

А.Г. Буркин¹, С.П. Яцык¹, Д.К. Фомин², С.М. Шарков¹, Б.К. Шамов¹¹ Научный центр здоровья детей РАМН, Москва² Российский научный центр рентгенодиагностики Минздравсоцразвития РФ, Москва

Радионуклидная оценка мочеточникового транзита мочи у детей с обструктивными уропатиями

Контактная информация:

Буркин Артем Гагикович, аспирант уроandroлогического отделения НЦЗД РАМН

Адрес: 119991, Ломоносовский проспект, д. 2, стр. 1, тел.: (499) 132-31-41, e-mail: artem_prof@mail.ru

Статья поступила: 08.12.2011 г., принята к печати: 01.03.2012 г.

Среди причин формирования хронической почечной недостаточности в детском возрасте ведущее место отводится врожденной патологии, в том числе и обструктивным уропатиям. В статье описаны современные возможности диагностики обструктивных уропатий, связанных с патологией пузырно-мочеточникового соустья у детей. Представлены данные о преимуществах и недостатках разных методов диагностики. Подчеркнуто, что необходимо выбирать тот или иной метод по строгим показаниям, отдавая предпочтение менее инвазивному и более информативному. Авторы, на основании результатов собственного исследования, показали высокую эффективность динамической нефросцинтиграфии для оценки уродинамики при обструктивных уропатиях пузырно-мочеточникового рефлюкса.

Ключевые слова: обструктивные уропатии, мегауретер, пузырно-мочеточниковый рефлюкс, динамическая нефросцинтиграфия.

116

Среди врожденных урологических заболеваний у детей широко представлена группа обструктивных уропатий. По последним данным, их частота колеблется от 1 до 5,4% всей детской популяции [1].

В современной литературе обструктивные уропатии описываются как комплекс структурно-функциональных изменений почечной ткани, развитие которых связано с нарушением нормального пассажа мочи. При этом препятствия нормальному току мочи могут иметь функциональную или органическую природу; они локализируются на уровне чашечно-лоханочного, лоханочно-мочеточникового, пузырно-мочеточникового сегментов или являются следствием инфравезикальной обструкции. Появление такого определения обусловлено расширением знаний о механизмах повреждения почек при обструктивных уропатиях, в формировании которых ведущая роль отводится нарушению уродинамики [2].

В основе развития обструктивных уропатий лежат нарушения внутриутробного органогенеза или склеротические процессы в пузырно-мочеточниковом сегменте, развивающиеся постнатально [3]. Это приводит к формированию обструкции по функциональному или органическому типу. Обструкция может носить полный или частичный характер, быть одно- или двусторонней.

Прогноз лечения обструктивных уропатий и качество жизни пациентов, имеющих данную патологию, во многом определяется характером и выраженностью поражения почечной паренхимы. Часто первым проявлением обструктивной уропатии служит инфекция мочевых путей в форме цистита, уретрита и пиелонефрита. Нарушения уродинамики в условиях неэффективной антибактериальной терапии способствуют длительной персистенции патогенных бактерий и развитию рецидивирующего течения микробно-воспалительного

A.G. Burkin¹, S.P. Yatsyk¹, D.C. Fomin², S.M. Sharkov¹, B.K. Shamov¹¹ Scientific Center of Children's Health of RAMS, Moscow² Russian Radiology Research Center of the Health and Social Development Ministry of Russian Federation, Moscow

Radionuclide evaluation of ureteral urinary transit in children with obstructive uropathies

Among the causes of chronic renal failure in childhood congenital abnormalities, including obstructive uropathy play the leading role. This article describes the current diagnostic capabilities of the obstructive uropathy associated with the pathology of vesicoureteral junction in children. The data on the advantages and disadvantages of various methods of diagnosis, emphasizing the need to choose which method according to strict indications is less invasive and more informative. Authors on the basis of their own results have shown the high efficiency of the dynamic renoscintigraphy for urodynamics with obstructive uropathies vesicoureteral reflux evaluation.

Key words: obstructive uropathies, megaureter, vesicoureteral reflux, renoscintigraphy.

процесса с формированием склероза почечной ткани и деформации чашечно-лоханочной системы. Инфекция мочевыводящих путей — первый симптом обструкции более чем у 25% детей [4].

Тяжелые случаи обструктивных уropатий приводят к инвалидизации пациентов, так как выраженные нарушения уродинамики ведут к резкому снижению или даже утере ренальных функций с формированием терминальной стадии хронической болезни почек (ХБП). Так, по данным М. С. Игнатовой, в группе детей с III, IV и V стадиями ХБП среди причин преобладали врожденные заболевания почек [5].

В работах R. Chevalier и S. Klahr указывается, что обструктивные уropатии являются основной причиной развития хронической болезни почек у детей, особенно грудного и раннего возраста. Все это указывает на социальную значимость проблемы [6–8].

Обструктивными уropатиями, причиной которых служит патология пузырно-мочеточникового сегмента, являются пузырно-мочеточниковый рефлюкс (ПМР) и различные формы первичного мегауретера.

В настоящее время при обследовании урологических пациентов широко применяется ультразвуковое исследование (УЗИ). Метод считается относительно простым и неинвазивным. При проведении УЗИ органов мочевыводительной системы признаками ПМР могут считаться расширение нижних отделов мочеточника, расширение лоханки и чашечек при наполненном мочевом пузыре, а также расширение или нарастание размеров чашечно-лоханочной системы после мочеиспускания. При проведении УЗИ почек возможно выявление повреждения почечной паренхимы. Многие авторы полагают, что УЗИ следует считать скрининг-тестом для ранней диагностики ПМР. Однако, достаточно низкая чувствительность метода, а также сходная эхографическая картина высоких степеней ПМР и различных форм мегауретера заставляет усомниться в его пригодности в данном качестве [9, 10].

«Золотым стандартом» диагностики обструктивных уropатий являются рентгеновские методы исследования: экскреторная урография и микционная цистоуретрография.

В качестве основного метода диагностики ПМР и проведения дифференциального диагноза различных форм (рефлюксирующей и обструктивной) мегауретера используется рентгеновская цистография. Основное ее преимущество — получение данных о строении мочевого пузыря, анатомии уретры и мочеточников [9, 11–13].

Однако, интерпретация полученных данных базируется исключительно на визуальной оценке рентгенограмм специалистом, что снижает воспроизводимость результатов исследования [13]. Кроме того, в ряде случаев продолжительность рефлюкса не превышает 1 мин, что не позволяет выявить патологию, либо же диагноз устанавливается при обнаружении следов рентгенконтрастного вещества в мочеточниках. Следует учитывать, что при введении в мочевой пузырь рентгенконтрастного вещества низкой температуры может определяться переходящий пузырно-мочеточниковый рефлюкс, отсутствующий у пациента в нормальных условиях, т.е. ложноположительный результат исследования. Это обусловлено отрицательным влиянием растворов низкой температуры на мочевой пузырь и пузырно-мочеточниковый сегмент (подобно антихолинергическим средствам) [14]. Следует также отметить значительную лучевую нагрузку на пациента (2–4 мЗв), что является ограничением для проведения повторного исследования за определенный промежуток времени. Все вышеперечисленное заставляет искать новые методы в диагностике ретроградного тока мочи в мочеточники [6, 15–17].

Наряду с рентгеновской цистографией в комплекс обследования пациентов с обструктивными уropатиями входит экскреторная урография. Детские урологи чаще всего прибегают к струйному варианту исследования при сохранности почечных функций. При этом удается добиться тугого наполнения чашечно-лоханочной системы на одной из урограмм [18].

При помощи экскреторной урографии специалист получает возможность оценить анатомическое строение чашечно-лоханочной системы, мочеточников и мочевого пузыря. Кроме того, опираясь на скорость экскреции рентгенконтрастного вещества, можно получить представление о выделительной функции почек. Однако, экскреторная урография дает лишь косвенное представление об уродинамике верхних мочевых путей («отставание» нефрофазы не тождественно нарушению оттока мочи из верхних мочевых путей) и не дает информации о наличии ретроградного тока мочи из мочевого пузыря в мочеточник [9]. Другими недостатками метода являются необходимость внутривенного введения рентгенконтрастного вещества (инвазивность), риск развития аллергической реакции, а также невозможности применения у детей с азотемией. По данным ряда авторов, осложнения и побочные реакции при использовании рентгенконтрастных веществ отмечаются примерно в 25% случаев [12, 18]. В современных условиях экскреторная урография может быть заменена магнитно-резонансной урографией (высокоинформативный неинвазивный метод, не требующий введения контрастного вещества).

В комплексном обследовании больных с обструктивными уropатиями статическая нефросцинтиграфия с Tc-99m-ДМСА (димеркаптосукцинатацетат) используется для определения выраженности процессов нефросклероза на основании обнаружения участков снижения накопления радиофармпрепарата [19–21]. В основе метода лежит применение радиофармпрепаратов, способных связываться с 99mTc. Подобные радиофармпрепараты равномерно распределяются в функционирующей почечной паренхиме. Выведение их занимает несколько часов, что позволяет визуализировать ренальную паренхиму без наложения изображения собирательной системы [22].

Статическая нефросцинтиграфия, по мнению ряда авторов, является лучшим методом для определения нефросклероза [23]. Исследование эффективности выявления рубцовых изменений почечной паренхимы при помощи УЗИ и статической нефросцинтиграфии с Tc-99m-ДМСА показало, что радионуклидный метод выявил рубцовое поражение почек в 35% случаев, тогда как результаты УЗИ указывали на отсутствие повреждения органа. Gomes et al. (1994) показали, что чувствительность экскреторной урографии для диагностики склеротических изменений в почечной ткани у детей с ПМР составляет 60,2%, а радиоизотопного исследования с ДМСА — 96,9%.

Помимо статической скинтиграфии почек в детской урологической практике широко применяют динамическую нефросцинтиграфию. В основе метода лежит регистрация в динамике радиоактивности в почках и крови после внутривенного введения радиофармпрепарата (гиппурана), а также компьютерная обработка полученных изображений [24].

Основным преимуществом данной методики является возможность визуализации почек и верхних мочевых путей, что позволяет оценить их анатомо-топографическое состояние и уровень обструкции или стеноза мочеточника. Кроме того, проведение динамической нефросцинтиграфии дает представление о нарушениях органного кровотока. Данный метод позволяет определить функциональную разницу между почками в 5% случаев, т.е.

выявляет нарушения, соответствующие ранним стадиям заболевания.

Однако методика имеет ряд недостатков. В частности, на результаты исследования оказывают влияние степень гидратации, диурез и эмоциональное состояние пациента.

Следует отметить, что применение динамической нефросцинтиграфии с диуретической нагрузкой, как и диуретические функциональные пробы при других видах исследований, должны быть ограничены случаями, требующими дифференциальной диагностики: у пациентов с выраженной органической обструкцией такие пробы способны привести к некупируемому приступу почечной колики или обострению пиелонефрита [25].

Таким образом, несмотря на разнообразие предложенных методов визуализации обструктивных уротатий, проблема диагностики подобных заболеваний остается нерешенной. Сегодня ни один из предложенных методов не позволяет оценивать транзитную функцию мочеточника, основываясь на объективных показателях уродинамики. В современной литературе имеются указания на возможность объективной оценки движения мочи по верхним мочевым путям. Для этого авторы оценивали скорость транзита радиофармацевтического препарата по мочеточникам, используя разработанную ими методику. Однако исследования проводились у пациентов взрослого возраста, а данные о применении метода у детей отсутствуют [26].

Целью нашего исследования было изучение возможности радионуклидного метода оценки уродинамики верхних мочевых путей у детей с обструктивными уротатиями.

Для решения вышеописанной проблемы нами было обследовано 82 пациента (47 мальчиков и 35 девочек). Возраст обследуемых варьировал от 3 мес до 17 лет 11 мес.

Все пациенты, включенные в научную работу, находились на стационарном лечении в уроandroлогическом отделении ФГБУ НЦЗД РАМН по поводу различных форм обструктивных уротатий, а именно: пузырно-мочеточникового рефлюкса I–IV степеней (по классификации P.E. Heikkilä и K.V. Parkkulainen, 1966), обструктивного мегауретера, рефлюксирующей формы мегауретера (классификация Smith, 1977). Все больные были обследованы до и после проведенного оперативного лечения.

В комплексное обследование детей входили лабораторные (клинические анализы крови и мочи, биохимический анализ крови, посев мочи на стерильность) и инструментальные методы исследования (сонография, микционная цистоуретрография, экскреторная урография, статическая скintiграфия почек и динамическая нефросцинтиграфия с микционной пробой). Комплексное уродинамическое исследование выполнялось всем пациентам; нейрогенные расстройства мочевого пузыря служили критерием исключения ребенка из исследования.

В стандартный протокол проведения динамической нефросцинтиграфии нами было добавлено определение параметра мочеточникового транзита (ПМТ) — показателя, характеризующего мочеточниковый транзит мочи.

Исследование проводилось в положении ребенка сидя или лежа на спине. Зоны интереса строились над верхней и нижней третями обоих мочеточников, размер зоны интереса соответствовал $\sim 1/3$ мочеточника (рис. 1). Использовалась матрица 64×64 пиксела. Продолжительность серийного кадра составляла 5 с.

Анализ полученных данных заключался в построении кривых «активность—время» с зон интереса. Далее осуществлялось вычитание кривой с верхней трети мочеточника из кривой с нижней трети с последующим построением результирующего графика (см. рис. 1).

Параметр мочеточникового транзита характеризует среднее значение интеграла под полученной в ходе вычитания результирующей кривой. При нормальной транзитной функции мочеточника количество «активности», прошедшей через зоны интереса, должно быть примерно одинаковым, при этом значение интеграла должно мало отличаться от «0» или быть в области положительных значений, что обусловлено неодинаковым фоном на разных сегментах мочеточника и фоновой «засветкой» от мочевого пузыря.

Таким образом, для параметра мочеточникового транзита через верхнюю и нижнюю треть мочеточника справедливы значения равные или большие «0». Отрицательные значения указывают на задержку оттока мочи по мочеточнику.

Все дети, включенные в научную работу, были разделены на четыре группы. Следует отметить, что единицей исследования считалась сторона поражения, поэтому число обследованных детей и число наблюдений не совпадают.

Первая группа ($n = 30$, число наблюдений 54) была представлена детьми с инфекцией мочевых путей, у которых при проведении комплексного обследования не было выявлено расстройств уродинамики верхних отделов мочеиспускательного тракта. Данная группа рассматривалась нами как группа сравнения, а показатели ПМТ у этих детей были приняты в качестве нормативных (среднее значение показателя 0,58).

Во вторую группу ($n = 10$, число наблюдений 12) были включены пациенты, страдающие обструктивной формой мегауретера.

Третья группа ($n = 14$, число наблюдений 23) включала детей, госпитализированных по поводу рефлюксирующей формы мегауретера.

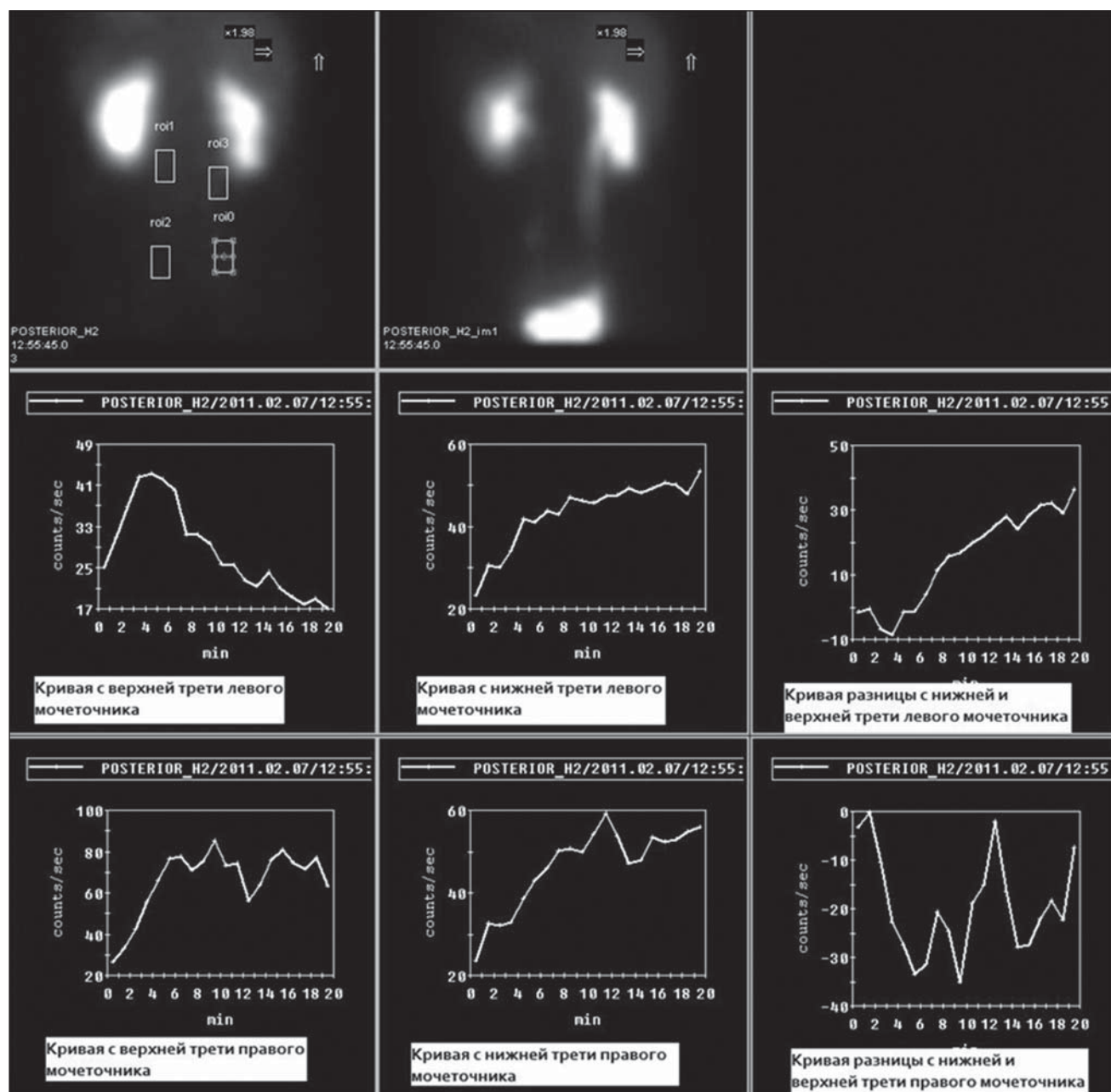
Четвертая группа объединила пациентов с I–IV степенью пузырно-мочеточникового рефлюкса. При этом выделялось две подгруппы: больные с ПМР I–III степени ($n = 45$, число наблюдений 70) и дети с IV степенью заболевания ($n = 13$, число наблюдений 19).

Все дети с обструктивными уротатиями были обследованы до оперативного лечения и через 6 мес после.

При проведении исследования в группах оценивались показатели активности воспалительного процесса, биохимические показатели почечных функций. По данным методов визуализации (сонография, рентгеновские и радионуклидные методы) производилась оценка состояния ренальной ткани, состояния почечного кровотока. Также анализировалась выраженность нарушений уродинамики верхних мочевых путей (степень расширения собирательной системы и мочеточников, снижение выведения радиоактивной метки, наличие ретроградного тока мочи в мочеточники, наличие диффузных изменений почечной ткани, нарушение внутри- и внепочечного оттока радиометки). Всем детям в ходе выполнения динамической нефросцинтиграфии проводилось определение ПМТ. Хирургическая коррекция обструктивных уротатий проводилась методами эндолуминальной хирургии (эндоскопическая коррекция ПМР, баллонирование и бужирование пузырно-мочеточникового соустья при обструктивном мегауретере) и по средствам «открытых» оперативных вмешательств. Использовалась неоимплантация мочеточников в мочевой пузырь по методике Козна и Политано—Ледбеттера.

При анализе полученных данных было установлено, что наиболее выраженные расстройства уродинамики определялись у пациентов с обструктивной формой мегауретера (рис. 2). У детей до оперативного лечения в данной группе среднее значение ПМТ составляло -14,8.

Рис. 1. Схема формирования результирующей кривой при оценке параметра мочеточникового транзита



К первому катамнестическому обследованию (спустя 6 мес после операции) происходит максимальное восстановление транзитной функции мочеточников, на что указывает среднее значение ПМТ после оперативного лечения (-1,1).

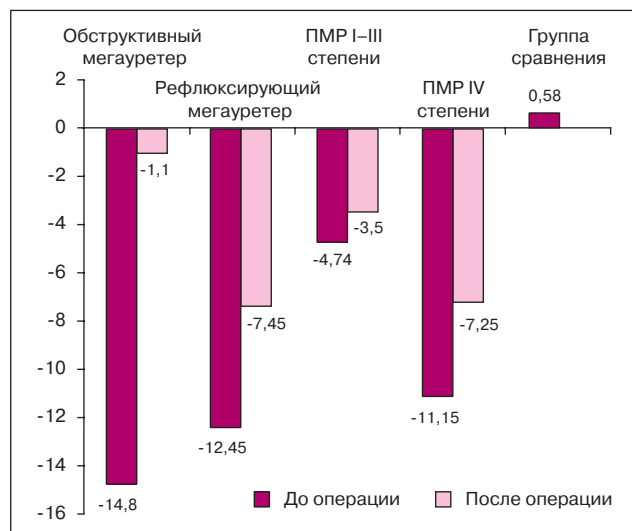
В группе детей с рефлюксирующей формой мегауретера нарушения уродинамики выражены в меньшей степени, однако, указывают на значительное нарушение транзитной функции мочеточника. Так, среднее значение показателя мочеточникового транзита до операции составило -12,45. После хирургической коррекции порока восстановление транзита мочи по мочеточнику происходит значительно медленнее, чем у пациентов с обструктивной формой мегауретера. У детей на первом катамнестическом обследовании среднее значение ПМТ составляло -7,45.

Пациенты с ПМР I–III степени имели среднее дооперационное значение исследуемого параметра на уровне

-4,74, что свидетельствует о наименьшем нарушении уродинамики. Следует отметить, что оперативное лечение ПМР, как и в случае рефлюксирующего мегауретера, приводит к длительному восстановлению транзитной функции мочеточника. После оперативного лечения мы получили средние значения показателя мочеточникового транзита равные -3,5, т.е. скорость прохождения мочи по мочеточнику увеличилась менее чем в 2 раза.

В подгруппе детей с ПМР IV степени расстройства транзитной функции мочеточника были сопоставимы с таковыми при рефлюксирующей форме мегауретера. Среднее значение показателя мочеточникового транзита до операции составило -11,15; после оперативного лечения — -7,25. Таким образом, продолжительность восстановления уродинамики при ПМР IV степени сходно с другими степенями рефлюкса (изменение менее чем в 2 раза; см. рис. 2).

Рис. 2. Динамика параметров мочеточникового транзита до и после оперативного лечения у детей с мегауретером и пузырно-мочеточниковым рефлюксом (ПМР), $p < 0,05$



Кроме того, при анализе данных не было получено достоверной статистической зависимости ($p > 0,05$) показателя мочеточникового транзита от типа течения хронического обструктивного пиелонефрита (клинико-лабораторная ремиссия, непрерывно рецидивирующее или латентное течение).

По данным проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Радионуклидные методы обладают высокой информативностью в диагностике обструктивных уропатий.
2. Показатель мочеточникового транзита является чувствительным параметром, не зависящим от типа течения хронического воспалительного процесса в паренхиме почек. ПМТ характеризует скорость прохождения мочи по мочеточнику, опираясь на объективные показатели уродинамики, и может быть использован при диагностике обструктивных уропатий, обусловленных патологией пузырно-мочеточникового сегмента.
3. Наиболее выраженные нарушения уродинамики верхних мочевых путей отмечается у пациентов с обструктивной формой мегауретера, при этом наименьшее снижение транзитной функции мочеточника имеет место у больных с ПМР I–III степени.
4. Наиболее выраженный эффект от проводимого оперативного лечения отмечается у пациентов с обструктивной формой мегауретера.
5. ПМТ указывает на наиболее продолжительное восстановление уродинамики после оперативного лечения у детей с рефлюксирующей формой мегауретера.

В заключение следует отметить, что использование показателя ПМТ дает возможность объективно оценивать уродинамику верхних отделов мочевых путей у пациентов с патологией пузырно-мочеточникового соустья и играет большую роль при оценке и оптимизации результатов хирургической коррекции обструктивных уропатий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Игнатова М.С. Патология органов мочевой системы у детей (современные аспекты). *Нефрология и диализ*. 2004; 2: 127–132.
2. Хворостов И.Н., Зоркин С.Н., Смирнов И.Е. Обструктивная уропатия. *Урология*. 2005; 4: 73–76.
3. Ческис А.Л., Северина Э.С., Леонова Л.В. и др. Состояние и развитие почек после оперативного лечения гидронефроза у детей. *Урология и нефрология*. 2002; 4: 39–43.
4. Watson A.R. Urinary tract infection in early childhood. *J Antimicrob Chemother*. 1994; 34 (Suppl. A): 53–60.
5. Игнатова М.С. Детская нефрология: Руководство для врачей. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ООО «Медицинское информационное агентство». 2011. 696 с.
6. Chevalier R.L., Klahr S. Therapeutic approaches in obstructive uropathy. *Semin Nephrol*. 1998; 18 (6): 652–658.
7. Klahr S. Obstructive nephropathy. *Kidney Int*. 1998; 54: 286–300.
8. Manucha W. Biochemical-molecular markers in unilateral ureteral obstruction. *Biocell*. 2007; 31: 1–12.
9. Лопаткин Н.А. Интермиттирующий пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей. Москва. 2004. 212 с.
10. Temiz Y., Tarcan T. The efficacy of Tc99m dimercaptosuccinic acid (Tc-DMSA) scintigraphy and ultrasonography in detecting renal scars in children with primary vesicoureteral reflux (VUR). *International Urology and Nephrology*. 2006; 38 (1): 149–152.
11. Данилов В.В., Головина О.Б., Шапкин В.В., Данилова Т.И. Клиническая характеристика функции мочевого пузыря у больных с пузырно-мочеточниковым рефлюксом. *Детская хирургия*. 2005; 4: 10–14.
12. Захарова И.Н., Мумладзе Э.Б., Вороненко О.А., Захаркина Е.В. Рентгеноконтрастные методы исследования в детской нефрологии. *Лечащий врач*. 2005; 9: 43–47.
13. Пугачев А.Г., Москалева Н.Г. Интермиттирующий пузырно-мочеточниковый рефлюкс у детей. *Урология*. 2003; 2: 41–45.
14. Фомин Д.К. Диагностика обструктивных уропатий у детей методами ядерной медицины. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва. 2008.
15. Молчанова Е.А., Валов А.Л. Результаты формирования регистра хронической почечной недостаточности у детей в 2000–2004 гг. *Нефрология и диализ*. 2004; 6 (3): 221–225.
16. 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: 152–153.
17. Шмиткова Е.В. Оценка состояния уретерovesикального сегмента при обструктивных уропатиях у детей раннего возраста с помощью ультразвуковой доплерографии. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва. 2004.
18. Коровина Н.А., Захарова И.Н., Вороненко О.А. Применение рентгеноконтрастных препаратов в детской нефрологии. *Российский педиатрический журнал*. 2004; 6: 39–42.
19. Захарова И.Н., Герасимова Н.П., Савельева О.В. Радионуклидные методы исследования при пиелонефрите у детей. *Материалы III Российского конгресса «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии»*. Москва. 2004. С. 256–262.
20. Хворостов И.Н., Зоркин С.Н., Дворяковский И.В. и соавт. Сравнительная оценка результатов доплерографического исследования сосудов почек и статистической реносцинтиграфии с Tc-ДМЯК у детей с обструктивными уропатиями. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2005; 6: 44–52.
21. Яцык С.П. Иммунологическая и радионуклидная оценка состояния почек и мочевых путей при обструктивных уропатиях у детей и подростков. Автореф. дис. ... докт. мед. наук. Москва. 2005. 42 с.
22. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск: STT. 2006. 394 с.
23. Watanebe H. Diagnostic ultrasound in urology and nephrology. Tokyo, New York. 1981. 187 p.
24. Каситериди И.Г. Сравнительная оценка современных методов исследования при гидронефрозе. Автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва. 2005.
25. Haferkamp A. Pitfalls of reped subureteral boving collagen injection for the endoscopic treatment of vesicoureteral reflux. *J. Urology*. 2000; 163 (6): 1919.
26. Ашрафян Л.А., Фомин Д.К., Трушин В.И., Трепин А.В. Радионуклидная диагностика функционального состояния мочеточников в процессе комбинированного лечения больных раком шейки матки. *Опухоли женской репродуктивной системы*. 2009. С. 3–4.