**Буркин А.Г.¹, Яцык С.П.^{2, 3}, Николаев С.Н.⁴,
Володько Е.А.³, Сергеева С.В.⁵**

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница имени З.А. Башляевой» Департамента здравоохранения города Москвы, 125373, г. Москва, Российская Федерация

² Федеральное государственное автономное учреждение Министерства здравоохранения Российской Федерации «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей», 119296, г. Москва, Российская Федерация

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, г. Москва, Российская Федерация

⁴ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница имени Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы, 123001, г. Москва, Российская Федерация

⁵ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 117997, г. Москва, Российская Федерация

Для корреспонденции

Буркин Артем Гагикович – кандидат медицинских наук, врач детский уролог-андролог, заведующий отделением детской урологии-андрологии ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой ДЗМ»
Адрес: 125373, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28
Телефон: (495) 496-74-90
E-mail: urologia.deti@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3802-9736>

Современный взгляд на диагностику пузырно-мочеточникового рефлюкса у детей

Статья содержит данные о тактике проведения обследования пациентов при подозрении на пузырно-мочеточниковый рефлюкс. Авторами подробно рассмотрены наиболее часто применяемые для диагностики рефлюкса у детей методы. Проведен анализ преимуществ и недостатков описанных методов.

Ключевые слова: рефлюкс, цистография, сонография, радиоизотопы, скинтиграфия

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Буркин А.Г., Яцык С.П., Николаев С.Н., Володько Е.А., Сергеева С.В. Современный взгляд на диагностику пузырно-мочеточникового рефлюкса у детей // Репродуктивное здоровье детей и подростков. 2021. Т. 17, № 1. С. 16–32. DOI: 10.33029/1816-2134-2021-17-1-16-32

Статья поступила в редакцию 14.02.2021. Принята в печать 12.03.2021.

Burkin A.G.¹, Yatsyk S.P.^{2, 3}, Nikolaev S.N.⁴, Volodko E.A.³, Sergeeva S.V.⁵

¹ Pediatric State Clinical Hospital named after Z.A. Bashlaeva of the Department of Health of Moscow, 125373, Moscow, Russian Federation

² National Medical Research Center of Children's Health of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 119296, Moscow, Russian Federation

³ Russian Medical Academy of Continuing Medical Education of Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 125993, Moscow, Russian Federation

⁴ Pediatric State Clinical Hospital named after N.F. Filatov of the Department of Health of Moscow, 123001, Moscow, Russian Federation

⁵ Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU) of the Ministry of Health of the Russian Federation, 117997, Moscow, Russian Federation

Modern view on diagnostics of vesico-ureteral reflux in children

The article contains data on the tactics of examination of patients with suspected vesicoureteral reflux. The authors consider in detail the most commonly used methods for the diagnosis of reflux in children. The advantages and disadvantages of the described methods are analyzed.

Keywords: reflux, cystography, sonography, VUR, DMCA

Funding. The study had no sponsor support.

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

For citation: Burkin A.G., Yatsyk S.P., Nikolaev S.N., Volodko E.A., Sergeeva S.V. Modern view on diagnostics of vesico-ureteral reflux in children. Tactics of treatment of patients with testicular torsion on the example of three patients. *Reproduktivnoe zdorov'e detey i podrostkov* [Pediatric and Adolescent Reproductive Health]. 2021; 17 (1): 16–32. DOI: 10.33029/1816-2134-2021-17-1-16-32 (in Russian)

Received 14.02.2021. **Accepted** 12.03.2021.

Быстрое развитие диагностических технологий и накопление знаний в области детской уронефрологии привели к значительному повышению качества диагностики заболеваний органов мочеполовой системы у детей всех возрастных групп.

Несмотря на высокий уровень развития современной медицины, ни один из существующих диагностических методов в полном объеме не отвечает на все поставленные вопросы, однако наиболее широко применяемые методики могут ответить на большинство из них [1–3].

При выборе метода диагностики специалист принимает во внимание множество параметров, таких как инвазивность метода, болезненность для пациента, лучевая нагрузка и многие другие. Обследование пациентов в детской практике имеет ряд особенностей, связанных с малым возрастом: дети крайне негативно реагируют на болевые ощущения во время исследования и тяжело переносят необходимость длительно находиться в одном положении. Последняя особенность нередко обуславливает необходимость медикаментозной седации или проведения наркоза, что при выполнении некоторых исследований может исказить результат. Данные обстоя-

тельства ограничивают использование ряда диагностических методов в детской практике [4, 5].

В настоящее время одним из базовых и наиболее распространенных методов диагностики в детской урологии является ультразвуковое исследование (УЗИ) органов мочеполовой системы. В современную практику методика была внедрена в середине 60-х годов XX в. Методика обладает рядом серьезных преимуществ. Малая инвазивность, безвредность для пациента, отсутствие необходимости в специальной подготовке к исследованию, возможность проведения повторных исследований в короткие временные интервалы в сочетании с быстрым получением результата сделали ультразвуковое исследование основным методом в стартовом определении состояния органов мочевыделительной системы и формировании показаний к проведению более инвазивных исследований. Кроме того, малая инвазивность УЗИ и безвредность методики делают исследование востребованным для наблюдения динамики, например, у пациентов после перенесенного оперативного лечения [6, 7].

При выполнении УЗИ специалист ориентируется на ряд эхографических при-

знаков, наиболее распространенным из которых является расширение почечной лоханки, чашечек и мочеточников или же их сочетание. Установить истинную причину расширения собирательной системы почки у ребенка по данным сонографии является крайне затруднительным, так как УЗИ позволяет констатировать расширение лоханки и/или чашечек и не позволяет четко дифференцировать патологическую дилатацию от физиологической, органическую обструкцию от функциональной.

На эхографическую картину большое влияние оказывает уровень диуреза больного во время исследования. При нормальном питьевом режиме в нормальных условиях проведения сонографии почечная лоханка и чашечки могут быть не дифференцируемы друг от друга. При гипергидратации лоханка заполняется жидкостью, что позволяет более четко визуализировать части собирательной системы почки. При повышенном диурезе (например, при выполнении фармакологической пробы) тонус верхних мочевыводящих путей снижается и лоханка переходит в мочеточник без четкой границы, мочеточник в такой ситуации полностью теряет сужения и заполняется мочой. Чем выше уровень диуреза у пациента в момент исследования, тем лучше визуализируются собирательная система почки и мочеточник. В ряде случаев переполнение мочевого пузыря также способствует расширению мочеточника и собирательной системы почки, что связано с нарушением пассажа мочи по мочеточникам и увеличением транслоханочного и трансуретрального давления.

При возникновении «препятствий» для оттока мочи на разных уровнях мочеиспускательного тракта происходит нарушение уродинамики в вышележащих отделах, что сопровождается их расширением и заполнением жидкостью. По этой причине при обструктивных уропатиях становится возможной визуализация расширенных

участков мочевыводящих путей. Наиболее частыми причинами расширения верхних мочевыводящих путей являются:

- врожденные пороки развития мочевыводящих путей;
- нарушение оттока мочи вследствие обструкции конкрементом;
- обструкция воспалительным эмболом;
- сдавление опухолью.

При описанной выше ситуации характерным сонографическим признаком будет хорошая визуализация мочевыводящих путей выше предполагаемого места обструкции в сочетании с невозможностью визуализации более дистальных отделов мочевыводящего тракта [8].

При выполнении УЗИ достоверно подтвердить или опровергнуть наличие пузырно-мочеточникового рефлюкса не представляется возможным, однако существует ряд косвенных признаков, по которым специалист может заподозрить ретроградное поступление мочи в мочеточники. При подозрении на пузырно-мочеточниковый рефлюкс исследование лучше проводить в условиях обычной гидратации, так как расширенная на фоне повышенного диуреза почечная лоханка может приводить к неверной интерпретации полученных результатов. Увеличение размеров собирательной системы почек с одной или двух сторон при сокращении мочевого пузыря может свидетельствовать об активном пузырно-мочеточниковом рефлюксе (ПМР), дилатация лоханки на фоне наполнения мочевого пузыря – о пассивном забросе мочи в мочеточник. Однако лоханка может расширяться в норме при перерастяжении мочевого пузыря, что требует осторожности в интерпретации результатов. При отсутствии опорожнения собирательной системы почки в течение 30 мин после микции стоит предполагать рефлюкс.

Высокочувствительным методом в диагностике патологии пузырно-мочеточникового соустья является доплерометрия мочеточниковых устьев в момент выброса.

Исследование осуществляется типичным надлобковым доступом в режиме цветного доплеровского картирования. В ходе исследования регистрируются и оцениваются выбросы из мочеточниковых устьев, наличие, частота и симметричность кривых скоростей потока с двух сторон.

Кроме традиционного УЗИ, в литературе описан метод газовой цистографии. В основе метода лежит контрастность акустического эффекта газосодержащих сред, обусловленного высокой степенью поглощения и отражения ультразвуковых волн на границах сред «жидкость – газ» и «ткань – газ». Данное исследование не позволяет установить степень пузырно-мочеточникового рефлюкса, а лишь дает возможность подтвердить его наличие [9, 10].

Как указывается рядом авторов, УЗИ почек, мочеточников и мочевого пузыря является чувствительным и специфичным методом диагностики. Однако оценка результатов исследования не лишена субъективности, поэтому не стоит переоценивать диагностическую значимость УЗИ и применять методику только в комплексе с другими методами лучевой диагностики. Стоит повторить, что диагноз «пузырно-мочеточниковый рефлюкс» (ПМР) не может быть однозначно поставлен по данным сонографического исследования. Диагноз обязательно должен быть подтвержден по данным цистографии. Таким образом, исходя из характеристик УЗИ, метод стоит рассматривать как скрининговый у детей разных возрастных групп [11–13].

Одними из наиболее широко используемых в детской урологической практике исследований являются рентгеновские методы диагностики. Данные методы позволяют объективно оценить наличие или отсутствие ПМР. Также рентгеновские методы исследования позволяют оценить морфофункциональное состояние ренальной ткани, выраженность негативного воз-

действия пузырно-мочеточникового рефлюкса на паренхиму пораженного органа. Своевременное выполнение контрастных рентгеновских исследований позволяет выявить сопутствующую патологию верхних мочевыводящих путей, что может изменить лечебную тактику специалиста. Использование рентгеновских методов обследования у пациентов в послеоперационном периоде позволяет оценить уродинамику и соответственно результат проведенного лечения [14–16].

Наибольшее распространение для диагностики пузырно-мочеточникового рефлюкса в практике детского уролога получили рентгеновская цистография и внутривенная урография, а также различные модификации данных методов. Грамотное использование и комбинация этих методов позволяют в полном объеме оценить анатомическое строение и уродинамику мочевыводящих путей [17].

Рентгеновская цистография играет одну из важнейших ролей в диагностике ПМР, так как именно это исследование позволяет установить наличие самого заброса и оценить степень процесса, что крайне важно в связи с первостепенным значением рефлюкса в поддержании активности микробно-воспалительного процесса почечной ткани [17]. Кроме того, в ряде модификаций метод предполагает выполнение снимка во время мочеиспускания, что позволяет оценить проходимость мочеиспускательного канала и исключить органическую инфравезикальную обструкцию (стриктуры и клапаны уретры). Особое значение данное исследование имеет у детей раннего возраста с воспалительными изменениями в общем анализе мочи. Это позволяет диагностировать заболевание на первых годах жизни и своевременно провести соответствующее лечение [18–20]. Проведение рентгеновской цистографии показано в случаях рецидивирующих эпизодов инфекции мочевыводящих путей, недержания или неудержания мочи, выраженных расстройствах моче-

испускания. Противопоказанием к проведению исследования являются травматические повреждения мочеиспускательного канала и острые воспалительные заболевания органов мочевыделительной системы.

В современной практике встречаются два принципиально различных вида цистографии – антеградная и ретроградная. Эти исследования отличаются между собой способом наполнения мочевого пузыря контрастным веществом. Антеградная цистография представляет собой этап внутривенной урографии. Пациент в ходе исследования получает водную нагрузку, что приводит к достаточно быстрому поступлению контрастного вещества в мочевой пузырь. При возникновении стойкого позыва на микцию пациент укладывается на рентгеновский стол и далее выполняются снимки при наполненном пузыре, во время микции и после мочеиспускания. При анализе метода становится понятно, что он не лишен ряда недостатков. Наиболее существенным недостатком антеградной цистографии является сложность выявления самого ПМР, так как при выполнении исследования продолжают выделять контрастное вещество почками и антеградное поступление его в мочеточники. Пациенты младшего возраста редко могут адекватно оценить позыв на микцию в связи с функциональной незрелостью мочевого пузыря, это, в свою очередь, не позволяет добиться микции во время исследования и затрудняет его проведение.

Принимая во внимание основные недостатки антеградной цистографии, в практике детского уролога для диагностики пузырно-мочеточникового рефлюкса наиболее часто используется одна из модификаций ретроградной рентгеновской цистографии – микционная цистоуретрография.

При данной модификации исследования предварительно опорожненный мо-

чевой пузырь ретроградно через уретральный катетер заполняется раствором контрастного вещества. Введение жидкости осуществляют до возникновения позыва на микцию (важно оценить объем введенной жидкости и объем, на котором возник позыв), после этого выполняют 3 снимка: на полном мочевом пузыре, в момент мочеиспускания (после удаления уретрального катетера) и после опорожнения мочевого пузыря. Важным нюансом является выполнение 2-го снимка. Исходя из анатомии у девочек он производится в прямой проекции, у мальчиков – в косой.

При отсутствии ретроградного поступления мочи из мочевого пузыря в мочеточники на цистограммах определяются только тень мочевого пузыря и контрастированная уретра. При наличии рефлюкса на снимках появляется тень мочеточника и собирательной системы почек с одной или двух сторон. На результатах рентгеновской цистографии основана классификация ПМР Хейкеля–Паркуллайна.

При выполнении рентгеновской цистографии, помимо степени рефлюкса, оцениваются сторона поражения и давление, на котором возникает ретроградный заброс мочи (активный или пассивный рефлюкс). По данным снимка во время микции представляется возможным оценить проходимость уретры и анатомию мочеиспускательного канала.

Особенностью модификации является выполнение снимка во время микции и после мочеиспускания. Выполнение подобных алгоритмов позволяет дифференцировать пассивный и активный ПМР. Температуру используемого раствора контрастного вещества стоит подбирать максимально близкой к температуре тела, в противном случае может возникать переходящий ПМР, которого нет в физиологических условиях. Это обусловлено отрицательным влиянием растворов низкой температуры на мочевой пузырь и пу-

зырно-мочеточниковый сегмент (подобно антихолинергическим средствам, которые действуют на нервно-мышечную передачу) [21, 22].

В ряде случаев клиницистам приходится сталкиваться с транзиторным ПМР. Для диагностики данного состояния была предложена модификация рентгеновской цистографии, которая заключается в ступенчатом наполнении мочевого пузыря контрастным веществом (вначале до 50%, а затем до 90% физиологического объема) и в проведении исследования под рентгеноскопическим контролем. Проведение исследования по такой схеме позволяет выявить интермиттирующий характер заброса мочи. При этом методика обладает всеми недостатками, присущими цистографии в целом, поэтому применение в детской практике имеет определенные ограничения [23].

Результаты рентгеновской цистографии положены в основу градации ПМР по степеням. При этом интерпретация полученных данных осуществляется исключительно при визуальном исследовании рентгенограмм, что затрудняет воспроизводимость результатов исследования. Достаточно высокая лучевая нагрузка на пациента (2–4 мЗв) не позволяет повторять исследование в короткие временные интервалы. Перечисленные ограничения диктуют необходимость поиска новых диагностических методов для выявления ПМР у детей [21, 22, 24].

При описании результатов рентгеновской цистографии специалист оценивает контуры мочевого пузыря, его размеры и форму, наличие или отсутствие ретроградного поступления мочи в мочеточники, контрастирование и проходимость (наличие клапанов и стриктур) уретры. В норме тень мочевого пузыря в фазе максимального наполнения имеет грушевидную, овальную или округлую форму с ровными контурами. Фестончатость края мочевого пузыря появляется в норме только в фазу максимального опорожне-

ния, когда часть контрастного вещества задерживается в слизистой оболочке мочевого пузыря. Характеристики мочеиспускательного канала зависят от состояния мышц тазового дна и скорости потока мочи. При скорости мочеиспускания более 20 мл/с на полученных снимках отмечаются динамическая нерезкость дна мочевого пузыря и расширение задних отделов уретры, такая же рентгенологическая картина в условиях сниженной скорости потока мочи должна трактоваться как признак инфравезикальной обструкции (стриктура или клапан уретры). Для всесторонней оценки строения уретры и оценки ее диаметра и изгибов снимок во время мочеиспускания выполняется у мальчиков в косой проекции. Характерным рентгенологическим симптомом, свидетельствующим о наличии стриктуры или клапана уретры, являются супрастенотическое расширение мочеиспускательного канала и выявление расположенного дистальной сужения. При наличии протяженных стриктур уретры на рентгенограммах дефект заполнения мочеиспускательного канала может иметь различную протяженность.

При описании цистограмм специалист обращает внимание на дефекты заполнения мочевого пузыря. Микционная цистография позволяет выявить дивертикулы мочевого пузыря, уретероцеле, в ряде случаев объемные образования мочевого пузыря. Стоит отметить, что воспалительные изменения нижних мочевыводящих путей по данным цистографии определить невозможно, поэтому цистография не является заменой цистоскопическому исследованию.

Как описывалось выше, результаты цистографии положены в основу градации ПМР по степеням. По существующей классификации ПМР принято разделять:

- на пассивный ПМР или рефлюкс низкого давления (возникает при наполнении мочевого пузыря вне акта мочеиспускания);

- активный рефлюкс или ПМР высокого давления (возникает при сокращении детрузора во время микции) [25].

В основе деления ПМР на степени лежит высота заброса контрастного вещества в мочеточник и наличие/отсутствие расширения собирательной системы почки и мочеточника. Общепринятой является классификация Хейкеля–Парккулайнена (1966) [26, 27]. Данная система выделяет 5 степеней рефлюкса.

1. Контрастирование дистального отдела мочеточника без его расширения.
2. Контрастирование всего мочеточника и собирательной системы почки без их расширения.
3. Контрастирование мочеточника, лоханки и чашечек с их умеренным расширением и сглаживанием сводов чашечек.
4. Значительное расширение и извитость мочеточника, деформация чашечно-лоханочной системы. Присутствует истончение паренхимы почек.
5. Выраженное расширение мочеточника, извитость и резкое истончение паренхимы почки.

Важно отметить, что правильность выполнения рентгеновской цистографии во многом определяет правильность постановки диагноза, так как при несоблюдении методологии исследования специалист рискует получить как ложноположительные, так и ложноотрицательные результаты.

Немаловажное значение при обследовании пациентов с ПМР имеют экскреторная урография и ее возможные модификации. При выполнении урографии представляется возможным оценить анатомическое строение верхних мочевыводящих путей, составить представление о функциональном состоянии собирательной системы почки, в ряде случаев исследование позволяет выявить вторичные изменения почечной паренхимы. При выполнении этапного рентгеноурологического обследования по

данным экскреторной урографии можно оценить динамику течения патологического процесса в верхних мочевыводящих путях, на что опирается, например, послеоперационное обследование пациентов.

Наибольшее распространение в урологической практике получили 2 модификации урографии – одномоментная и инфузионная.

К проведению экскреторной урографии в детской урологии-андрологии прибегают в следующих ситуациях.

- Изменения ультразвуковой картины при исследовании почек, мочеточников и мочевого пузыря (пиелокаликотектазия, дилатация мочеточника, кистозные дисплазии почечной ткани и т.д.).
- Стойкие изменения показателей общего анализа мочи (лейкоцитурия, гематурия, протеинурия).
- Повторяющийся абдоминальный болевой синдром неясного происхождения.
- Артериальная гипертензия неясной природы.

Методика исследования основана на получении информативных рентгенографических изображений почечной ткани и верхних мочевыводящих путей с регистрацией определенных этапов эвакуации мочи. Наиболее информативными являются снимки в период тугого заполнения собирательной системы почки и мочеточника контрастным веществом [28].

При снижении у пациента скорости клубочковой фиксации или нарушении концентрационной функции почек возможно выполнение одной из модификаций экскреторной урографии, которая заключается в капельном введении контрастного вещества. Введение йодсодержащих препаратов сопряжено с риском развития аллергических реакций, вплоть до анафилактического шока. Развитие современной фармакологии позволило свести этот риск к минимуму, однако ранее, по данным ряда авторов, частота осложнений от использования йодсодержащих препаратов могла достигать 25% [3, 29, 30]. Ре-

зультаты исследований, посвященных изучению риска развития побочных реакций при использовании рентгеноконтрастных препаратов, указывают на частоту возникновения побочных эффектов на уровне 6%, серьезные осложнения от применения контрастных препаратов развивались в 1 случае на 1000–2000 введений, летальность от анафилактического шока составила 1 случай на 100 000–200 000.

Диагностическая эффективность препарата описывается его контрастностью и зависит от числа атомов йода в составе молекулы рентгеноконтрастного вещества (РКВ). Токсическое воздействие рентгеноконтрастного препарата зависит от ионной сбалансированности, хемотоксичности и осмоотоксичности [31, 32].

Возможность связывать белковые молекулы называется хемотоксичностью. Она тем выше, чем выше гидрофобность молекулы РКВ. Токсическое воздействие препарата проявляется в виде воздействия анионного контрастного вещества или конъюгированного катиона на клеточную стенку и функции клетки. Такие случаи, как болевые ощущения в месте введения, нарушение гематоэнцефалического барьера, активация вагусного и рвотного центров, снижение порога фибрилляции сердечной мышцы, вазоконстрикция почечных артерий, повышение давления в легочной артерии, снижение сосудистой резистентности и вазодилатация периферических сосудов, считаются проявлением осмоотоксичности препарата.

Болевые ощущения при введении контрастного вещества нередко провоцируют произвольные движения пациента, что проявляется возникновением артефактов и снижением качества получаемых рентгеновских снимков. Проведение рентгеноконтрастных исследований в настоящее время является самой частой причиной развития острой почечной недостаточности в лечебно-профилактическом учреждении. Под нефропатией, связанной

с введением рентгеноконтрастного вещества, подразумевают нарушение почечных функций и повышение уровня сывороточного креатинина после выполнения исследования в течение 3 дней. Развитие острой почечной недостаточности подобного генеза редко сопровождается олигурическими явлениями и носит обратимый характер. При применении низкоосмолярных рентгеноконтрастных веществ риски развития осложнений снижаются в 6 раз. Выбор подобных препаратов предпочтительней, так как снижает риски развития нефротоксичности, особенно у пациентов со снижением скорости клубочковой фильтрации [33].

Основным недостатком экскреторной урографии как диагностического метода является невозможность достоверной дифференциации функциональных и анатомических изменений верхних мочевыводящих путей. Для решения данной задачи в практику внедрена модификация исследования – урография с фармакологической пробой. Для стимуляции диуреза наиболее часто используют диуретики (фуросемид, маннитол) или стимуляторы антидиуретического гормона (адиуректин).

Представленные сведения указывают, что урография в настоящее время является одним из наиболее распространенных исследований в практике детского уролога, которое, однако, дает лишь косвенное представление об уродинамике в верхних мочевыводящих путях (несимметричное контрастирование почечной паренхимы в стадию нефрофазы нетождественно нарушению оттока мочи из верхних мочевыводящих путей). Кроме того, внутривенная урография не позволяет достаточно точно оценивать наличие ретроградного поступления мочи из мочевого пузыря в мочеточники [21].

Описанные выше недостатки рентгеновских методов диагностики заставляют развивать альтернативные методы верификации ПМР у детей. Ряд научных ис-

следований убедительно показал возможность внедрения радионуклидных методов диагностики как альтернативы рентгеновским [34, 35]. При проведении радионуклидного исследования представляется возможным не только количественно оценить степень нарушения эвакуаторной функции почек, но и с математической точностью оценить уровень накопительной функции почечной ткани, что имеет принципиальное значение при оценке выраженности патологического процесса при первичном выявлении, а также при наблюдении в динамике и контроле результатов оперативного лечения.

Развитие технологии радионуклидного исследования делает его все более востребованным в урологических и нефрологических клиниках. Росту числа исследований способствуют малая инвазивность, низкая лучевая нагрузка в сочетании с высокой специфичностью и информативностью. Выполнение радиоизотопного исследования почек позволяет получить данные о морфофункциональном состоянии почечной ткани и верхних мочевыводящих путей, а также ряд оригинальных сведений, недоступных при проведении других методов инструментальной диагностики.

Крайне важным свойством радиоизотопных исследований является возможность количественной оценки получаемых результатов. В основе подобной оценки лежит возможность цифрового измерения количества введенной и выделенной почками радиофармметки. При подобном анализе с помощью математических методов производится расчет специфических констант, которые отражают прохождение молекул радиофармпрепарата (РФП) через сосудистое русло почек, оценивают интенсивность канальцевой секреции и клубочковой фильтрации, позволяют рассчитать значения скорости выведения радионуклидов из собирательной системы почки, мочеточников и мочевого пузыря. Полученные изображения (сцин-

тиграммы) анализируются с помощью специальных медицинских программ. При машинном анализе изображений получают информацию не только о морфофункциональном строении органа в целом, но и его отдельных сегментов. Наиболее употребимы в настоящее время статическая и динамическая нефросцинтиграфии, а также прямая и непрямая радионуклидные цистогаммаграфии.

Методика динамической нефросцинтиграфии основана на оценке функционального состояния почечной ткани путем регистрации радиоактивности поглощаемых почкой ренотропных препаратов, которые в последующем выделяются верхними мочевыводящими путями. В качестве РФП наиболее часто используется ^{99m}Tc ДТПА (диэтилентриаминопентаацетат), т.к. данный радиофармпрепарат экскретируется большей частью за счет гломерул и позволяет в ходе исследования оценить не только функцию почки, но и уродинамику. В течение всего исследования производится регистрация уровня радиоактивности над зоной интереса с помощью гамма-камеры. В норме изображение почечной паренхимы, содержащей радиофармметку, появляется к 3–5-й минуте исследования, после 5-й минуты интенсивность накопления паренхимой начинает снижаться, и метка начинает поступать в собирательную систему почки. К 10–11-й минуте исследования можно получить отчетливое изображение мочевого пузыря [36].

Основными патологическими изменениями, которые могут быть выявлены с помощью динамической нефросцинтиграфии, являются тотальное или регионарное снижение плотности накопления РФП в почечной паренхиме, тотальное или регионарное замедление скорости прохождения мочи, содержащей меченые атомы, по мочевыводящим путям либо же комбинация этих нарушений.

В комплексном обследовании больных ПМР статическая нефросцинтиграфия

с ^{99m}Tc ДМСА (2,3-димеркаптосукцинатацетат, димеркаптоянтарная кислота). ДМСА экскретируется извитыми проксимальными канальцами, что позволяет оценить функциональное состояние паренхимы почки. Определяется выраженность процессов нефросклероза, на основании обнаружения участков снижения накопления РФП [37–39]. В основе метода лежит применение РФП, способных связываться с ^{99m}Tc . Подобные РФП равномерно распределяются в жизнеспособной почечной паренхиме. Выведение же их из исследуемых органов занимает несколько часов, что позволяет визуализировать ренальную паренхиму без наложения изображения собирательной системы. Механизмы фиксации данных РФП в паренхиме почек различны, но накопление радионуклидов возможно только в нормально функционирующих элементах [39].

Данные, полученные при проведении исследования, широко используются для оценки РН, однако не позволяют в то же время непосредственно визуализировать рефлюкс. По современной классификации выделяют 4 степени рефлюкс-нефропатии.

- Степень А (1-й тип) – почечная паренхима умеренно склерозирована (имеется не более 2 очагов нефросклероза).
- Степень В (2-й тип) – ярко выраженные процессы нефросклероза (более 2 очагов с сохранением между ними здоровой почечной паренхимы).
- Степень С (3-й тип) – почечная паренхима диффузно истончена, собирательная система почки расширена, сокращение размеров почки.
- Степень D (4-й тип) – вторично сморщенная почка. Функция почки отсутствует или резко снижена [25].

Иной вариант классификации был предложен Polito в 2000 г. Эта классификация включает 3 степени нефросклероза.

- Легкий – определяются только фокальные дефекты накопления РФП.

- Умеренный – снижение поглощения РФП почкой на 20–40%.
- Выраженный – уменьшение размеров органа и поглощение РФП менее 20%.

В 2004 г. С.П. Яцыком и Д.К. Фоминым была предложена методика расчета индекса интегрального захвата (ИИЗ) – показателя, позволяющего с математической точностью определить объем жизнеспособной почечной паренхимы, исходя из активности введенного РФП и способности ткани почек захватывать радиоактивную метку. В норме ИИЗ равен 45–70 для каждого органа, суммарный показатель для двух органов или единственной почки должен находиться в пределах 98–140. При величине показателя ниже указанных значений следует думать о сниженной жизнеспособности почечной ткани [39–41].

В настоящее время ряд авторов считают статическую нефросцинтиграфию лучшим методом для определения явлений нефросклероза, особенно в течение 6–12-месячного срока после впервые выявленных очагов склероза на фоне перенесенного острого пиелонефрита.

Так, исследование эффективности выявления рубцовых изменений почечной паренхимы с помощью УЗИ и статической нефросцинтиграфии с ^{99m}Tc -ДМСА показали, что радионуклидный метод выявил рубцовое поражение почек в 35% случаев, когда результаты УЗИ указывали на отсутствие повреждения органа.

Во второй половине XX в. распространение получила радиоизотопная цистография, что связано с малой инвазивностью метода и воспроизводимостью результатов исследования. При проведении радионуклидной цистографии представляется возможным оценить объем остаточной мочи, объем мочевого пузыря, на котором возникает пузырно-мочеточниковый рефлюкс, изучить характеристики самого рефлюкса (оценить его продолжительность и количественно). Изучение и анализ полу-

ченных данных позволяют прогнозировать течение заболевания и выбирать наиболее эффективный метод оперативного лечения [35, 42, 43]. Изотопная цистография может применяться как для первичной диагностики ПМР, так и для оценки результатов проведенного лечения. В настоящее время наиболее употребимы две формы этого исследования: прямая и непрямая цистографии [44].

Проведение непрямой радиоизотопной цистографии впервые было предложено Winter в 1959 г. Методика заключалась во введении в мочевой пузырь РФП посредством катетеризации мочевого пузыря. С помощью гамма-камеры получали изображение с области мочевыводящих путей во время наполнения мочевого пузыря, микции и после нее.

Одно из главных преимуществ радионуклидной цистографии перед рентгеновской — низкая лучевая нагрузка. Однако метод имеет и ряд недостатков, связанных с особенностями используемых препаратов:

- ряд ложноположительных результатов, объясняющихся фоновой активностью, создаваемой РФП, вводимым в мочевой пузырь;
- радионуклидная цистография не позволяет достаточно четко оценить анатомию мочеточника и чашечно-лоханочной системы;
- экстравазация радионуклидов в кровеносные сосуды при высоком внутрипузырном давлении;
- невозможность получить качественное изображение мочеиспускательного канала.

Для снижения лучевой нагрузки после проведения исследования необходимо полное опорожнение мочевого пузыря. При невозможности самостоятельно помочиться (например, у детей младшего возраста) проводят эвакуацию мочи, содержащей НАГ, с помощью уретрального катетера [34, 45, 46].

Лучевая нагрузка на пациента существенно ниже, чем при рентгеновской цисто-

графии, однако, принимая во внимание необходимость катетеризации мочевого пузыря, непрямая радиоизотопная цистография повышает риск развития инфекции мочевыводящих путей и вызывает негативное отношение пациентов к исследованию.

Методика проведения прямой радиоизотопной микционной цистографии была описана в работах Dodge (1963). В основе метода лежит получение изображения мочевыводящих путей и мочевого пузыря при проведении динамической нефросцинтиграфии до и после мочеиспускания, при этом осуществляется постоянный контроль повышения активности РФП.

При выполнении динамической нефросцинтиграфии с микционной пробой пациента просят опорожнить мочевой пузырь непосредственно перед выполнением исследования. Подобная мера необходима для достижения максимальной концентрации РФП в мочевом пузыре, в противном случае информативность метода резко снижается. Выполнение прямой радионуклидной цистографии основано на способности почечной ткани в кратчайшие сроки выделять всю введенную активность в верхние мочевыводящие пути с полным ее поступлением в мочевой пузырь в скорости от начала исследования. В ходе исследования пациента просят не мочиться, параллельно контролируя выделение метки с помощью гамма-камеры. После выделения всех введенных радионуклидов в просвет мочевого пузыря начинают запись 2-секундных фрагментов. На 30-й секунде исследования пациента просят помочиться, регистрируя ретроградный заброс радионуклидной метки в мочеточники (ПМР).

Оценка результатов исследования проводится по данным кривых «активность—время» с определенных зон интереса, в которые включаются мочевой пузырь, мочеточники и собирательная система почки. Полученные результаты обрабаты-

ваются с помощью специализированных компьютерных программ. Повышение активности в области мочеточника и/или собирательной системы почки стоит расценивать как основной признак пузырно-мочеточникового рефлюкса.

Основным преимуществом прямой радионуклидной цистографии перед другими методами диагностики ПМР являются малая инвазивность, физиологичность введения РФП в мочевой пузырь и сочетанная оценка морфологического и функционального состояния почек и верхних мочевыводящих путей в ходе исследования [47, 48].

Ряд авторов отмечают возможность судить о наличии ПМР при возникновении ступенчатого или обструктивного типа ренографической кривой, возникновение которых возможно при дискретических нарушениях в верхних мочевыводящих путях [49]. На возможность диагностики ПМР при визуальной регистрации ретроградного поступления РФП в мочеточник указывают немного авторов.

Методика выполнения непрямой радионуклидной цистографии заключается во введении в мочевой пузырь РФП посредством катетеризации мочевого пузыря. С помощью гамма-камеры получают изображение с областей интереса во время наполнения мочевого пузыря, микции и после нее. Лучевая нагрузка на пациента существенно ниже, чем при рентгеновской цистографии, однако, принимая во внимание необходимость катетеризации мочевого пузыря, непрямая радиоизотопная цистография имеет те же недостатки, что и классическая рентгеновская ретроградная цистография.

При проведении диагностического поиска в направлении ПМР у детей важные данные можно получить в ходе эндоскопического исследования мочевого пузыря – цистоскопии. Наиболее часто цистоскопическое исследование завершает процесс обследования, что обусловлено

необходимостью проведения процедуры под общим обезболиванием. Условно цистоскопию можно разделить на диагностическую, вспомогательную (например, для катетеризации мочеточника с выполнением последующей ретроградной уретеропиелографии) и лечебную (выполнение оперативного вмешательства из цистоскопического доступа). Цистоскопическое исследование позволяет оценить форму и расположение устьев, их число, частоту мочеточниковых выбросов, протяженность и направление интрамурального отдела мочеточника, диагностировать пороки развития устья (например, форма устья «лунка для гольфа»). Также в ходе цистоскопического исследования представляется возможным выявить косвенные признаки сопутствующей патологии (трабекулярность слизистой оболочки, буллы, новообразования мочевого пузыря, устья мочепузырных свищей и т.д.). Кроме того, важной частью исследования является оценка шейки мочевого пузыря и мочеиспускательного канала (исключение стриктур, клапанов, воспалительных явлений и т.д.). Нормальная слизистая оболочка мочевого пузыря имеет светло-розовый цвет с древовидно расходящимся узором кровеносных сосудов, среда прозрачная.

Анализируя приведенные в статье данные, следует сказать, что, несмотря на высокий уровень развития современных медицинских технологий, диагностика ПМР у детей является сложной проблемой, требующей от специалиста использования нескольких различных диагностических техник. Применяемые в современной практике методы выявления ПМР не лишены недостатков, создающих предпосылки для получения ложных результатов. Все перечисленное обуславливает необходимость дальнейшего изучения и совершенствования методов диагностики пузырно-мочеточникового рефлюкса у детей.

Сведения об авторах

Буркин Артем Гагикович (Artem G. Burkin) – кандидат медицинских наук, заведующий отделением детской урологии-андрологии ГБУЗ «ДГКБ им. З.А. Башляевой ДЗМ», врач детский уролог-андролог (Москва, Российская Федерация)

E-mail: urologia.deti@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0002-3802-9736>

Яцык Сергей Павлович (Sergey P. Yatsyk) – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, руководитель Института детской хирургии ФГАУ «НМИЦ здоровья детей» Минздрава России (Москва, Российская Федерация)

E-mail: makadamia@yandex.ru

<https://orcid.org/0000-0001-6966-1040>

Николаев Сергей Николаевич (Sergey N. Nikolaev) – доктор медицинских наук, профессор, врач детский уролог-андролог, заведующий центром урологии и репродуктивного здоровья ГБУЗ ДГКБ им. Н.Ф. Филатова» ДЗМ (Москва, Российская Федерация)

E-mail: snik.2011@mail.ru

Володько Елена Анатольевна (Elena A. Volod`ko) – доктор медицинских наук, врач детский уролог-андролог, профессор кафедры педиатрии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Москва, Российская Федерация)

E-mail: elena-volodko@mail.ru

<http://orcid.org/0000-0002-4667-214X>

Сергеева Светлана Валериевна (Svetlana V. Sergeeva) – аспирант кафедры детской хирургии педиатрического факультета ФГАУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Москва, Российская Федерация)

E-mail: ss181219@mail.ru

Литература

1. Акберов Р.Ф., Михайлов М.К., Яхин М.М. Лучевая диагностика заболеваний опухолей почек, надпочечников и пороков развития мочевых путей. Казань, 2004. С. 24–75.
2. Васильев А.Ю., Ольхова Е.Б. Тактика лучевой диагностики в детской уронефрологии // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2002. Т. 47, № 6. С. 46–55.
3. Игнашин Н.С., Виноградов Э.В., Сафаров Р.М. Ультразвуковые методы в диагностике объемных образований почек // Урология. 2002. № 2. С. 43–50.
4. Medina L.S., Aguirre E., Altman N.R. Vesicoureteral reflux imaging in children: comparative cost analysis // Acad. Radiol. 2003. Vol. 10, N 2. P. 139–144.
5. Забродина Н.Б. Диагностика и лечение объемных образований почек: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2007. 48 с.
6. Uhl M., Kromeier J., Zimmerhackl L.B. et al. Simultaneous voiding cystourethrography and voiding urosonography // Acta Radiol. 2003. Vol. 44. P. 265–268.
7. Darge K. Diagnosis of vesicoureteral reflux with ultrasonography // Pediatr. Nephrol. 2002. Vol. 17, N 1. P. 52–60.
8. Пугачев А.Г., Москалева Н.Г. Интермиттирующий пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей // Урология. 2003. № 2. С. 41–45.
9. Papadaki P.J., Vlychou M.K., Zavras G.M. et al. Investigation of vesicoureteral reflux with colour Doppler sonography in adult patients with spinal cord injury // Eur. Radiol. 2002. Vol. 12, N 2. P. 366–370.
10. Galloy M.A., Mandry D., Pecastaings M. et al. Sonocystography: a new method for the diagnosis and follow-up of vesico-ureteric reflux in children // J. Radiol. 2003. Vol. 84, N 12. Pt 2. P. 2055–2061.
11. Méndez R., Tellado M.G., Maté A. et al. Urethrosonocystography with galactose in the diagnosis and follow-up of pediatric patients with vesicoureteral reflux // Cir. Pediatr. 2002. Vol. 15, N 4. P. 152–155.
12. Novljan G., Kenig A., Rus R. et al. Cyclic voiding urosonography in detecting vesicoureteral reflux in children // Pediatr. Nephrol. 2003. Vol. 18, N 10. P. 992–995.

13. Darge K., Trusen A., Troeger J. Diagnostic imaging of vesicoureteral reflux // *Rays*. 2002. Vol. 27, N 2. P. 99–106.
14. Grmek M., Fettich J. The importance of follow-up of children with vesicoureteral reflux grade 1 // *Acta Paediatr.* 2003. Vol. 92, N 4. P. 435–438.
15. McHeik J.N., Levard G. Vesicoureteral reflux: diagnosis and management in children // *Prog. Urol.* 2002. Vol. 12, N 4. P. 646–650.
16. Fettich J., Colarinha P., Fischer S. et al. Guidelines for direct radionuclide cystography in children // *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2003. Vol. 30, N 5. P. B39–B44.
17. Чумаков П.И. Оперативное лечение пузырно-мочеточникового рефлюкса при полном удвоении мочеточника // *Урология*. 2004. № 4. С. 55–58.
18. Cooper C.S., Chung B.I., Kirsch A.J. et al. The outcome of stopping prophylactic antibiotics in older children with vesicoureteral reflux // *J. Urol.* 2000. Vol. 163, N 1. P. 269–272.
19. Fujimatsu A. Diagnosis of intrarenal reflux and its role in pathogenesis of reflux nephropathy in children // *Kurume Med. J.* 2000. Vol. 47, N 2. P. 109–114.
20. Лопаткин Н.А. Интермиттирующий пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей. Москва, 2004. 212 с.
21. Молчанова Е.А., Валов А.Л. Результаты формирования регистра хронической почечной недостаточности у детей в 2000–2004 гг. // *Нефрология и диализ*. 2004. Т. 6, № 3. С. 221–225.
22. Шарифуллин В.А., Муфазалов Ф.Ф. Модифицированная цистография: новый способ рентгендиагностики пузырно-мочеточникового рефлюкса // *Современные проблемы науки и образования*. 2009. № 4. С. 142–145.
23. Игнашин Н.С., Демин А.И., Павлова М.К., Москалева Н.Г. Возможности эхографии и рентгенодиагностических методов обследования в диагностике пузырно-мочеточникового рефлюкса: сборник тезисов I съезда врачей ультразвуковой диагностики Центрального федерального округа // *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2005. № 2. С. 152–153.
24. Таболин В.А., Вербицкий В.И., Думова С.В., Попов В.В., Бояджан М.Б., Чугунова О.Л. Пузырно-мочеточниковый рефлюкс и рефлюкс-нефропатия у детей раннего возраста (особенности клиники, новые технологии и рациональная организация лабораторно-инструментального обследования и катamnестического наблюдения): методические рекомендации. Москва, 2004.
25. Куликова Т.Н., Глыбочко П.В., Морозов Д.А., Приезжева В.Н., Дерюгина Л.А., Долгов Б.В. Атлас по детской урологии. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 160 с.
26. Heinkel P.E., Parkkulainen K.V. Vesicoureteral reflux in children. A classification and results of conservative treatment // *Ann. Radiol.* 1966. Vol. 9. P. 37–40.
27. Шмиткова Е.В. Оценка состояния уретеровезикального сегмента при обструктивных уropатиях у детей раннего возраста с помощью ультразвуковой доплерографии: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2004.
28. Захарова И.Н., Мумладзе Э.Б., Вороненко О.А., Захаркина Е.В. Рентгеноконтрастные методы исследования в детской нефрологии // *Лечащий врач*. 2005. № 9. С. 43–47.
29. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Вороненко О.А. Применение рентгеноконтрастных препаратов в детской нефрологии // *Российский педиатрический журнал*. 2004. № 6. С. 39–42.
30. Наполов Ю.К., Коробкова И.З., Черкавская О.В., Калинин С.А. Фармакокинетические основы побочных реакций контрастных рентгеновских средств // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2006. № 2. С. 52–59.
31. Наполов Ю.К., Коробкова И.З., Черкавская О.В., Горгадзе Т.Т. Подходы к классификации побочных реакций рентгеноконтрастных средств // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2006. № 4. С. 53–62.
32. Седых С.А., Кашутин Е.И., Рубцова Н.А. Неионный димер: безопасность и эффективность // *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2006. № 1. С. 59–64.
33. Roger M., Wilkinson A.G. Cystoscopic and DMSA findings in relation to types of reflux demonstrated on percutaneous direct radionuclide cystography in children // *Pediatr. Radiol.* 2004. Vol. 34, N 3. P. 222–226.
34. Stauss J., Connolly L.P., Connolly S.A. et al. Dynamic renal scintigraphy in children with vesicoureteral reflux and suspected coexisting ureteropelvic junction obstruction // *J. Urol.* 2003. Vol. 170, N 5. P. 1966–1970.
35. Orsola A., Fraga Rodríguez G.M., Parra Roca J. et al. Congenital renal abnormalities in neonates with fetal vesicoureteral reflux. Detection by 99m-technetium(m)-dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy // *An. Pediatr. (Barc.)*. 2003. Vol. 59, N 4. P. 345–351.
36. Захарова И.Н., Герасимова Н.П., Савельева О.В. Радиоизотопные методы исследования при пиелонефрите у детей // *Материалы III Российского*

- конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». Москва, 2004. С. 256–262.
37. Хворостов И.Н., Зоркин С.Н., Дворяковский И.В. и др. Сравнительная оценка результатов доплерографического исследования сосудов почек и статической реносцинтиграфии с Тс-ДМЯК у детей с обструктивными уropатиями // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005. № 6. С. 44–52.
 38. Яцык С.П. Иммунологическая и радиоизотопная оценка состояния почек и мочевых путей при обструктивных уropатиях у детей и подростков: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2005. 42 с.
 39. Яцык С.П., Сенцова Т.Б., Фомин Д.К., Шарков С.М. Патогенез хронического обструктивного пиелонефрита у детей и подростков. Москва: Медицинское информационное агентство, 2007. 176 с.
 40. Яцык С.П., Зубовский Г.А., Фомин Д.К. Способ оценки жизнеспособности паренхимы. Описание изобретения к патенту Российской Федерации № 2004118433/14 от 18.06.2004.
 41. Sukan A., Bayazit A.K., Kibar M. et al. Comparison of direct radionuclide cystography and voiding direct cystography in the detection of vesicoureteral reflux // Ann. Nucl. Med. 2003. Vol. 17, N 7. P. 549–553.
 42. Szlyk G.R., Williams S.B., Majd M. et al. Incidence of new renal parenchymal inflammatory changes following breakthrough urinary tract infection in patients with vesicoureteral reflux treated with antibiotic prophylaxis: evaluation by 99m Technetium dimercapto-succinic acid renal scan // J. Urol. 2003. Vol. 170, N 4. Pt 2. P. 1568–1569.
 43. Ахмедов Ю.М., Шарков С.М., Мавлянов Ф.Ш. Врожденный гидронефроз у детей // Медицинский научный и учебно-методический журнал. 2005. № 29. С. 57–91.
 44. Piepsz A., Biggi A., Sixt R., Gordon I. et al. Symposium on radionuclides in paediatric nephro-urology // Nucl. Med. Commun. 2003. Vol. 24, N 1. P. 11–22.
 45. Sakan A., Bayazit A.K., Kibar M., Noyan A. et al. Comparison of direct radionuclide cystography and voiding direct cystography in the detection of vesicoureteral reflux // Ann. Nucl. Med. 2003. Vol. 17, N 7. P. 549–553.
 46. Tsuchimochi S., Nakajo M., Tanabe H. et al. Unilateral vesicoureteral reflux detected by diuretic renography without voiding // Clin. Nucl. Med. 2003. Vol. 28, N 3. P. 228–229.
 47. Vlakovic M., Ilic S., Bogicevic M. et al. Radionuclide voiding patterns in children with vesicoureteral reflux // Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging. 2003. Vol. 30, N 4. P. 532–537.
 48. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Герасимова Н.П., Савельева О.В. Функциональное состояние почек при пиелонефрите у детей // Российский педиатрический журнал. 2004. № 4. С. 15–19.
 49. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. (ред.) Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск: STT, 2006. 394 с.

References

1. Akberov R.F., Mikhaylov M.K., Yakhin M.M. Radiation diagnostics of diseases of tumors of the kidneys, adrenal glands and malformations of the urinary tract. Kazan', 2004. p. 24–75. (in Russian)
2. Vasil'ev A.Yu., Ol'khova E.B. Tactics of radiation diagnostics in pediatric uronephrology. Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost' [Medical Radiology and Radiation Safety]. 2002; 47 (6): 46–55. (in Russian)
3. Ignashin N.S., Vinogradov E.V., Safarov R.M. Ultrasound methods in the diagnosis of volumetric kidney formations. Urologiya [Urology]. 2002; (2): 43–50. (in Russian)
4. Medina L.S., Aguirre E., Altman N.R. Vesicoureteral reflux imaging in children: comparative cost analysis. Acad Radiol. 2003; 10 (2): 139–44.
5. Zabrodina N.B. Diagnosis and treatment of space-occupying lesions of the kidney: Autoabstract of Diss. Moscow, 2007: 48 p. (in Russian)
6. Uhl M., Kromeier J., Zimmerhackl L.B., et al. Simultaneous voiding cystourethrography and voiding urosonography. Acta Radiol. 2003; 44: 265–8.
7. Darge K. Diagnosis of vesicoureteral reflux with ultrasonography. Pediatr Nephrol. 2002; 17 (1): 52–60.
8. Pugachev A.G., Moskaleva N.G. Intermittent vesicoureteral reflux in children. Urologiya [Urology]. 2003; (2): 41–5. (in Russian)
9. Papadaki P.J., Vlychou M.K., Zavras G.M., et al. Investigation of vesicoureteral reflux with colour Doppler sonography in adult patients with spinal cord injury. Eur Radiol. 2002; 12 (2): 366–70.

10. Galloy M.A., Mandry D., Pecastaings M., et al. Sonocystography: a new method for the diagnosis and follow-up of vesico-ureteric reflux in children. *J Radiol.* 2003; 84 (12 Pt 2): 2055–61.
11. Méndez R., Tellado M.G., Maté A., et al. Urethrosonocystography with galactose in the diagnosis and follow-up of pediatric patients with vesicoureteral reflux. *Cir Pediatr.* 2002; 15 (4): 152–5.
12. Novljan G., Kenig A., Rus R., et al. Cyclic voiding urosonography in detecting vesicoureteral reflux in children. *Pediatr Nephrol.* 2003; 18 (10): 992–5.
13. Darge K., Trusen A., Troeger J. Diagnostic imaging of vesicoureteral reflux. *Rays.* 2002; 27 (2): 99–106.
14. Grmek M., Fettich J. The importance of follow-up of children with vesicoureteral reflux grade 1. *Acta Paediatr.* 2003; 92 (4): 435–8.
15. McHeik J.N., Levard G. Vesicoureteral reflux: diagnosis and management in children. *Prog Urol.* 2002; 12 (4): 646–50.
16. Fettich J., Colarinha P., Fischer S., et al. Guidelines for direct radionuclide cystography in children. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2003; 30 (5): B39–44.
17. Chumakov P.I. Surgical treatment of vesicoureteral reflux with complete doubling of the ureter. *Urologiya [Urology].* 2004; (4): 55–8. (in Russian)
18. Cooper C.S., Chung B.I., Kirsch A.J., et al. The outcome of stopping prophylactic antibiotics in older children with vesicoureteral reflux. *J Urol.* 2000; 163 (1): 269–72.
19. Fujimatsu A. Diagnosis of intrarenal reflux and its role in pathogenesis of reflux nephropathy in children. *Kurume Med J.* 2000; 47 (2): 109–14.
20. Lopatkin N.A. Intermittent vesicoureteral reflux in children. Moscow, 2004: 212 p. (in Russian)
21. Molchanova E.A., Valov A.L. Results of the formation of the register of chronic renal failure in children in 2000–2004. *Nefrologiya i dializ [Nephrology and Dialysis].* 2004; 6 (3): 221–5. (in Russian)
22. Sharifullin V.A., Mufazalov F.F. Modified cystography: a new method of X-ray diagnostics of vesicoureteral reflux. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya [Modern Problems of Science and Education].* 2009; (4): 142–5. (in Russian)
23. Ignashin N.S., Demin A.I., Pavlova M.K., Moskaleva N.G. The possibilities of echography and X-ray diagnostic methods of examination in the diagnosis of vesicoureteral reflux: Collection of theses of the I Congress of doctors of ultrasound diagnostics of the Central Federal District. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika [Ultrasound and Functional Diagnostics].* 2005; (2): 152–3. (in Russian)
24. Tabolin V.A., Verbitsky V.I., Dumova S.V., Popov V.V., Boyajan M.B., Chugunova O.L. Vesicoureteral reflux and reflux nephropathy in young children (features of the clinic, new technologies and rational organization of laboratory and instrumental examination and catamnestic observation). *Methodological recommendations.* Moscow, 2004. (in Russian)
25. Kulikova T.N., Glybochko P.V., Morozov D.A., Priezhzheva V.N., Deryugina L.A., Dolgov B.V. Atlas of pediatric urology. Moscow: GEOTAR-Media, 2009: 160 p. (in Russian)
26. Heinkel P.E., Parkkulainen K.V. Vesicoureteral reflux in children. A classification and results of conservative treatment. *Ann Radiol.* 1966; 9: 37–40.
27. Shmitkova E.V. Assessment of the state of the ureterovesical segment in obstructive uropathies in young children using ultrasound Dopplerography: Autoabstract of Diss. Moscow, 2004. (in Russian)
28. Zakharova I.N., Mumladze E.B., Voronenko O.A., Zakharkina E.V. Radiopaque research methods in pediatric nephrology. *Lechashchii vrach [Attending Physician].* 2005; (9): 43–7. (in Russian)
29. Korovina N.A., Zakharova I.N., Voronenko O.A. The use of radiopaque drugs in pediatric nephrology. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal [Russian Journal of Pediatrics].* 2004; (6): 39–42. (in Russian)
30. Napolov Yu.K., Korobkova I.Z., Cherkavskaya O.V., Kalinichev S.A. Pharmacokinetic essentials of adverse reactions of radiopaque contrast agents. *Vestnik rentgenologii i radiologii [Bulletin of Radiology and Radiology].* 2006; (2): 52–9. (in Russian)
31. Napolov Yu.K., Korobkova I.Z., Cherkavskaya O.V., Gorgadze T.T. Approaches to classifying adverse reactions of radiopaque substances. *Vestnik rentgenologii i radiologii [Bulletin of Radiology and Radiology].* 2006; (4): 53–62. (in Russian)
32. Sedykh S.A., Kashutina E.I., Rubtsova N.A. Nonionic dimer: safety and effectiveness. *Vestnik rentgenologii i radiologii [Bulletin of Radiology and Radiology].* 2006; (1): 59–64. (in Russian)
33. Roger M., Wilkinson A.G. Cystoscopic and DMSA findings in relation to types of reflux demonstrated on percutaneous direct radionuclide cystography in children. *Pediatr Radiol.* 2004; 34 (3): 222–6.
34. Stauss J., Connolly L.P., Connolly S.A., et al. Dynamic renal scintigraphy in children with vesicoureteral reflux

- and suspected coexisting ureteropelvic junction obstruction. *J Urol.* 2003; 170 (5): 1966–70.
35. Orsola A., Fraga Rodríguez G.M., Parra Roca J., et al. Congenital renal abnormalities in neonates with fetal vesicoureteral reflux. Detection by 99m-technetium(m)-dimercaptosuccinic acid renal scintigraphy. *An Pediatr (Barc).* 2003; 59 (4): 345–51.
36. Zakharova I.N., Gerasimova N.P., Savel'eva O.V. Radioisotope methods of research in pyelonephritis in children. In: *Materials of the III Russian Congress «Modern technologies in pediatrics and pediatric surgery».* Moscow, 2004: 256–62. (in Russian)
37. Khvorostov I.N., Zorkin S.N., Dvoryakovskiy I.V., et al. Comparative evaluation of the results of Doppler examination of kidney vessels and static renoscintigraphy with Ts-DMJAC in children with obstructive uropathies. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika [Ultrasound and Functional Diagnostics]*. 2005; (6): 44–52. (in Russian)
38. Yatsyk S.P. Immunological and radioisotope assessment of the state of the kidneys and urinary tract in obstructive uropathies in children and adolescents: Autoabstract of Diss. Moscow, 2005: 42 p. (in Russian)
39. Yatsyk S.P., Sentsova T.B., Fomin D.K., Sharkov S.M. Pathogenesis of chronic obstructive pyelonephritis in children and adolescents. Moscow: Meditsinskoe informatsionnoe agentstvo, 2007: 176 p. (in Russian)
40. Yatsyk S.P., Zubovsky G.A., Fomin D.K. A method for assessing the viability of the parenchyma. In: *Description of the invention to the patent of the Russian Federation No. 2004118433/14 from 18.06.2004.* (in Russian)
41. Sükan A., Bayazit A.K., Kibar M., et al. Comparison of direct radionuclide cystography and voiding direct cystography in the detection of vesicoureteral reflux. *Ann Nucl Med.* 2003; 17 (7): 549–53.
42. Szlyk G.R., Williams S.B., Majd M., et al. Incidence of new renal parenchymal inflammatory changes following breakthrough urinary tract infection in patients with vesicoureteral reflux treated with antibiotic prophylaxis: evaluation by 99M Technetium dimercapto-succinic acid renal scan. *J Urol.* 2003; 170 (4 Pt 2): 1568–9.
43. Akhmedov Yu.M., Sharkov S.M., Mavlyanov F.Sh. Congenital hydronephrosis in children. *Meditsinskiy nauchnyy i uchebno-metodicheskiy zhurnal [Medical Scientific and Educational-Methodical Journal]*. 2005; (29): 57–91. (in Russian)
44. Piepsz A., Biggi A., Sixt R., Gordon I., et al. Symposium on radionuclides in paediatric nephro-urology. *Nucl Med Commun.* 2003; 24 (1): 11–22.
45. Sakan A., Bayazit A.K., Kibar M., Noyan A., et al. Comparison of direct radionuclide cystography and voiding direct cystography in the detection of vesicoureteral reflux. *Ann Nucl Med.* 2003; 17 (7): 549–53.
46. Tsuchimochi S., Nakajo M., Tanabe H., et al. Unilateral vesicoureteral reflux detected by diuretic renography without voiding. *Clin Nucl Med.* 2003; 28 (3): 228–9.
47. Vlajkovic M., Illic S., Bogicevic M., et al. Radionuclide voiding patterns in children with vesicoureteral reflux. *Eur J Nucl Med Mol Imaging.* 2003; 30 (4): 532–7.
48. Korovina N.A., Zakharova I.N., Gerasimova N.P., Savel'eva O.V. Functional state of the kidneys in pyelonephritis in children. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal [Russian Journal of Pediatrics]*. 2004; (4): 15–9. (in Russian)
49. Lishmanov Yu.B., Chernov V.I. (eds). *Radionuclide diagnostics for practical doctors.* Tomsk: STT, 2006: 394 p. (in Russian)