © Rakhimbayev A.A., Nadjimitdinov Y.S.

THE EFFICIENCY OF EXTRACORPOREAL SHOCK-WAVE LITHOTRIPSY DEPENDS ON THE MINERAL COMPOSITION AND DENSITY OF THE URETERAL STONE IN CHILDREN. JCPM.-2024.P.4.№4-A

Received: 06.09.2024

Revised: 23.09.2024

Accepted: 03.10.2024

**Annotation:** ESWL was performed in 36 children with ureteral stones in the period from January 2020 to December 2023. The average age of the patients was  $12.6 \pm 1.1$  years. All patients underwent multispiral computed tomography; the density and chemical composition of the stones were determined. The average stone size was  $12.1 \pm 1.4$  mm. Patients were divided into two groups: with stone density less than 600 HU ( $n = 12$ ) and more than 600 HU ( $n = 24$ ). The overall stone free rate was 100%. Cystine stones and stones consisting of uric acid (group A) had the lowest HU values ( $344.00 \pm 105.1$  HU), and calcium oxalate (group B) had the highest values ( $942.7 \pm 325.2$  HU). For fragmentation of stones with a density of more than 600 HU, a larger number of shock waves with a higher power are expended. MSCT allows determining the density of the stone and suggesting its chemical composition when examining children with ureteral stones. The efficiency of ESWL depends on the density and chemical composition of the stone.

**Keywords:** ureteral stone, stone density, lithotripsy, children.

**Введение:** Традиционные хирургические вмешательства при лечении детей с мочекаменной болезнью составляют менее 5%. На смену этим вмешательствам пришли малоинвазивные методы лечения, такие как экстракорпоральная ударно-волновая литотрипсия (ЭУВЛ) или эндоскопические способы удаления камней из мочевого тракта [8]. ЭУВЛ, в настоящее время, является методом выбора при камнях, расположенных в мочеточнике, не превышающих размеры 1,5 мм и эффективность метода составляет от 60% до 99% [2]. Тем не менее, в 9-10% случаев фрагментировать камень с помощью дистанционной литотрипсии не удается, что влечет за собой увеличение стоимости лечения и необходимость применения дополнительных процедур для избавления детей от камней. Следовательно, необходимо выявить пациентов, которым следует для удаления камней использовать альтернативный метод лечения. Как правило, у детей, учитывая их особенности организма, расположение конкремента и расстояние от кожи до камня не оказывают существенного влияния на результат ЭУВЛ. Тогда как, большое значение на эффективность литотрипсии влияет плотность и минеральный состав камня.

Нативная мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является наиболее оптимальным методом визуализации камней мочевого тракта и позволяет определить их плотность (в единицах Hounsfield units -HU) [6]. Более того, МСКТ с контрастированием позволяет получить информацию об анатомии мочевого тракта и расположении камня, что способствует в выборе оптимального метода лечения и прогнозирования его результатов. Хорошо изучены результаты ЭУВЛ, в зависимости от плотности камней мочевого тракта у взрослых пациентов, однако у детей мало данных об эффективности литотрипсии в зависимости от показателя HU [4,9]. Тем не менее выявлена корреляция между показателями полного избавления камней после ЭУВЛ и величиной единиц HU камней по данным МСКТ

у детей [5]. Цель исследования: изучить прогностическую ценность плотности камня по данным МСКТ и минерального состава камней, расположенных в мочеточнике у детей, подвергнутых ЭУВЛ.

**Материалы и методы:** Проведен ретроспективный анализ результатов применения ЭУВЛ у 36 детей с камнями мочеточника за период с января 2020 по декабрь 2023 года. Средний возраст пациентов составил  $12,6 \pm 1,1$  лет (диапазон от 5 до 18 лет), девочек было 16 (44,4%) и мальчиков - 20 (55,6%). Кроме рутинных методов обследования, всем пациентам, с целью выявления места расположения камня, его плотности и определения функции почек, выполнена нативная МСКТ с последующим контрастированием мочевого тракта. Средний размер камня составил  $12,1 \pm 1,4$  мм (диапазон от 5 до 13 мм), в 22 (61,1%) случаях конкремент располагался в дистальном отделе мочеточника, у 12 (33,3%) пациентов был в проксимальном и в двух (5,5%) случаях – в среднем. Дистанционную литотрипсию выполняли на аппарате Direx (Израиль), используя для этого атаралгезию.

Следует отметить, что ЭУВЛ выполняли детям, у которых консервативное лечение не было эффективным и неоднократно повторялись эпизоды почечной колики. Все пациенты в зависимости от плотности камня разделены на две группы: в группу А включены больные с плотностью камня, не превышающую 600 HU ( $n=12$ ), в группу Б- включены дети с этим показателем составившим более 600 HU ( $n=24$ ). Исследование минерального состава фрагментов камня выполняли методом инфракрасной спектроскопии. Полностью избавленными от камней (stone free) считали случаи, когда с помощью ультрасонографии и МСКТ было подтверждено отсутствие их фрагментов в мочевом тракте.

**Результаты:** Общий показатель stone free, при наблюдении в течении 30 дней после ЭУВЛ, составил 100%, повторных сеансов литотрипсии и дополнительных методов для удаления камней и их фрагментов использовано не было.

При камнях, состоящих из мочевой кислоты и цистина, фрагменты их начали отходить в течении 24 часов после ЭУВЛ и к концу 48 часов, больные были полностью избавлены от суправезикальной обструкции. Тогда как после литотрипсии камней, состоящих из кальция оксалата/фосфата или смешанного типа, фрагменты камней начали отходить на 3-4 день, и пациенты полностью избавились от них на 7-8 день. Из 36 пациентов смешанный состав камня был в 24 (66,7%) случаях, у 12 (33,3%) больных состоял из одного элемента. Наиболее распространенными типами были камни, состоящие из оксалата (66,7%) и мочевой кислоты (27,7%). Учитывая состав камней, мы обнаружили, что цистиновые камни и состоящие из мочевой кислоты (группа А) имели самые низкие значения НУ ( $344,00 \pm 105,1$  НУ), а оксалат кальция (группа Б)- самые высокие значения ( $942,7 \pm 325,2$  НУ). Сведения о мощности и количестве ударных волн, затраченных для фрагментации камня при ЭУВЛ, в зависимости от плотности и минерального состава камня, приведены в таблице. Следует отметить, что количество ударных волн, затраченных для фрагментации камня у больных с цистиновыми и уратными камнями было меньше, однако разница с этим показателем в группе больных с оксалат содержащими камнями была статистически не значимой ( $p=0,7$ ). Подобный результат получен в отношении затраченной мощности ударных волн в этих группах, (таб.1).

Таблица 1.

**Количество ударных волн и их мощность в зависимости от плотности и минерального состава камней, расположенных в мочеточнике.**

	Количество больных (%)	Средняя плотность камня в единицах НУ	Среднее количество ударных волн	Мощность ударных волн (кВ)
Мочевая кислота	10 (27,7)	$346,0 \pm 105,1$	$4284,4 \pm 1621,2$	$121,5 \pm 52,2$
Кальция оксалат	14 (30)	$944,7 \pm 425,2$	$9806,4 \pm 3150,9$	$344,70 \pm 136,4$
Кальция фосфат	7 (19,4)	$634,7 \pm 325,2$	$8806,4 \pm 2120,4$	$294,6 \pm 126,2$
Смешанные кальция оксалата/фосфата	3 (8,3)	$711,0 \pm 118,1$	$8158,3 \pm 1953,0$	$311,2 \pm 136,3$
Цистиновые	2 (5,5)	$344,0 \pm 102,1$	$3264,3 \pm 1101,1$	$101,1 \pm 42,1$
<b>Итого</b>	<b>36 (100)</b>	<b><math>596,1 \pm 215,1</math></b>	<b><math>8706,6 \pm 2420,2</math></b>	<b><math>321,6 \pm 134,2</math></b>

Следует отметить, что в группе А у больных детей с уратными камнями, рН мочи была кислая (средний показатель  $5,6 \pm 0,2$ ), тогда как в группе Б средний показатель рН мочи составил  $6,5 \pm 0,1$ .

**Обсуждение:** Мочекаменная болезнь у детей достаточно распространенная патология, поэтому заслуживает особенного внимания. При лечении детей следует выбрать наиболее эффективный метод вмешательства с минимальной инвазией, что зависит от расположения и размера камня. Однако, не последнюю роль при этом играет плотность камней, которая зависит от минерального состава, что напрямую влияет на успех вмешательства. Например, камни, состоящие из оксалата кальция, нередко не фрагментируются при ЭУВЛ [7]. Поэтому важно знать или предположить состав камня до принятия решения, при выборе метода лечения, особенно в тех случаях, когда нет информации о химических компонентах конкремента. На сегодняшний день, для выявления камней мочевого тракта используют МСКТ, который является неинвазивным, вполне доступным методом и позволяет определить плотность конкремента. Более того плотность камня была сопоставлена с эффективностью ЭУВЛ и выявлена положительная корреляция, однако, мнения авторов по этому поводу иногда диаметрально противоположные. Однако, одним из сдерживающих моментов для широкого применения МСКТ при обследовании детей является то факт, что по плотности камня не представляется возможным на достоверном уровне определить химический его состав в тех случаях, когда конкремент представлен солями оксалата кальция. Более того, этот метод требует почти идеальной задержки дыхания, чего может быть трудно добиться у маленьких детей без использования общей анестезии.

По данным Kyle J. Weld и соавт., мелкие и камни с более низким показателем плотности легче подвергаются фрагментированию. Тем не менее авторы считают, что основным фактором, влияющим на показатель stone free после ESWL, является расположение камня в мочеточнике. Мы не смогли оценить влияние расположения камня на окончательный результат ЭУВЛ, так как все больные были избавлены от камней. Однако отметили, что фрагменты конкрементов, расположенные в дистальном отделе мочеточника отошли в более короткие сроки [4].

Ouzaid I. и соавт., обнаружили, что наиболее часто камни, расположенные в мочеточнике, состоят из оксалата кальция (29,6%) и мочевой кислоты, и реже из нескольких химических элементов - мочевой кислоты, оксалата или фосфата кальция (20,37%). Показатели плотности были больше у камней, состоящих из оксалата кальция ( $902,73 \pm 425,23$  HU), а камни из мочевой кислоты имели самые низкие значения плотности ( $364,00 \pm 115,17$  HU). Также авторы обратили внимание на то, что для фрагментации камней с плотностью больше 1000 HU потребовалось применить ударные волны с большей мощностью, по сравнению с камнями при плотности менее 1000 HU. По нашим данным оксалат содержащие камни выявлены в 66,7% случаев, тогда как состоящие из мочевой кислоты у 27,7% пациентов. Самые низкие значения HU были у цистиновых и камней, состоящих из мочевой кислоты (среднее значение  $344,00 \pm 105,1$ , тогда как у конкрементов, состоящих из оксалата кальция, выявлены самые высокие значения  $-942,7 \pm 325,2$  HU ( $p < 0,001$ ). Также при камнях плотностью более 600 HU средний показатель мощности ударных волн, необходимых для фрагментации, составил  $110,1 \pm 41,1$  кВ, в тех случаях, когда плотность превышала это значение, была использована мощность  $294,6 \pm 126,2$  кВ [6]. Sean Mc Adams и соавт., считают, что плотность камня является «независимым» фактором, влияющим на показатель stone free при ЭУВЛ у детей.

Так средний показатель HU составил  $710,4 \pm 294$  у пациентов, которым удалось полностью избавиться от фрагментов, тогда как у детей с резидуальными фрагментами этот показатель составил  $994,5 \pm 379$ . Авторы рекомендуют использовать информацию о плотности камня при выборе метода оперативного вмешательства, при обсуждении потенциальных результатов проведенного лечения с родителями пациентов, которым планируется ЭУВЛ. По нашим данными все больные избавлены от камней, однако в группе детей, у которых фрагменты отошли в более короткий период времени, средний показатель плотности составил  $344,00 \pm 105,1$  HU [10]. Hsiang-Ying Lee и соавт., обнаружили, что наиболее важными факторами, влияющими на результаты ЭУВЛ являются плотность камня и его пло-

щадь. Следовательно, эти факторы могут быть использованы для определения эффективности применения литотрипсии до вмешательства [3]. Ahmed M. Elshal и соавт., изучили результаты применения ЭУВЛ у 57 детей с камнями расположенными в почках и в 42,1% случаях больные были полностью избавлены от фрагментов. Авторы разделили больных на две группы в зависимости от плотности камня (менее 600 и более 600 HU). Показатель stone free после ЭУВЛ составил 82,1% и 20% соответственно в зависимости от плотности камня. Также они провели анализ частоты полного избавления от камней, учитывая их длину (менее 12 мм и более 12 мм), показатель stone free составил 58,6% и 25,1% соответственно. Ahmed M. Elshal и соавт. считают, что плотность и размеры камней были параметрами, оказывающими существенное влияние на результаты операции. По нашим данными полностью от камней, расположенных в мочеточнике, удалось избавиться всех детей и плотность конкремента повлияла только на сроки отхождения их фрагментов. Также показатель stone free не зависел от размеров и расположения камня. Тем не менее, следует отметить, что Ahmed M. Elshal и соавт. произвели ЭУВЛ у больных с камнями расположенными в почках, тогда как мы выполнили литотрипсию у детей при конкрементах расположенных в мочеточнике. Результаты литотрипсии в нашем исследовании были лучше, однако следует учитывать тот факт, что фрагменты камней, расположенных в мочеточнике, отходят более активно, по сравнению с фрагментами конкрементов, расположенных в чашечно-лоханочной системе почки [1].

**Заключение:** Применение МСКТ при обследовании детей с мочекаменной болезнью, позволяет определить плотность камня, расположенного в мочеточнике и предположить о его минеральном составе. Информация о плотности камня, полученная перед вмешательством, способствует прогнозированию результатов ЭУВЛ и ее следует учитывать при принятии решений относительно использования данного метода вмешательства. Также эффективность ЭУВЛ зависит от состава камня, и учитывая этот фактор в каждом конкретном случае, может быть предложен лучший вариант малоинвазивного вмешательства.

Однако, поскольку на результаты дистанционной литотрипсии влияют многие факторы (особенности строения мочевого тракта и функция почек, размеры и химический состав камня, уровень суправезикальной обструкции), в дальнейшем целесообразно выполнить исследования с учетом этих особенностей, чтобы выбрать наиболее целесообразный метод избавления детей от камней и определить прогноз вмешательства.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ahmed M. Elshal, Ahmed R. El-Nahas. Kidney stone size and hounsfield units predict successful shockwave lithotripsy in children // *Pediatric urology* .-2013.-V 81,4.-P.880-884.
2. Christian G. Chaussy, Hans-Göran Tiselius. How can and should we optimize extracorporeal shockwave lithotripsy? // *Urolithiasis*.- 2018.- 46(1).- P.3–17.
3. H.Y.Lee , Y.H.Yang , Y.L.Lee , J.T.Shen , M.Y.Jang, P.M.Chen. Noncontrast computed tomography factors that predict the renal stone outcome after shock wave lithotripsy // *Clin.Imaging.- Sep-Oct, 2015*.-39(5).-P.845-50.
4. Kyle J. Weld., C.Montiglio, M.S. Morris, A. C. Bush, R. D. Shock wave lithotripsy success for renal stones based on patient and stone computed tomography characteristics // *Urology*.- 2007.-Dec;70(6).-P.1043-1046.
5. Mc. Adams, N. Kim, D. Dajusta, M. Monga, I.R. Ravish, R. Nerli, et al. Preoperative stone attenuation value predicts success after shock wave lithotripsy in children // *J. Urol.- 184 (2010)*.- P.1804-1809.
6. Ouzaid I., Al-qahtani S., Dominique S., Hupertan V., Fernandez P., Hermieu J.F., Delmas V., Ravery V. A 970 Hounsfield units (HU) threshold of kidney stone density on non-contrast computed tomography (NCCT) improves patients' selection for extracorporeal shockwave lithotripsy (ESWL): evidence from a prospective study // *B.J.U. Int.- 2012*.-110.-P.438-442.
7. Gupta N.P., Ansari M.S., Kesarvani P., Kapoor A.Mukhopadhyay S. Role of computed tomography with no contrast medium enhancement in predicting the outcome of extracorporeal shock wave lithotripsy for urinary calculi // *BJU Int.- 2005*.- 95.-P.1285-1288.
8. S.Sajid, A.U.Sadaf, A.Bashir, A.A.N.Syed. Update on Surgical Management of Pediatric Urolithiasis // *Front Pediatr.- 2019*.-7.-P.252.
9. Spettel S., Shah P., Sekhar K., Herr A., White M.D. Using Hounsfield unit measurement and urine parameters to predict uric acid stones // *Urology*.-2013.- 82.- P.22-26.
10. S.Mc.Adams, A.R. Shukla. Pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy: Predicting successful outcomes // *Indian J. Urol.- 2010*.-Oct-Dec.-26(4).- P.544–548.