

УДК: 616.62-003.7-089.878
DOI: 10.37489/2949-1924-0037
EDN: CKMQELКЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ
CLINICAL CASE

Лекарственно-индуцированный уролитиаз у ребёнка, осложнённый острым обструктивным повреждением почек: клинический случай

Шорманов И. С. ¹, Щедров Д. Н. ^{1,2}, Жигалов С. А. ¹, Гарова Д. Ю. ³, Соколов С. В. ²,
Бабунина Е. Н. ¹

¹ – ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Российская Федерация

² – ГБУЗ Ярославской области «Областная детская клиническая больница», Ярославль, Российская Федерация

³ – ГБУЗ Ярославской области «Центральная городская больница», Ярославль, Российская Федерация

Аннотация

Цефтриаксон-индуцированная мочекаменная болезнь — редкая форма мочекаменной болезни в детском возрасте, и ещё реже она сопровождается постренальным (обструктивным) острым повреждением почек. Развитие её на фоне острого хирургического заболевания брюшной полости, по поводу которого проводится антибактериальная терапия, представляется сложным как с точки зрения диагностики, так и лечения. Представлен случай развития мочекаменной болезни на фоне лечения аппендикулярного перитонита, осложнённый тяжёлым острым обструктивным повреждением почек, купированным малоинвазивными методами с последующим разрешением обструкции.

Ключевые слова: мочекаменная болезнь; цефтриаксон; анурия; острое повреждение почек; перкутанная нефростомия

Для цитирования: Шорманов И. С., Щедров Д. Н., Жигалов С. А., Гарова Д. Ю., Соколов С. В., Бабунина Е. Н. Лекарственно-индуцированный уролитиаз у ребёнка, осложнённый острым обструктивным повреждением почек: клинический случай. *Пациентоориентированная медицина и фармация*. 2024;2(1):15–21. <https://doi.org/10.37489/2949-1924-0037>. EDN: CKMQEL.

Поступила: 26.02.2024. В доработанном виде: 05.03.2024. Принята к печати: 15.03.2024. Опубликовано: 30.03.2024.

Drug-induced urolithiasis in a child complicated by acute obstructive kidney injury: clinical case

Igor S. Shormanov ¹, Dmitriy N. Shchedrov ^{1,2}, Sergey A. Zhigalov ¹, Daria Yu. Garova ³,
Sergey V. Sokolov ², Ekaterina N. Babunina ¹

¹ – Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation

² – Regional Children's Clinical Hospital, Yaroslavl, Russian Federation

³ – Central City Hospital, Yaroslavl, Russian Federation

Abstract

Ceftriaxone-induced urolithiasis is a rare form of urolithiasis in childhood and is accompanied even less often by postrenal (obstructive) acute kidney injury. Its development against the background of acute surgical abdominal disease, for which antibacterial therapy is being performed, seems difficult both from the point of view of diagnosis and treatment. A case of the development of urolithiasis against the background of treatment of appendicular peritonitis complicated by severe acute obstructive kidney injury, which was stopped by minimally invasive methods with subsequent resolution of the obstruction, is presented.

Keywords: urolithiasis; ceftriaxone; anuria; acute kidney injury; percutaneous nephrostomy

For citation: Shormanov IS, Shchedrov DN, Zhigalov SA, Garova DY, Sokolov SV, Babunina EN. Drug-induced urolithiasis in a child complicated by acute obstructive kidney injury: clinical case. *Patient-oriented medicine and pharmacy*. 2024;2(1):15–21. <https://doi.org/10.37489/2949-1924-0037>. EDN: CKMQEL.

Received: 26.02.2024. Revision received: 05.03.2024. Accepted: 15.03.2024. Published: 30.03.2024.

Актуальность / Relevance

Цефтриаксон-индуцированная мочекаменная болезнь, несмотря на повсеместное применение данного антибактериального препарата — нечастое состояние в педиатрической практике, однако, оно не является казуистикой [1]. Ряд авторов описывает достаточно крупные серии наблюдений — 31 пациент (*Li N., 2014 г.*) и 15 пациентов (*Shen X., 2014 г.*) [2, 3]. В ряде случаев отмена препарата может привести к снижению его концентрации в моче и самостоятельной регрессии процесса, однако, риск формирования агрегации фосфата кальция и цефтриаксона с быстрым формированием конкрементов малой плотности, забивающих мочеточники и приводящих к формированию «каменной дорожки» и обструктивных осложнений — не является ничтожным [4].

Клиническое наблюдение / Clinical case

На протяжении 10 лет мы наблюдали 4 случая развития цефтриаксон-индуцированной мочекаменной болезни на 629 случаев назначения цефтриаксона (0,63%). Возраст пациентов составил 4, 7, 11 и 12 лет. Во всех случаях ранее не отмечалась не только мочекаменной болезни, но и каких-либо иных заболеваний почек. Отсутствие конкрементов на начало лечения подтверждалось ультразвуковым исследованием мочевыводящей системы. Срок от начала приёма цефтриаксона до развития клинической симптоматики составил $6,4 \pm 1,9$ суток. В нашей серии только в одном случае данное состояние имело клинические проявления, в трёх остальных — констатировано асимптоматическое образование конкремента, самостоятельно редуцированное.

Приводим наблюдение пациента с развитием цефтриаксон-индуцированной мочекаменной болезни, осложнённой острым повреждением почек, вызванным двусторонней обструкцией мочеточников.

Пациент Илья Б., 2012 г.р. (12 лет) поступил в клинику 22.12.2023 с картиной осложнённого аппендицита, болен на протяжении 47 часов, ранее по медицинской помощи не обращался. Госпитализирован в экстренном порядке. При поступлении состояние средней тяжести, умеренный эксикоз. В общем анализе крови (22.12.2023): эритроциты (эр) — $4,77 \cdot 10^{12}/л$, Hb — 136 г/л; лейкоциты (л) — $11,77 \cdot 10^9$; тромбоциты (тр) — 163; палочкоядерные нейтрофилы (п) — 4, сегментоядерные нейтрофилы (с) — 84, моноциты (м) — 6, лимфоциты (л) — 6. Оперирован через 2 часа после предоперационной подготовки в объёме аппендэктомии, резекции сальника, санации брюшной полости, дренировании брюшной полости «сигарным» дренажем. В периперационной

антибиотикопрофилактике — амоксиклав 1200 мг внутривенно однократно, согласно принятому протоколу. Послеоперационный клинический диагноз — гангренозный аппендицит, рыхлый инфильтрат. В послеоперационном периоде госпитализирован в реанимационное отделение для интенсивной терапии и наблюдения, назначен цефтриаксон по 1 г 4 р/д внутривенно.

Послеоперационный период без осложнений, однако с медленным восстановлением пассажа кишечника — плохо купируемым парезом кишечника. Дренаж из брюшной полости удалён на 3-и сутки. Лечение в условиях отделения реанимации проведено в течение 6 суток. Переведён в отделение хирургии 28.12.2023. При переводе: состояние удовлетворительное, перистальтика отчётливая, стул самостоятельный. Заживление раны первичное. 31.12.2023 в вечерние часы появились боли в животе, многократная рвота, умеренное снижение диуреза до 0,7 мл/кг/час. Последнее расценено, как гипогидратация на фоне потерь жидкости. В клиническом анализе крови: нарастание воспалительной реакции (см. таблицу). Проводилась инфузионная терапия в объёме 1500 мл/сутки кристаллоидными растворами. Клиническая картина и данные анамнеза не исключали спаечную непроходимость, в связи с чем, выполнена серия рентгенограмм с барием (рис. 1), на которых отмечается удовлетворительный пассаж контраста.

01.01.2024 в утренние часы констатировано ухудшение состояния. Ребёнок вялый. Нарастают отёки. Последняя микция — самостоятельная, небольшого количеством в 7–00, в последующем не мочился, мочи по катетеру 10 мл, констатирована анурия. В биохимическом анализе крови общий белок — 57,0 г/л; альбумин — 32,8 г/л; калий — 6,08 ммоль/л; натрий — 126,4 ммоль/л; хлориды — 91,0 ммоль/л; мочевины — 41,2 ммоль/л; креатинин — 799 ммоль/л; СРБ — 70,9 мг/л (см. таблицу).

Выполнена коагулограмма: АЧТВ — 77,5 (норма 24–35); тромбиновое время — 33,7 с; МНО — 2,83 МЕ (норма 0,8–1,2).

По результатам ультразвукового исследования мочевыводящей системы: почки расположены типично, контуры ровные, чёткие, паренхима повышенной эхогенности, дифференцировка «размыта», утолщена, диффузно неоднородна. Размеры: справа — 110 х 52 мм; паренхима 11–16 мм, слева — 110 х 43 мм; паренхима 16 мм. Чашечно-лоханочная система справа: лоханка 22 мм; чашечки 13 мм, слева лоханка 16 мм, чашечки 9 мм. В чашечках обеих почек гиперэхогенные включения до 5 мм в диаметре, с акустической тенью (см. рис. 2). Область надпочечников без видимых изменений. Мочеточники: правый — 6 мм

в диаметре, в н/трети каменная дорожка из малых фрагментов конкрементов 15 мм, левый — 5 мм в диаметре, в 14 мм от лоханочно-мочеточникового

соустья визуализируется конкремент 3,5 мм в диаметре, в н/трети каменная дорожка из малых конкрементов 20 мм. Мочевой пузырь: сокращён.

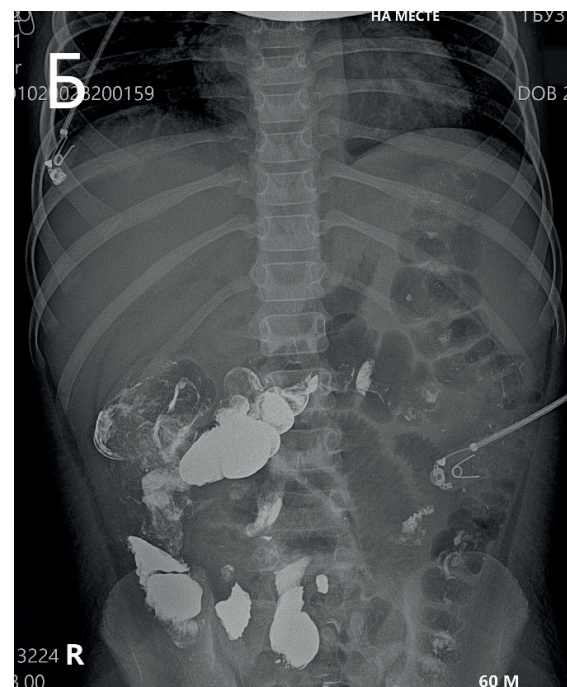
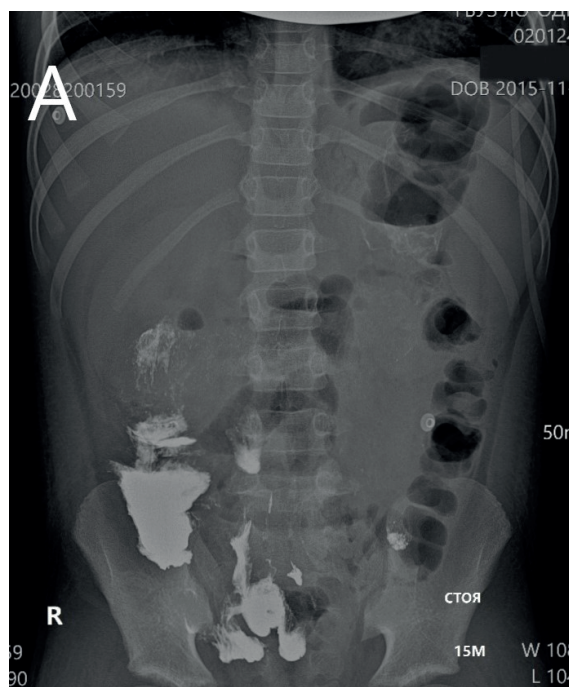


Рис. 1. Рентгенограмма желудочно-кишечного тракта с барием. А. 5 часов от дачи бария. Б. 10 часов от дачи бария

Figure 1. X-ray of the gastrointestinal tract with barium. A. 5 hours from the barium submissions. Б. 10 hours from the barium submissions



А



Б

Рис. 2. А. Правая почка. Б. Левая почка. Ультразвуковая картина. Паренхима повышенной эхогенности, дифференцировка «размыта», утолщена, диффузно неоднородна. В чашечках обеих почек гиперэхогенные включения 5 мм в диаметре с акустической тенью

Figure 2. A. Right kidney. Б. Left kidney. Ultrasound picture. The parenchyma has increased echogenicity, the differentiation is “blurred”, thickened, and diffusely heterogeneous. In the calyces of both kidneys there are hyperechoic inclusions 5 mm in diameter with an acoustic shadow

С учётом развития картины острого повреждения почек 3 стадии (снижение рСКФ до <35 мл/мин на 1,73 м² и/или анурия в течение ≥12 часов [5]), принято решение о выполнении экстренной разгрузки почек путём выполнения чрескожной пункционной нефростомии (ЧПНС) с двух сторон дренажами ch №7 «МИТ» (Россия) под контролем УЗИ.

По дренажам — моча с незначительной примесью крови, под давлением. За первые сутки суммарный диурез 3,2 мл/кг/час. В терапии замена цефтриаксона на цефотаксим в дозировке 1 г 2 р/д внутривенно. Нормализация показателей экскреторной функции почек — через 2 суток (см. таблицу). В последующем, к 6-м суткам — снижение суммарного диуреза

до 2,2 мл/кг/час. При контрольном УЗИ почек на 10-е сутки после вмешательства: каменная дорожка в мочеточниках не определяется, в ЧЛК конкременты не определяются. Начата «тренировка» нефростомических дренажей с их временным пережатием. Дренажи удалены на 14–15-е сутки по восстановлении беспрепятственного уретрального диуреза. Выписан домой в удовлетворительном состоянии под наблюдение нефролога и уролога на 17-е сутки.

Окончательный клинический диагноз: мочекаменная болезнь: конкременты мочеточников и лоханок с двух сторон. Обструкция мочеточников в н/трети солевыми сгустками с двух сторон. Острое повреждение почек, 3 стадия. Вторичный калькулёзный пиелонефрит двухсторонний. Гангренозно-перфоративный аппендицит, рыхлый инфильтрат от 22.12.2023.

Таблица. Биохимические показатели крови
Table. Biochemical blood parameters

Дата	Общий белок (г/л)	Альбумин (г/л)	Мочевина (ммоль/л)	Креатинин (ммоль/л)	Na (ммоль/л)	K (ммоль/л)	Cl (ммоль/л)	СРБ (ммоль/л)
24.12.2023	44,5	32,6	2,74	52,9	138,1	3,12	103,8	93,26
01.01.2024	57,0	32,8	41,2	799,0	126,4	6,08	91,0	70,9
02.01.2024	50,3	32,1	33,9	629,0	130,6	4,90	100,0	68,8
03.01.2024	53,1	35,9	14,93	148,2	143,3	4,31	108,9	63,3
09.01.2024	59,1	-	3,9	7,5	-	-	-	6,4

Обсуждение / Discussion

Предпосылками к образованию цефтриаксон-индуцированных мочевых конкрементов является элиминация с мочой 67% препарата [1]. Образование осадка из кальциевых солей цефтриаксона хорошо изучено *in vitro* с раствором хлорида кальция в дистиллированной воде, однако механизм образования остаётся до конца не ясным. Предпосылкой является высокая скорость агрегации осадка кальциевой соли цефтриаксона [6].

Практически все авторы отмечают развитие цефтриаксон-индуцированной мочекаменной болезни у пациентов без какого-либо анамнеза, связанного с мочекаменной болезнью, и вообще без патологии органов мочевыводящей системы [1, 3, 7].

Срок формирования конкрементов может быть различен. Отмечены случаи формирования конкремента на 3–5 день приёма препарата, при этом дозировка и кратность приёма не были повышены [1]. *Lin H.* (2020 г.) отмечал начало обструктивных явлений через 10 часов — 3 суток приёма, однако дозировка была максимально допустимой с учётом возраста [7]. *Li N.* (2014 г.) указывает средний срок развития обструкции 5,2 суток и среднюю дозировку 86,7 мг/кг/сутки [2]. Опубликованы и иные данные — *Zhang Y.* (2016 г.), проводя анализ 31 исследования, включающего 161 пациента, указал, что из 49 пациентов с известной дозировкой только у 8 она была в пределах рекомендуемой и у 41 существенно повышена [8]. Эти данные

согласуются с мнением *Mohkam M.* (2007 г.), который указывал, что при дозировке 100 мг/кг/сутки нефролитиаз, ассоциированный с цефтриаксоном, формируется у 8,3% детей, а при дозировке 75 мг/кг/сутки только у 1,4% [9].

Представляет интерес анализ конкрементов, полученных от пациентов и в искусственной экспериментальной среде. Плотность цефтриаксон-индуцированных конкрементов, как правило, невысока и составляет 423 ± 122 мг/см³, что существенно ниже плотности оксалата кальция — 1274 ± 95 и фосфата кальция — 2005 ± 187 ; по шкале Хаунсфилда их плотность колеблется в диапазоне 190–250 единиц [1]. Инфракрасная спектроскопия демонстрирует преобладание непосредственно цефтриаксона (90%) над фосфатом кальция (10%) [9]. Данные положения находят своё подтверждение не только в лабораторной и клинической практике, но и в эксперименте на животных [8].

Двухсторонний процесс характерен для данной формы мочекаменной болезни и составляет до 60% случаев [1]. Другие авторы отмечают практически всегда двухсторонний процесс, так *Lin H.* (2020) в когорте из 15 пациентов у всех отмечал билатеральную обструкцию [7].

Наиболее рациональной тактикой принято считать установку стента на фоне обструкции [1]. Однако существует мнение о невозможности установки стента и необходимости использования более жёсткого наружного мочеточникового катетера — *Lin H.*

(2020 г.). Автор применял его в своей когорте из 15 пациентов наравне с мочеточниковым стентом [7]. *Chauhan V. S.* (2015 г.), наоборот, предпочитал дренирование жёстким наружным катетером, обосновывая выбор малой продолжительностью дренирования, в его исследовании необходимый срок не превышал 5–7 дней [10]. *Li N.* (2014 г.) из 31 анализируемого пациента был вынужден прибегнуть к стентированию у 21 пациента. При этом, в 9 случаях имела успех консервативная терапия (спазмолитики, ощелачивание мочи, антибактериальная и гормональная терапия), в 1 — потребовалась контактная уретеролитотрипсия с последующим гемодиализом ввиду невозможности проведения стента или катетера [2]. Характерно, что формирование конкрементов очень малой фракции по типу «песка» существенно снижает эффективность любого варианта литотрипсии [12]. *Shen X* (2014 г.) в когорте из 15 пациентов, у 9 — выполнял стентирование, у четырёх — катетеризации мочеточников, у одного — чрескожную пункционную нефростомию и у одного пациента — уретеролитотомию [3].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Участие авторов

Все авторы внесли существенный вклад в подготовку работы, прочли и одобрили финальную версию статьи перед публикацией. Шорманов И. С. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Щедров Д. Н. — ответственность за целостность всех частей статьи, написание текста, выполнение оперативного вмешательства; Жигалов С. А. — редактирование, сбор и обработка материала; Гарова Д. Ю. — редактирование, сбор и обработка материала; Соколов С. В. — редактирование, сбор и обработка материала, участие в оперативном вмешательстве; Бабунина Е. Н. — сбор и обработка материала.

Финансирование

Работа выполнялась без спонсорской поддержки.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шорманов Игорь Сергеевич — д. м. н., профессор, зав. кафедрой урологии с нефрологией ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Российская Федерация

e-mail: i-s-shormanov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2062-0421>

РИНЦ SPIN-код: 7772–8420

Заключение / Conclusion

Индукционная применением цефтриаксона мочекаменная болезнь, отмечается не часто, составляя менее 0,1% случаев его назначения в урологической практике. Наиболее высокий риск развития цефтриаксон-индуцированной нефропатии отмечается при сочетании ряда неблагоприятных факторов: высокая дозировка, эксикоз, вынужденно низкая активность пациента в послеоперационном периоде. Наиболее опасным осложнением при данной форме уrolитиаза является острое повреждение почек, обусловленное быстрым формированием конкрементов с двух сторон в виде «каменной дорожки» в обоих мочеточниках с последующей обструкцией, требующее urgentных мер по её устранению. Наиболее оптимальной тактикой в данных случаях является ЧПНС, что связано с частым затруднением стентирования мочеточника при его обтурации и невозможность проведения дистанционной литотрипсии ввиду малых размеров конкремента и образования солевой взвеси.

ADDITIONAL INFORMATION

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Authors' participation

All the authors made a significant contribution to the preparation of the work, read and approved the final version of the article before publication. Shormanov IS — concept and design of the study, editing; Shchedrov DN — responsibility for the integrity of all parts of the article, writing the text, performing surgery; Zhigalov SA — editing, collection and processing of the material; Garova DYU — editing, collection and processing of the material; Sokolov SV — editing, collection and processing of the material, participation in surgical intervention; Babunina EN — collection and processing of the material.

Financing

The work was carried out without sponsorship.

ABOUT THE AUTHORS

Igor S. Shormanov — Doctor of Medicine, Professor, Head. Department of Urology with Nephrology FSBEI HE "Yaroslavl State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Yaroslavl, Russian Federation


e-mail: i-s-shormanov@yandex.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2062-0421>


RSCI SPIN-code: 7772–8420

Щедров Дмитрий Николаевич — д. м. н., доцент кафедры урологии с нефрологией ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, зав. отделением детской уроandroлогии ГБУЗ ЯО «Областная детская клиническая больница», Ярославль, Российская Федерация
e-mail: shedrov.dmitry@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0686-0445>
РИНЦ SPIN-код: 7354–7379

Жигалов Сергей Алексеевич — к. м. н., доцент кафедры урологии с нефрологией ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Российская Федерация
e-mail: sergey.zhigalow@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0003-2464-572X>
РИНЦ SPIN-код: 8959–9556


Гарова Дарья Юрьевна — врач детский уролог-андролог ГБУЗ ЯО Центральная Городская Больница, Ярославль, Российская Федерация
Автор, ответственный за переписку
e-mail: dar.garova@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4457-9694>
РИНЦ SPIN-код: 5789–8889


Соколов Сергей Вячеславович — к. м. н., зам. главного врача ГБУЗ ЯО «Областная детская клиническая больница» по хирургической помощи, Ярославль, Российская Федерация
e-mail: sokolovsergey@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3176-8229>
РИНЦ SPIN-код: 7733–0628


Бабунина Екатерина Николаевна — студентка 5 курса педиатрического факультета ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ярославль, Российская Федерация
e-mail: babuninakatusha2002@mail.ru
 <https://orcid.org/0009-0001-8651-279X>


Список литературы/References


1. Du Y, Kang M, Mena J, Stoller ML, Ho SP, Li J. Structure and elemental composition of Ceftriaxone induced pediatric nephrolithiasis. *Urolithiasis*. 2021 Aug;49(4):309-320. doi: 10.1007/s00240-020-01231-5.
2. Li N, Zhou X, Yuan J, Chen G, Jiang H, Zhang W. Ceftriaxone and acute renal failure in children. *Pediatrics*. 2014 Apr;133(4):e917-22. doi: 10.1542/peds.2013-2103.
3. Shen X, Liu W, Fang X, Jia J, Lin H, Xu M, Geng H. Acute kidney injury caused by ceftriaxone-induced urolithiasis in children: a single-institutional experi-

Dmitriy N. Shchedrov — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Urology with Nephrology of the Yaroslavl State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head. Department of Pediatric Uroandrol-ogy, State Budgetary Institution Yaroslavl Regional Children's Clinical Hospital, Yaroslavl, Russian Fed-eration
e-mail: shedrov.dmitry@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-0686-0445>
RSCI SPIN-code: 7354–7379

Sergey A. Zhigalov — Ph. D., Associate Professor of the Department of Urology and Nephrology, Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Fed-eration.
e-mail: sergey.zhigalow@gmail.com
 <https://orcid.org/0000-0003-2464-572X>
RSCI SPIN-code: 8959–9556

Daria Yu. Garova — doctor pediatric urologist-an-drologist GBUZ YaO Central City Hospital, Yaroslavl, Russian Federation
Corresponding author
e-mail: dar.garova@yandex.ru
 <https://orcid.org/0000-0003-4457-9694>
RSCI SPIN-code: 5789–8889

Sergey V. Sokolov — Candidate of Medical Sci-ences, Deputy Chief Physician of the Regional Chil-dren's Clinical Hospital for surgical care, Yaroslavl, Russian Federation
e-mail: sokolovsergey@inbox.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-3176-8229>
RSCI SPIN-code: 7733–0628

Ekaterina N. Babunina — 5th year student of the Pediatric Faculty of the Yaroslavl State Medical Uni-versity, Yaroslavl, Russian Federation
e-mail: babuninakatusha2002@mail.ru
 <https://orcid.org/0009-0001-8651-279X>

- ence in diagnosis, treatment and follow-up. *Int Urol Nephrol*. 2014 Oct;46(10):1909-14. doi: 10.1007/s11255-014-0742-x.
4. Djomehri SI, Candell S, Case T, Browning A, Mar-shall GW, Yun W, Lau SH, Webb S, Ho SP. Mineral density volume gradients in normal and diseased hu-man tissues. *PLoS One*. 2015 Apr 9;10(4):e0121611. doi: 10.1371/journal.pone.0121611.
5. Kellum JA, Lameire N; KDIGO AKI Guideline Work Group. Diagnosis, evaluation, and manage-



- ment of acute kidney injury: a KDIGO summary (Part 1). *Crit Care*. 2013 Feb 4;17(1):204. doi: 10.1186/cc11454.
6. Chutipongtanate S, Thongboonkerd V. Ceftriaxone crystallization and its potential role in kidney stone formation. *Biochem Biophys Res Commun*. 2011 Mar 18;406(3):396-402. doi: 10.1016/j.bbrc.2011.02.053.
 7. Lin H, Geng H, Xu G, Fang X, He L, Xu M. The Application of External Ureteral Catheters in Children With Acute Kidney Injury Caused by Ceftriaxone-Induced Urolithiasis. *Front Pediatr*. 2020 Apr 22;8:200. doi: 10.3389/fped.2020.00200. Erratum in: *Front Pediatr*. 2020 Sep 02;8:513.
 8. Zhang Y, Ning B, Zhu H, Cong X, Zhou L, Wang Q, Zhang L, Sun X. Characterizing ceftriaxone-induced urolithiasis and its associated acute kidney injury: an animal study and Chinese clinical systematic review. *Int Urol Nephrol*. 2016 Jul;48(7):1061-9. doi: 10.1007/s11255-016-1273-4.
 9. Mohkam M, Karimi A, Gharib A, Daneshmand H, Khatami A, Ghojevand N, Sharifian M. Ceftriaxone associated nephrolithiasis: a prospective study in 284 children. *Pediatr Nephrol*. 2007 May;22(5):690-4. doi: 10.1007/s00467-006-0401-2.
 10. Dorea JG. Calcium and phosphorus in human milk. *Nutr Res*. 1999;19(5):709-739.
 11. Chauhan VS, Bansal R, Ahuja M. Comparison of efficacy and tolerance of short-duration open-ended ureteral catheter drainage and tamsulosin administration to indwelling double J stents following ureteroscopic removal of stones. *Hong Kong Med J*. 2015 Apr;21(2):124-30. doi: 10.12809/hkmj144292.
 12. Akl KF, Masri AT, Hjazeeen MM. Acute urine retention induced by ceftriaxone. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2011 Nov;22(6):1226-8.