

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

Обзорная статья



# Отдаленные результаты лечения гидронефроза у детей, оперированных на первом году жизни. Систематический обзор

А.А. Бебенина<sup>1</sup>, О.Г. Мокрушина<sup>1,2</sup>, М.В. Левитская<sup>2</sup>, В.С. Шумихин<sup>1,2</sup>,  
Н.О. Ерохина<sup>2</sup>, А.Э. Агавелян<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский национальный исследовательский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова, Москва, Россия

## Аннотация

**Актуальность.** Обструкция пиелoureтерального сегмента — наиболее частая причина гидронефроза у детей.

**Цель** — поиск и анализ современной литературы в период с 1998 по 2021 гг. по оперативному лечению гидронефроза на первом году жизни и его отдаленным результатам.

**Материалы и методы.** Поиск литературных источников производился в базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar и Elibrary. Для поиска источников использовались следующие ключевые слова: «congenital hydronephrosis», «severe hydronephrosis», «operative treatment», «uretero-pelvic junction obstruction infant», «children, neonatal», «infancy», «врожденный гидронефроз», «тяжелая степень гидронефроза», «оперативное лечение», «обструкция пиелoureтерального сегмента», «дети 1 года жизни». В обзор включены 5 полнотекстовых статей, которые соответствовали критериям дизайна PRISMA и подвергались анализу.

**Результаты.** По данным отобранных публикаций общее число пациентов составило 355 человек. Антенатальный скрининг описан только в исследованиях двух авторов. Средний возраст детей на момент оперативного вмешательства составил 4,5 мес. (1–6 мес.). Все авторы отметили, что при проведении пиелопластики на первом году жизни значительно увеличилась толщина почечной паренхимы: показатели в динамике в течение года повысились в среднем в 1,5 раза, а размеры почечной лоханки уменьшились на 50–67 %. Данные радиоизотопной сцинтиграфии были вариабельны, однако в отдаленном периоде улучшение почечной функции отмечено во всех публикациях.

**Заключение.** В систематическом обзоре показаны отдаленные результаты пиелопластики при врожденном гидронефрозе у детей, оперированных на первом году жизни, с достоверным уменьшением лоханки и увеличением толщины паренхимы, что является преимуществом для восстановления почечной функции. Однако в доступной нам литературе нет единого алгоритма, дающего возможность спрогнозировать восстановление почечной паренхимы. Более точная оценка функции почечной паренхимы должна быть подтверждена с помощью проспективного рандомизированного долгосрочного исследования с большим количеством случаев.

**Ключевые слова:** гидронефроз; классификация гидронефроза; обструкция пиелoureтерального сегмента; пиелопластика; нефростома; грудной возраст.

## Как цитировать:

Бебенина А.А., Мокрушина О.Г., Левитская М.В., Шумихин В.С., Ерохина Н.О., Агавелян А.Э. Отдаленные результаты лечения гидронефроза у детей, оперированных на первом году жизни. Систематический обзор // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 2. С. 189–200. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

Review Article

# Long-term treatment results of hydronephrosis in children operated in their first year of life. A systematic review

Anastasia A. Bebenina<sup>1</sup>, Olga G. Mokrushina<sup>1,2</sup>, Marina V. Levitskaya<sup>2</sup>,  
Vasiliy S. Shumikhin<sup>1,2</sup>, Nadezhda O. Erokhina<sup>2</sup>, Anzhelika E. Agavelyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Filatov Children's Hospital, Moscow, Russia

## Abstract

**BACKGROUND:** Congenital stenosis of the ureteropelvic junction is the most common cause of hydronephrosis in children.

**AIM:** This systematic review aimed to search and analyze modern literature from 1998 to 2021 on the treatment and post-operative follow-up of children with severe hydronephrosis in the first year of life and study the long-term results.

**MATERIALS AND METHODS:** Literary sources were searched in PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar, and eLibrary databases. The following keywords were used to search for English sources: congenital hydronephrosis, severe hydronephrosis, operative treatment, uretero-pelvic junction obstruction infant, children, neonatal, and infancy. Five full-text articles that meet the criteria were included for analysis.

**RESULTS:** A total of 355 patients were included in the publications. Antenatal screening was described only in two studies. The average age of children at the time of surgery was five months (one to six months). All the authors noted that due to pyeloplasty in the first year of life, the renal parenchyma exhibited a significant increase in thickness; the indicators in dynamics increased by an average of 1.5 times during the year. The size of the renal pelvis decreased by 50%–67%. The data of radioisotope scintigraphy were variable; however, in the long-term period, improvement in renal function was noted in all publications.

**CONCLUSIONS:** This systematic review shows the long-term results of early pyeloplasty in congenital hydronephrosis in young children. A significant decrease in the pelvis and an increase in the thickness of the parenchyma were observed, both of which are an advantage for the restoration of renal function. However, no single algorithm can predict the recovery of renal parenchyma. An accurate assessment of renal parenchymal function should be confirmed by a prospective, randomized, long-term, follow-up study with a large number of cases.

**Keywords:** hydronephrosis; hydronephrosis classification; pyelourethral segment obstruction; pyeloplasty; nephrostomy; infancy.

## To cite this article:

Bebenina AA, Mokrushina OG, Levitskaya MV, Shumikhin VS, Erokhina NO, Agavelyan AE. Long-term treatment results of hydronephrosis in children operated in their first year of life. A systematic review. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(2):189–200. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

Received: 27.10.2022

Accepted: 22.05.2023

Published: 28.06.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

# 在出生后第一年接受手术的患有肾积水的儿童接受治疗的长期结果。系统综述

Anastasia A. Bebenina<sup>1</sup>, Olga G. Mokrushina<sup>1,2</sup>, Marina V. Levitskaya<sup>2</sup>,  
Vasiliy S. Shumikhin<sup>1,2</sup>, Nadezhda O. Erokhina<sup>2</sup>, Anzhelika E. Agavelyan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Filatov Children's Hospital, Moscow, Russia

## 简评

**现实性。**肾盂输尿管连接部梗阻是儿童肾积水的最常见原因。

**该研究的目的是**搜索和分析1998年至2021年期间关于出生后第一年肾积水的手术治疗及其长期结果的现有文献。

**材料和方法。**在PubMed、Web of Science、Scopus、Google Scholar和Elibrary数据库中进行文献检索。使用了以下关键词来搜索资料：“congenital hydronephrosis”/“врожденный гидронефроз”（先天性肾积水）、“severe hydronephrosis”/“тяжелая степень гидронефроза”（重度肾积水）、“operative treatment”/“оперативное лечение”（手术治疗）、“uretero-pelvic junction obstruction infant”（婴儿肾盂输尿管连接部梗阻）、“children, neonatal”（儿童的、新生儿的）、“infancy”（婴儿期）、“обструкция пиелoureтрального сегмента”（肾盂输尿管连接部梗阻）、“дети 1 года жизни”（1岁儿童）。该综述包括5篇符合PRISMA报告标准并受分析的全文文章。

**结果。**根据选定的出版物，患者总数为355人。只有两位作者的研究中描述了产前筛查。手术时儿童的平均年龄为4.5个月（1-6个月）。所有作者都指出，在出生后第一年进行肾盂成形术时，肾实质厚度明显增加。在一年内，这些数值平均增加了1.5倍。肾盂的大小减少了50-67%。放射性同位素闪烁照相法的数据是可变的。在长期中，所有出版物中都观察到肾功能的改善。

**结论。**一项系统综述显示在患有先天性肾积水的情况下对出生后第一年接受手术的儿童进行肾盂成形术的长期结果。观察到，手术后肾盂缩小和肾实质的厚度增加。这是恢复肾脏功能的一个优势。然而，在我们能接触的文献中并没有统一的算法以预测肾实质的恢复。对肾实质功能更准确的评估，需要通过大量病例的前瞻性随机长期试验来证实。

**关键词：**肾积水；肾盂积水的类型；肾盂输尿管连接部梗阻；肾盂成形术；肾造口术；婴儿期的年龄。

## 引用本文：

Bebenina AA, Mokrushina OG, Levitskaya MV, Shumikhin VS, Erokhina NO, Agavelyan AE. 在出生后第一年接受手术的患有肾积水的儿童接受治疗的长期结果。系统综述. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(2):189-200. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1301>

收到: 27.10.2022

接受: 22.05.2023

发布日期: 28.06.2023

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Обструкция пиелоретерального сегмента — наиболее частая причина гидронефроза у детей [1, 2]. Частота антенатального гидронефроза составляет 1 на 1500 новорожденных [1]. Расширение лоханки и/или чашечек почки у пациентов с гидронефрозом изменяет морфологическую структуру паренхимы почки. Толщина коркового вещества становится тоньше, а ренографические данные показывают радиоактивный дефект или несколько более высокую радиоактивность в пораженной почке, чем в фоновой области [3]. Пластика прилоханочного отдела мочеточника — это эффективная методика хирургического лечения для улучшения оттока мочи и сохранения и/или улучшения функции почек. Ранняя пиелопластика создает оптимальные уродинамические условия для дальнейшего развития и роста структур нефрона. Однако имеются противоречивые данные о функциональных результатах после ранней пиелопластики и факторах, влияющих на их улучшение [2].

**Целью** систематического обзора стал поиск и анализ современной литературы по вопросам отдаленных результатов лечения (1 год и более) детей с гидронефрозом, которым выполнялась пиелопластика на первом году жизни (ранняя пиелопластика).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данный систематический обзор был проведен в соответствии с рекомендациями по оформлению дизайна исследования PRISMA [4]. В обзор включены результаты анализа статей за период 1998–2021 гг. Поиск литературных источников производился в базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar и Elibrary. Для поиска источников в англоязычной литературе использовались следующие ключевые слова: congenital hydronephrosis, uretero-pelvic junction obstruction, infant, children, neonatal, infancy. В русскоязычных источниках литературы по базам данных Google Scholar и РИНЦ ключевыми словами являлись: «врожденный гидронефроз», «обструкция пиелоретерального сегмента», «оперативное лечение», «тяжелая степень гидронефроза», «дети 1 года жизни». По результатам поискового запроса было получено всего 5471 работ (Scopus — 636, PubMed — 411, Web of Science — 266, Google Scholar — 1900, Elibrary — 1 258). После удаления дубликатов осталось 2015 статей.

После проведения скрининга было отобрано 118 статей. Критериями исключения были абстракты, статьи на иностранном языке, кроме английского, отчеты о случаях заболевания, число пациентов в исследовании менее 15 человек, статьи без данных

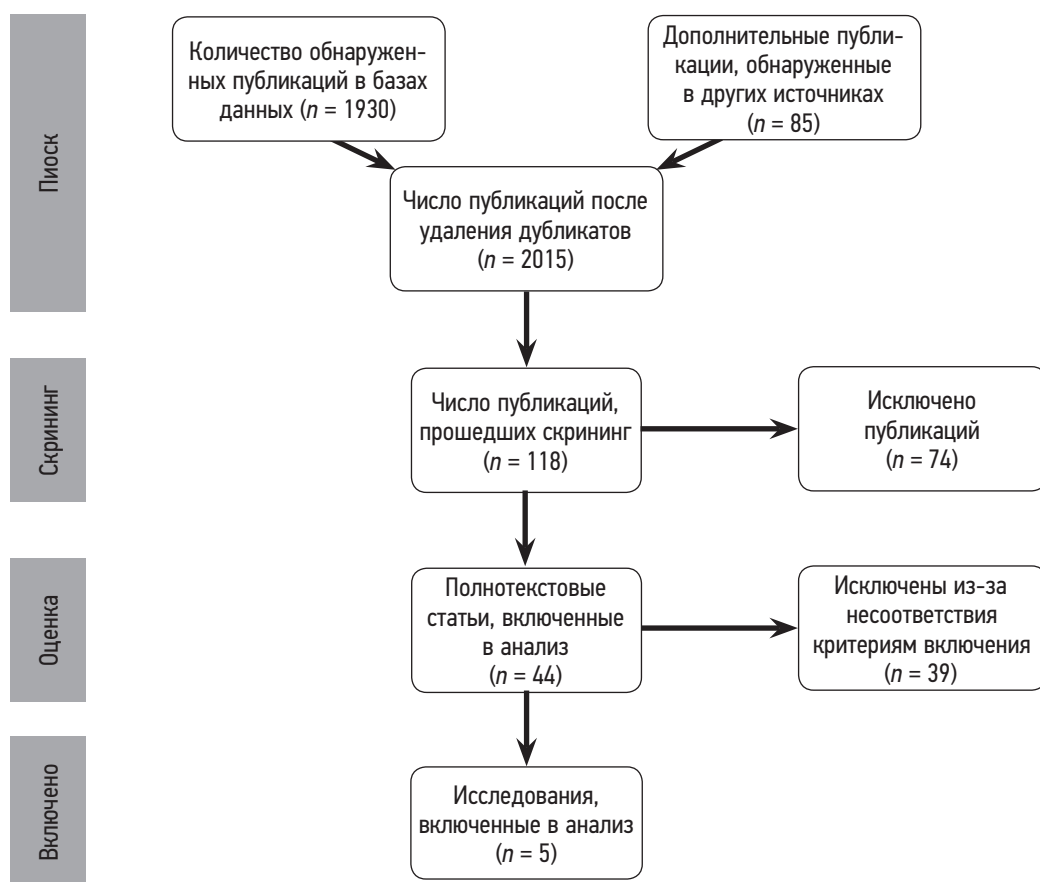


Рис. 1. Этапы проведения исследования по критериям дизайна PRISMA  
Fig. 1. Stages of the study according to the PRISMA criteria

о результатах и катанестических наблюдениях. Проанализировав полные тексты публикаций, для включения в систематический обзор оставили 44 литературных источника.

Для создания систематического обзора использовались следующие критерии включения: возраст до 1 года, обследование более 15 человек, гидронефроз тяжелой степени. В исследование были включены данные детей с расширением лоханки  $\geq 25$  мм или по расширению чашечно-лоханочной системы с истончением паренхимы более 50 % относительно нормы [5, 6]. В анализируемых работах для определения размеров лоханки и паренхимы применяли ультразвуковое исследование (УЗИ) почек, а функцию почек исследовали радиоизотопными методами (до оперативного вмешательства и после операции).

Таким образом, в обзор включены 5 полнотекстовых статей (общее число пациентов 329 человек), которые соответствовали обозначенным критериям и подверглись анализу (рис. 1).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех статьях [2, 7–10] представлена информация о хирургическом методе лечения врожденного гидронефроза тяжелой степени — по классификации Society for Fetal Urology (SFU) 4-й степени (табл. 1).

Гидронефроз — наиболее часто диагностируемая аномалия мочевыделительной системы в пренатальном

периоде [11]. Несмотря на то что УЗИ-скрининг беременных занимает важное место в пренатальной диагностике и играет ключевую роль в ведении больных с данной патологией, только в двух исследованиях приведена информация по антенатальному скринингу, по данным которого у всех детей с тяжелой степенью гидронефроза диагноз был поставлен внутриутробно [1, 6].

Средний возраст пациентов на момент оперативного вмешательства (табл. 2) у четырех авторов составляет 5 мес. (от 5 и до 6 мес.), однако в работах P.S. Bendre и соавт. и R. Babu и соавт. пиелопластику проводили в возрасте от 1 до 2,5 мес. [2, 7].

Авторы не описывают предварительное отведение мочи до реконструктивной операции. Однако в одной статье указано, что при значительном снижении функции почки (до 10 %) выполняется предварительное отведение мочи с помощью нефростомической трубки [8] (табл. 2). До оперативного лечения во всех работах паренхима почки составляла менее 50 % нормы, размеры чашечно-лоханочной системы были значительно увеличены, при этом у ряда авторов значение почечной функции было в пределах нормы (табл. 3).

S.-O. Kim и соавт. [9] утверждают, что раннее оперативное вмешательство рекомендовано для быстрого восстановления почечной паренхимы. У пациентов, перенесших пиелопластику в течение первого года после рождения, при последующем обследовании отмечалось достоверное восстановление почечной паренхимы. Ее толщина в динамике в течение года увеличилась в среднем

Таблица 1. Анализируемые статьи и их основные данные

Table 1. Analyzed articles and main data

Литературный источник	Год	Страна	Число пациентов	Выявлен антенатально	Сроки катанеза (год)
S.-O. Kim и соавт. [9]	2013	Северная Корея	15	–	5
R. Babu и соавт. [7]	2015	Индия	126	126	1
P. Menon и соавт. [8]	2016	Индия	112	–	1
A.K. Tabari и соавт. [10]	2019	Иран	28	–	1
P.S. Bendre и соавт. [2]	2021	Индия	48	–	1

Таблица 2. Основные характеристики хирургического лечения

Table 2. Main characteristics of surgical treatment

Литературный источник	Метод операции	Предварительное отведение мочи	Метод дренирования в послеоперационный период	Средний возраст при операции (месяц)
S.-O. Kim и соавт. [9]	Открытый	Нет	Нефростома	6
R. Babu и соавт. [7]	–	Нет	JJ stent	2,5
P. Menon и соавт. [8]	Открытый	Есть	–	6
A.K. Tabari и соавт. [10]	–	–	–	5
P.S. Bendre и соавт. [2]	–	Нет	JJ stent	1

Таблица 3. Основные параметры почки до оперативного лечения

Table 3. Main parameters of the kidney before surgical treatment

Литературный источник	Толщина паренхимы, мм	Размер лоханки, мм	Относительная функция почек, %
S.-O. Kim и соавт. [9]	2,83 ± 0,69	30,4 ± 19,93	45,2 ± 2,13
R. Babu и соавт. [7]	–	30,2 ± 3,2	34,1 ± 6,4
P. Menon и соавт. [8]	4	25	18,46 ± 14,17
A.K. Tabari и соавт. [10]	4,607 ± 1,343	25,50 ± 8,95	48,07 ± 5,22
P.S. Bendre и соавт. [2]	3,95 ± 1,213	35,0 ± 13,92	35,48 ± 9,501

Таблица 4. Основные параметры почки после оперативного лечения (через 1 года)

Table 4. Main parameters of the kidney after surgical treatment (after 1 year)

Литературный источник	Толщина паренхимы, мм	Размер лоханки, мм	Относительная функция почек, %
S.-O. Kim и соавт. [9]	4,91 ± 1,44	17,4 ± 11,82	46,8 ± 2,94
R. Babu и соавт. [7]	–	16,8 ± 4,2	37,2 ± 7,1
P. Menon и соавт. [8]	–	–	19,65 ± 11,87
A.K. Tabari и соавт. [10]	6,143 ± 0,931	15,25 ± 5,96	49,00 ± 6,69
P.S. Bendre и соавт. [2]	7,14 ± 1,889	13,8 ± 13,1	44,7 ± 8,73

в 1,5 раза —  $\sigma = 1,11$ ;  $\mu = 0,64$  [2, 9, 10] (табл. 4). Размеры почечной лоханки уменьшились на 50–67 % —  $\sigma = 1,61$ ;  $\mu = 0,8$  [1, 2, 7, 12] (рис. 2).

Данные статической радиоизотопной скintiграфии переменны. Однако в отдаленном периоде улучшение почечной функции отмечено во всех публикациях (табл. 4).

Наиболее убедительные цифры представлены в работе P.S. Bendre и соавт. [2]. В данном исследовании предоперационные параметры относительной функции почки по данным скintiграфии составили  $35,48 \pm 9,50$  %, а через год после оперативного вмешательства —  $44,7 \pm 8,73$  % [2].

Авторы предполагают, что на снижение почечной функции может влиять длительное повышенное внутрилоханочное давление. В некоторых исследованиях также отмечается, что у детей, родившихся с выраженной обструкцией пиелoureтерального сегмента и нарушением функции почек, пиелопластика не привела к ожидаемому улучшению функции, возможно, из-за значительного уменьшения толщины коркового слоя почечной паренхимы [8, 9]. Авторы приходят к выводам, что УЗИ почек и изотопная скintiграфия представляют недостаточные данные для прогнозирования результата лечения в отдаленные сроки послеоперационного периода. S.-O. Kim и соавт. [9]

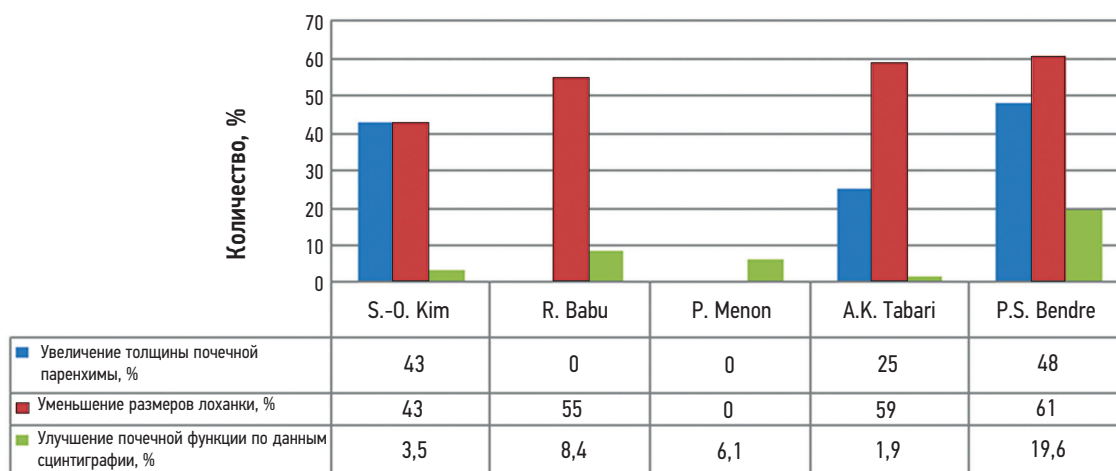


Рис. 2. Динамика показателей параметров почки через 1 год после операции

Fig. 2. Dynamics of kidney parameters 1 year after surgery

отмечают, что не существует единого алгоритма оценки возможности восстановления паренхимы почки в предоперационном периоде [9].

В настоящее время предложено несколько классификаций тяжести гидронефроза: Общества фетальной урологии (SFU), рентгенологическая, основанная на переднезаднем размере, UTD [1, 13, 14] и классификация А. Опен [15–17]. В данных классификациях используются субъективные параметры, на которые влияет множество факторов. В статье «Классификация гидронефроза: постоянная проблема» А. Опен подверг анализу существующие классификации гидронефроза, включая собственные [6] (рис. 3).

В этой работе оцениваются две категории результатов исследования почек: расширение чашечно-лоханочной системы и, что еще более важно, — истончение медуллярного и кортикального слоев. На основании этих показателей, по мнению автора, определяются конкретные данные о степени повреждения почек и показания к хирургическому вмешательству или консервативной терапии. В практическом плане особое значение приобретает

наличие определенных навыков специалиста ультразвуковой диагностики. Каждая из 4 структур почки (лоханка, чашки, мозговое и корковое вещество) имеет различные анатомо-физиологические характеристики и вносит различный вклад в прогнозирование почечного повреждения, что следует принимать во внимание при определении степени тяжести гидронефроза [6]. Из-за повышенного гидростатического давления в расширенных почечных лоханках и чашечках у пациентов с гидронефрозом средней и тяжелой степени корковое вещество почек истончается или даже исчезает, а скорость их клиренса снижается [3]. Оценка степени тяжести гидронефроза зависит от субъективной интерпретации ультразвуковых изображений почек [18].

В обновленной системе классификации А. Опен во внимание принимается не только качество почечной паренхимы, но также размер пораженной почки, включая их продольную длину [16]. В отношении утраты паренхимы системы SFU и UTD аналогичны и отличаются от системы классификации А. Опен, в которой выделяется детально утрата кортикального и медуллярного слоя, что, как было

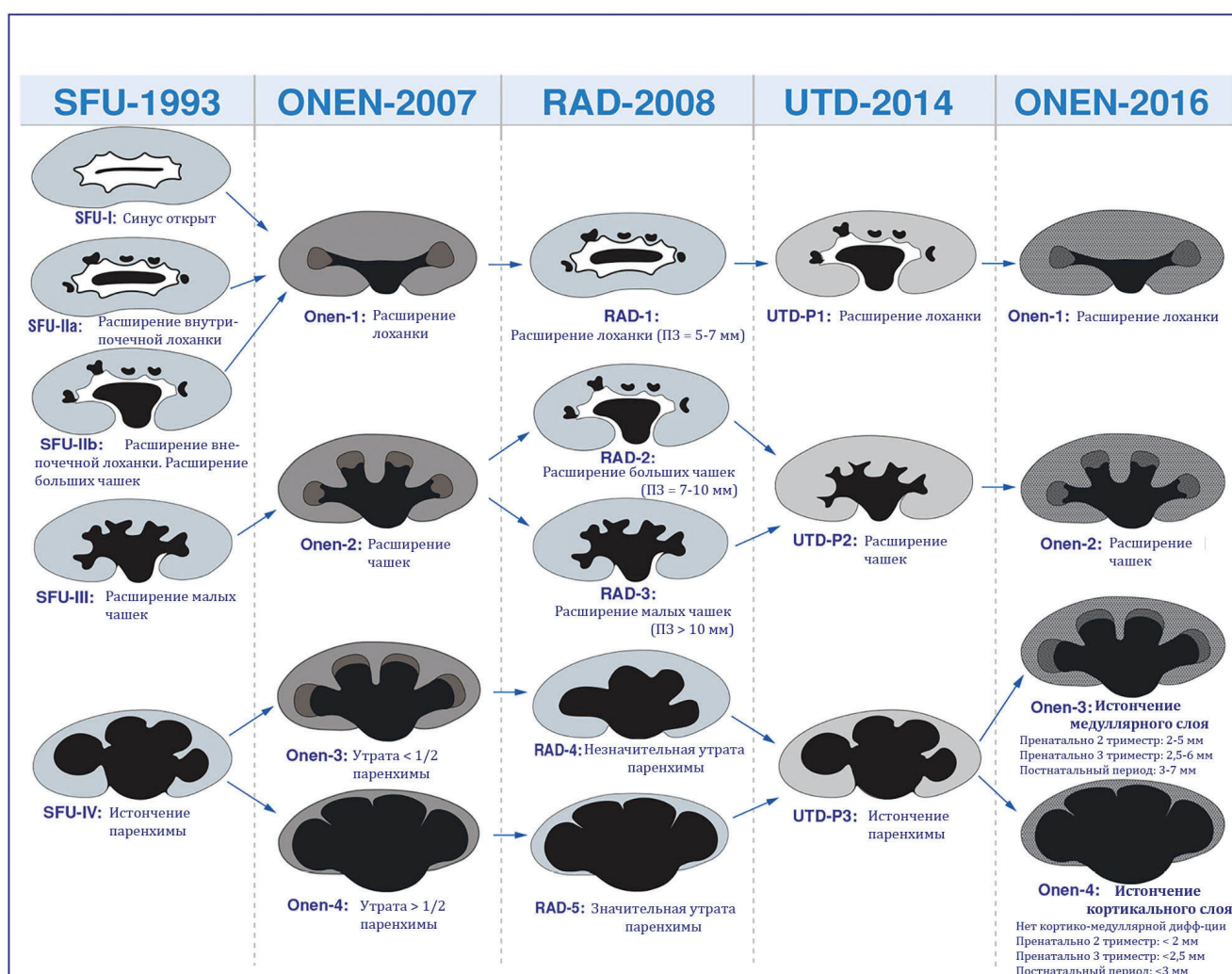


Рис. 3. Сравнение систем классификации гидронефроза [6]

Fig. 3. Comparison of classification systems for hydronephrosis [6]

доказано, является гораздо более точным параметром [6]. С учетом совокупности данных исследований в работах Р. Menon и соавт. [8] и А. Tabari и соавт. [10] пациенты были отнесены к тяжелой степени гидронефроза, основываясь на отечественных клинических рекомендациях [5]. Тем более что некоторые специалисты по УЗИ измеряют переднезадний диаметр в самой большой точке почечной лоханки, в то время как другие — в продольной плоскости [19].

В доступной литературе недостаточно информации по отдаленным результатам операционного лечения гидронефроза [2, 6, 8, 9, 13]. Большинство авторов для оценки результатов лечения рекомендуют выполнять УЗИ [оценивать толщину паренхимы, состояние кровотока (IR-индекс резистентности), размеры чашечно-лоханочной системы] в 3, 6, 12 мес. после операции и статическую радиоизотопную скintiграфию через 1 и 2 года после оперативного вмешательства [9]. Так, например, S.-O. Kim и соавт. [9] делают выводы, что измерение толщины паренхимы является главным критерием оценки функции почек. Это утверждение основано на сравнении толщины паренхимы и относительной функции почек до и после проведения пиелопластики [9]. Однако точность параметров радиоизотопного исследования почек может варьировать в зависимости от метода, используемого для расчета относительной функции почек, дозы и формы радиофармпрепарата, размера матрицы и частоты кадров. Радиоизотопное исследование несовершенно и требует дополнительной разработки показателей для распознавания ранних проявлений нефросклеротических процессов [8].

Странники ранней пиелопластики утверждают, что проведение реконструктивной операции в возрасте до 1 года имеет ряд преимуществ, так как созревание почечной паренхимы и восстановление функции почек наиболее активно происходит в первые 6 мес. жизни [13]. R. Vabu и соавт. [7] показали, что существенное улучшение почечной функции происходит у тех, кому выполняется ранняя пиелопластика, при отсроченной пиелопластике (после 1 года) происходит лишь частичное восстановление утраченной функции [7]. Исследования P.S. Vendre и соавт. [2] ( $n = 48$ ) показали значительное улучшение функции почек, уменьшение степени расширения лоханки и увеличение толщины паренхимы при раннем хирургическом лечении [2].

Противники ранней пиелопластики отмечают сопутствующее увеличение частоты повторных госпитализаций после ранних хирургических вмешательств в связи с большой долей послеоперационных инфекционных осложнений и рецидивов гидронефроза [14]. В. Chertin и соавт. [20] приводят данные, что при ухудшении функции почек отсроченная пиелопластика восстанавливает исходный функциональный уровень.

Таким образом, существует широкий спектр исследований оценки функции почки, однако остаются

противоречивые вопросы, связанные с отдельными изменениями паренхимы почки. Морфофункциональные характеристики и маркеры повреждения почечной паренхимы являются отправными моментами в индивидуальном подходе ведения пациента с гидронефрозом.

Морфологические изменения, связанные с обструкцией мочевыводящих путей, включают расширение и атрофию канальцев, утолщение базальной мембраны и интерстициальный фиброз. Предполагается, что развитие фиброза почек — результат чрезмерного накопления компонентов внеклеточного матрикса из-за увеличения производства и сопутствующего снижения деградации матрикса. У пациентов с гидронефрозом концентрации матриксной металлопротеиназы, эпителиального ингибитора металлопротеиназы значительно выше. В частности, тканевые ингибиторы металлопротеиназ коррелируют с тяжестью обструкции, и, следовательно, это может быть критерием для определения тактики ведения детей с гидронефрозом [12]. Наиболее доступным маркером почечного повреждения на сегодняшний день является  $\beta_2$ -микроглобулин в сыворотке крови и в моче. Цистатин С считается идеальным маркером фильтрации, поскольку он вырабатывается со стабильной скоростью, свободно фильтруется без канальцевой секреции и полностью катализируется в проксимальных канальцах [21]. P. Parvex и соавт. [22] определяли сывороточный цистатин С в пуповинной крови новорожденных. Данный маркер был повышен у пациентов с врожденными аномалиями почек и мочевыводящих путей [22]. Однако у новорожденных продукция  $\beta_2$ -микроглобулина резко повышена, затем происходит быстрое снижение в течение первых трех месяцев жизни с последующим, более постепенным повышением к периоду полового созревания [23]. Определение маркеров почечного повреждения в моче может помочь определить тактику ведения пациентов с гидронефрозом. Трудности в оценке данных показателей связаны с отсутствием нормативов у детей от 0–6 мес. жизни [24]. Исследований биохимических маркеров повреждения почечной ткани до и после проведения оперативного вмешательства при гидронефрозе в доступной литературе мы не встретили.

Для оценки функционального состояния почки необходим комплекс диагностических мероприятий, включающий не только УЗИ и нефроскintiграфию, но и выявление маркеров почечного повреждения. Необходимы дополнительные, неинвазивные методы оценки поражения почечной паренхимы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что ранняя хирургическая коррекция приводит к уменьшению лоханки и увеличению толщины паренхимы, что способствует восстановлению почечной



функции. Однако оценка почечной функции с помощью УЗИ почек и радиоизотопной сцинтиграфии является недостаточной для прогнозирования результатов лечения в долгосрочном периоде. В литературе на данный момент не представлены данные о маркерах повреждения почечной ткани до проведения оперативного лечения и в отдаленном катамнестическом периоде. В доступной нам литературе нет единого алгоритма, дающего возможность спрогнозировать восстановление почечной паренхимы. Исследования, утверждающие преимущества ранней пиелопластики, имеют малую выборку, короткие сроки катамнестических наблюдений и оценку небольшого спектра параметров восстановления почечной функции. Более точные результаты улучшения функционирования почечной паренхимы должны быть подтверждены с помощью проспективного рандомизированного долгосрочного исследования с большим количеством случаев.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Вклад каждого автора: А.А. Бебенина — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; О.Г. Мокрушина — разработка дизайна статьи, окончательное редактирование; М.В. Левитская — разработка дизайна статьи, написание текста, редактирование; В.С. Шумихин — обзор литературы,

сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи; Н.О. Ерохина — сбор и анализ литературных источников, написание текста и редактирование статьи, А.Э. Агавелян — поиск и перевод литературных источников.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Authors' contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. A.A. Bebenina — literature review, collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article; O.G. Mokrushina — article design development, final editing of the article; M.V. Levitskaya — development of study design, treatment of patients, final editing of the article; V.S. Shumikhin — literature review, collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article; N.O. Erokhina — collection and analysis of literary sources, writing and editing of the article, A.E. Agavelyan — search and translation of literary sources.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schlomer B.J., Cohen R.A., Baskin L.S. Renal imaging: Congenital anomalies of the kidney and urinary tract. In: Pediatric and adolescent urologic imaging. New York: Springer, 2014. P. 155–198. DOI: 10.1007/978-1-4614-8654-1\_9
2. Bendre P.S., Karkera P.J., Nanjappa M. Functional outcome after neonatal pyeloplasty in antenatally diagnosed uretero-pelvic junction obstruction // African Journal of Urology. 2021. Vol. 27. Article 17. DOI: 10.1186/s12301-021-00121-5
3. Yin H., Liang W., Zhao D. The Application Value of the renal region of interest corrected by computed tomography in single-kidney glomerular filtration rate for the evaluation of patients with moderate or severe hydronephrosis // Front Physiology. 2022. Vol. 13. Article 861895. DOI: 10.3389/fphys.2022.861895
4. Page M.J., McKenzie J.E., Bossuyt P.M., et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews // BMJ. 2021. Vol. 372. No. 71. DOI: 10.1136/bmj.n71
5. Общероссийская общественная организация «Российское общество урологов». Клинические рекомендации: Гидронефроз. 2023. Дата обращения: 16.05.2023. Доступ по ссылке: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/17\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/17_2)
6. Onen A. Grading of hydronephrosis: an ongoing challenge // Frontiers in Pediatrics. 2020. Vol. 8. Article 458. DOI: 10.3389/fped.2020.00458
7. Babu R., Rathish V.R. Functional outcomes of early versus delayed pyeloplasty in prenatally diagnosed pelvi-ureteric junction obstruction // Journal of Pediatric Urology. 2015. Vol. 11, No. 2. P. 63.e1–63.e5. DOI: 10.1016/j.jpuro.2014.10.007
8. Menon P, Rao K.L.N., Bhattacharya A., Mittal B.R. Outcome analysis of pediatric pyeloplasty in units with less than 20% differential renal function // Journal of Pediatric Urology. 2016. Vol. 12, No. 3. P. 171.e1–171.e7. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.12.013
9. Kim S.-O., Song H. Y., Hwang I.S., et al. Early pyeloplasty for recovery of parenchymal thickness in children with unilateral ureteropelvic junction obstruction // Urologia Internationalis. 2014. Vol. 92, No. 4. P. 473–476. DOI: 10.1159/000357144
10. Tabari A.K., Atqiaee K., Mohajerzadeh L., et al. Early pyeloplasty versus conservative management of severe ureteropelvic junction obstruction in asymptomatic infants // Journal of Pediatric Surgery. 2019. Vol. 55, No. 9. P. 1936–1940. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2019.08.006

11. Has R., Sivrikoz T.S. Prenatal diagnosis and findings in ureteropelvic junction type hydronephrosis // *Front Pediatr*. 2020. Vol. 8. Article 492. DOI: 10.3389/fped.2020.00492
12. Mello M.F., Dos Reis S.T., Kondo E.Y., et al. Urinary extracellular matrix proteins as predictors of the severity of ureteropelvic junction obstruction in children // *Journal of Pediatric Urology*. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 438.e1–438.e7. DOI: 10.1016/j.jpuro.2021.03.017
13. Roth D.R., Gonzales E.T., Jr. Management of ureteropelvic junction obstruction in infants // *Journal of Urology*. 1983. Vol. 129, No. 1. P. 108–110. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)51945-x
14. Vemulakonda V.M., Wilcox D.T., Combleholme T.M., et al. Factors associated with age at pyeloplasty in children with ureteropelvic junction obstruction // *Pediatric surgery*. 2015. Vol. 31, No. 9. P. 871–877. DOI: 10.1007/s00383-015-3748-2
15. Onen A. An alternative hydronephrosis grading system to refine the criteria for exact severity of hydronephrosis and optimal treatment guidelines in neonates with primary UPJ-type hydronephrosis // *J Pediatr Urol*. 2007. Vol. 3, No. 3. P. 200–205. DOI: 10.1016/j.jpuro.2006.08.002
16. Onen A. Üreteropelvik bileşke darlığı // *Çocuk Cerrahisi Dergisi*. 2016. Vol. 30, No. 2. P. 55–79. DOI: 10.5222/JTAPS.2016.055
17. Onen A, Yalinkaya A. Possible predictive factors for a safe prenatal follow-up of fetuses with hydronephrosis. The 29<sup>th</sup> Congress of European Society of Pediatric Urology. 11–14 April. Helsinki. ESPU. 2018.
18. Smail L.C., Dhindsa K., Braga L.H., et al. Using deep learning algorithms to grade hydronephrosis severity: toward a clinical adjunct // *Frontiers in Pediatrics*. 2020. Vol. 8. Article 1. DOI: 10.3389/fped.2020.00001
19. Timberlake MD, Herndon CDA. Mild to moderate postnatal hydronephrosis grading systems and management // *Nature Reviews Urology*. 2013. Vol. 10, No. 11. P. 649–656. DOI: 10.1038/nrurol.2013.172
20. Chertin B., Rolle U., Farkas A., Puri P. Does delaying pyeloplasty affect renal function in children with a prenatal diagnosis of pelvi-ureteric junction obstruction? // *BJU International*. 2002. Vol. 90, No. 1. P. 72–75. DOI: 10.1046/j.1464-410x.2002.02829.x
21. Inker L.A., Okparavero A. Cystatin C as a marker of glomerular filtration rate: prospects and limitations // *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*. 2019. Vol. 20, No. 6. P. 631–639. DOI: 10.1097/MNH.0b013e32834b8850
22. Parvex P, Combescure C, Rodriguez M, Girardin E. Is cystatin C a promising marker of renal function, at birth, in neonates prenatally diagnosed with congenital kidney anomalies? // *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2016. Vol. 27, No. 9. P. 3477–3482. DOI: 10.1093/ndt/gfs051
23. Спасов С.А. Определение β2-микроглобулина в крови и моче при аномалиях почек // *Радиология – практика*. 2005. № 1 С. 18–21.
24. Paraboschi I., Mantica G., Dalton N.R., et al. Urinary biomarkers in pelvic-ureteric junction obstruction: a systematic review // *Translational Andrology and Urology*. 2020. Vol. 9, No. 2. P. 722–742. DOI: 10.21037/tau.2020.01.01

## REFERENCES

1. Schlomer BJ, Cohen RA, Baskin LS. Renal imaging: Congenital anomalies of the kidney and urinary tract. In: *Pediatric and adolescent urologic imaging*. New York: Springer; 2014. P. 155–198. DOI: 10.1007/978-1-4614-8654-1\_9
2. Bendre PS, Karkera PJ, Nanjappa M. Functional outcome after neonatal pyeloplasty in antenatally diagnosed uretero-pelvic junction obstruction. *Afr J Urol*. 2021;27:17. DOI: 10.1186/s12301-021-00121-5.
3. Yin H, Liang W, Zhao D. The application value of the renal region of interest corrected by computed tomography in single-kidney glomerular filtration rate for the evaluation of patients with moderate or severe hydronephrosis. *Front Physiology*. 2022;13:861895. DOI: 10.3389/fphys.2022.861895
4. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372(71). DOI: 10.1136/bmj.n71
5. All-Russian public organization “Russian Society of Urology”. *Klinicheskie rekomendatsii: Gidronefroz*. 2023 [cited 2023 May 16]. Available from: [https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/17\\_2](https://cr.minzdrav.gov.ru/recomend/17_2) (In Russ.)
6. Onen A. Grading of hydronephrosis: an ongoing challenge. *Front Pediatr*. 2020;8:458. DOI: 10.3389/fped.2020.00458
7. Babu R, Rathish VR. Functional outcomes of early versus delayed pyeloplasty in prenatally diagnosed pelvi-ureteric junction obstruction. *J Pediatr Urol*. 2015;11(2):63.e1–63.e5. DOI: 10.1016/j.jpuro.2014.10.007
8. Menon P, Rao KLN., Bhattacharya A, Mittal BR. Outcome analysis of pediatric pyeloplasty in units with less than 20 % differential renal function. *J Pediatr Urol*. 2016;12(3):171.e1–171.e7. DOI: 10.1016/j.jpuro.2015.12.013
9. Kim S-O, Song HY, Hwang IS, et al. Early pyeloplasty for recovery of parenchymal thickness in children with unilateral ureteropelvic junction obstruction. *Urol Int*. 2014;92(4):473–476. DOI: 10.1159/000357144
10. Tabari AK, Atqiaee K, Mohajerzadeh L, et al. Early pyeloplasty versus conservative management of severe ureteropelvic junction obstruction in asymptomatic infants. *J Pediatr Surg*. 2019;55(9):1936–1940. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2019.08.006
11. Has R, Sivrikoz TS. Prenatal diagnosis and findings in ureteropelvic junction type hydronephrosis. *Front Pediatr*. 2020;8:492. DOI: 10.3389/fped.2020.00492
12. Mello MF, Dos Reis ST, Kondo EY, et al. Urinary extracellular matrix proteins as predictors of the severity of ureteropelvic junction obstruction in children. *J Pediatr Urol*. 2021;17(4): 438.e1–438.e7. DOI: 10.1016/j.jpuro.2021.03.017
13. Roth DR, Gonzales ET, Jr. Management of ureteropelvic junction obstruction in infants. *J Urol*. 1983;129(1):108–110. DOI: 10.1016/s0022-5347(17)51945-x
14. Vemulakonda VM, Wilcox DT, Combleholme TM, et al. Factors associated with age at pyeloplasty in children with ureteropelvic junction obstruction. *Pediatr Surg*. 2015;31(9):871–877. DOI: 10.1007/s00383-015-3748-2
15. Onen A. An alternative hydronephrosis grading system to refine the criteria for exact severity of hydronephrosis and optimal treatment guidelines in neonates with primary

UPJ-type hydronephrosis. *J Pediatr Urol.* 2007;3(3):200–205. DOI: 10.1016/j.jpuro.2006.08.002

16. Onen A. Üreteropelvik bileşke darlığı. Çocuk Cerrahisi Dergisi. 2016;30(2):55–79. DOI: 10.5222/JTAPS.2016.055 (In Turkish)

17. Onen A, Yalinkaya A. Possible predictive factors for a safe prenatal follow-up of fetuses with hydronephrosis. The 29<sup>th</sup> Congress of European Society of Pediatric Urology. 11–14 April. Helsinki: ESPU; 2018.

18. Smail LC, Dhindsa K, Braga LH, et al. Using deep learning algorithms to grade hydronephrosis severity: toward a clinical adjunct. *Front Pediatr.* 2020;8:1. DOI: 10.3389/fped.2020.00001.

19. Timberlake MD, Herndon CDA. Mild to moderate postnatal hydronephrosis grading systems and management. *Nat Rev Urol.* 2013;10(11):649–656. DOI: 10.1038/nrurol.2013.172

20. Chertin B, Rolle U, Farkas A, Puri P. Does delaying pyeloplasty affect renal function in children with a prenatal diagnosis of

pelvi-ureteric junction obstruction? *BJUJ.* 2002;90(1):72–75. DOI: 10.1046/j.1464-410x.2002.02829.x

21. Inker LA, Okparavero A. Cystatin C as a marker of glomerular filtration rate: prospects and limitations. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2019;20(6):631–639. DOI: 10.1097/MNH.0b013e32834b8850

22. Parvex P, Combescure C, Rodriguez M, Girardin E. Is cystatin C a promising marker of renal function, at birth, in neonates prenatally diagnosed with congenital kidney anomalies? *Nephrology Dialysis Transplantation.* 2016;27(9):3477–3482. DOI: 10.1093/ndt/gfs051

23. Spasov SA. Opređenje β2-mikroglobulina v krvi i moche pri anomalijah poček. *Radiology and practice.* 2005;1:18–21 (In Russ.)

24. Paraboschi I, Mantica G, Dalton NR, Turner C, Garriboli M. Urinary biomarkers in pelvic-ureteric junction obstruction: a systematic review. *TAU.* 2020;9(2):722–742. DOI: 10.21037/tau.2020.01.01

## ОБ АВТОРАХ

\***Анастасия Александровна Бобенина**, аспирант; адрес: Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, д. 1; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8390-822X>; eLibrary SPIN: 5298-7083; e-mail: Anastasia.bebenina@yandex.ru

**Ольга Геннадьевна Мокрушина**, д-р мед. наук, профессор кафедры детской хирургии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4444-6103>; eLibrary SPIN: 5998-7470; e-mail: mokrushina@yandex.ru

**Марина Владимировна Левитская**, канд. мед. наук; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-9493>; eLibrary SPIN: 2609-2557; e-mail: urolog@neosurg.ru

## AUTHORS' INFO

\***Anastasia A. Bebenina**, postgraduate student; address: 1 Ostrovityanova st., Moscow, 117997, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8390-822X>; eLibrary SPIN: 5298-7083; e-mail: Anastasia.bebenina@yandex.ru

**Olga G. Mokrushina**, Dr. Sci. (Med.), MD, Professor of the Department of Pediatric Surgery; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4444-6103>; eLibrary SPIN: 5998-7470; e-mail: mokrushina@yandex.ru

**Marina V. Levitskaya**, Cand. Sci. (Med.); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9838-9493>; eLibrary SPIN: 2609-2557; e-mail: urolog@neosurg.ru

**Василий Сергеевич Шумихин**, канд. мед. наук;  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9477-8785>;  
eLibrary SPIN: 6405-8928; e-mail: vashou@gmail.com

**Надежда Олеговна Ерохина**,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0519-7220>;  
eLibrary SPIN: 5169-3443; e-mail: nadegdaerokhina@yandex.ru

**Анжела Эриковна Агавелян**, студентка;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5361-8589>;  
e-mail: lika.lk@mail.ru

**Vasily S. Shumikhin**, Cand. Sci. (Med.);  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9477-8785>;  
eLibrary SPIN: 6405-8928; e-mail: vashou@gmail.com

**Nadezhda O. Erokhina**,  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0519-7220>;  
eLibrary SPIN: 5169-3443; e-mail: nadegdaerokhina@yandex.ru

**Anzhelika E. Agavelyan**, student;  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5361-8589>;  
e-mail: lika.lk@mail.ru

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author