

Первый опыт использования гибридной диагностической системы для визуализации заданного отдела мочевых путей у детей с обструктивными уропатиями

Солодкий В.А., Павлов А.Ю., Фомин Д.К., Люгай О.О.

ФГБУ "Российский научный центр рентгенодиагностики" Минздрава России, Москва, Россия

The First Experience of Using Hybrid Diagnostic System for the Visualization of an Adjusted Urinary Tract in Children with Obstructive Uropathy

Solodky V.A., Pavlov A.Yu., Fomin D.K., Luygay O.O.

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology, Moscow, Russia

Цель исследования: изучить возможности гибридной диагностической системы для визуализации заданного отдела мочевых путей.

Материал и методы. Проанализированы результаты УЗИ почек и мочеточников, а также экскреторной урографии 30 детей (14 (47%) девочек и 16 (53%) мальчиков) в возрасте от 1 года до 15 лет с гидронефрозом (11 (37%) детей) и уретерогидронефрозом (19 (63%) детей). Всем пациентам была проведена динамическая нефросцинтиграфия с последующим КТ-сканированием на гибридной диагностической системе Philips Precedence с 16-срезовой конфигурацией КТ.

Результаты. Указанный подход позволил получить полную КТ-визуализацию всех отделов мочеточника, включая интрамуральный у 19 (63%) пациентов за одно КТ-сканирование. В 7 (23%) случаях на КТ-сканах удалось визуализировать лоханочно-мочеточниковый сегмент. В 4 (14%) случаях выявили удвоение мочеточников.

Заключение. Использование рентгеноконтрастной томографии, синхронизированной с динамической нефросцинтиграфией, позволило визуализировать интересующий отдел мочеточника не более чем за два КТ-сканирования. Последнее реализовывалось за счет точного определения времени поступления контрастного средства в интересующий отдел мочеточника путем регистрации кинетики радиометки на динамической записи. Тем самым лучевая нагрузка на ребенка, полученная при выполнении гибридного исследования, была меньше по сравнению с таковой при традиционном КТ-сканировании в связи с отсутствием необходимости дополнительного КТ-сканирования.

Ключевые слова: гидронефроз, уретерогидронефроз, компьютерная томография, динамическая сцинтиграфия, гибридная диагностическая система.

Objective: to explore the possibility of a hybrid imaging system for the visualization of an adjusted urinary tract.

Materials and methods. The results of kidney and ureter ultrasonography, and excretory urography of 30 children (14 (47%) girls and 16 (53%) boys) aged from 1 to 15 years with hydronephrosis (11 (37%) children) and ureterohydronephrosis (19 (63%) children) were estimated. All patients underwent dynamic kidney scan followed by CT scanning on a hybrid imaging system Philips Precedence with 16-slice CT configuration.

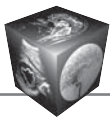
Results. This approach allowed us to obtain a complete visualization of ureter on CT scans, including intramural segment in 19 (63%) patients by a single CT scan. In 7 (23%) cases, the CT scan was able to visualize ureteropelvic junction. In 4 (14%) cases the ureter doubling was observed.

Conclusion. The use of X-ray tomography, synchronized with a dynamic nephrosцинтиграфия allowed to visualize the ureter segment of interest in not more than by two CT scans. The latter was realized due to the accurate determination of the arrival time of the contrast agent in the ureter of interest by registering the kinetics of the radiotracer on dynamic recording. Therefore, the radiation dose to the child received in the performance of the hybrid study was less significant compared with that in the conventional CT scan, due to the lack of need for additional CT scans.

Key words: hydronephrosis, ureterohydronephrosis, computed tomography (CT), dynamic scintigraphy, hybrid diagnostic system.

Введение

Распространенность обструктивных уропатий (ОУ) у детей составляет 1–5,4% всей детской популяции в Российской Федерации [1, 2]. Наиболее



тяжелыми видами обструктивных уропатий являются гидронефроз и уретерогидронефроз. Гидронефроз часто протекает бессимптомно и в 12% случаев впервые диагностируется при появлении артериальной гипертензии или при развитии хронической почечной недостаточности [3–5].

Ведущую роль в развитии указанных осложнений играют нарушения уродинамики верхних мочевых путей [5, 6]. При этом обструкция лоханочно-мочеточникового сегмента (ЛМС) является одной из главных причин развития гидронефроза. Своевременное выявление нарушений внепочечного оттока является определяющим фактором успешного лечения данной категории пациентов.

Традиционными методами исследования детей с обструктивными уропатиями являются ультразвукография (УЗИ) и экскреторная урография (ЭУ) [7].

УЗИ является безопасным и неинвазивным методом оценки состояния мочевых путей у детей и широко используется в клинической практике [8]. Несмотря на указанные преимущества, данная методика не дает возможности выявить начальные проявления нарушений уродинамики и визуализировать верхние мочевые пути на всем протяжении [9].

ЭУ дает возможность оценить анатомическое состояние мочеточников, мочевого пузыря и чашечно-лоханочной системы (ЧЛС), а по степени выведения рентгеноконтрастного вещества в фиксированные временные интервалы можно косвенно судить о выделительной функции почек [7]. В то же время ЭУ не позволяет получить динамическую запись всего процесса мочевыведения по верхним мочевым путям, что существенно снижает диагностическую ценность данного исследования [10]. Кроме того, визуализация интрамурального отдела мочеточника при выполнении ЭУ затруднена в связи с экранированием наполненным мочевым пузырем рентгеноконтрастным веществом, что не позволяет судить о состоянии уретерovesикального соустья.

Внедрение в клиническую практику рентгеновской КТ позволило значительно расширить диагностические возможности лучевых методов исследования обструктивных уропатий. Проведение КТ с внутривенным контрастированием дает возможность определить уровень обструкции верхних мочевых путей и тем самым выявить причину гидронефротической трансформации. Кроме того, проведение КТ дает точное представление о состоянии собирательной системы почки, локализации объемных образований и конкрементов. Последующая трехмерная (3D) реконструкция изображения позволяет оценить протяженность измененного участка мочеточника. Однако данное исследование не отражает функционального состояния почек и верхних мочевых путей [11].

Стандартный протокол исследования предусматривает выполнение КТ-сканирования сразу после введения рентгеноконтрастного препарата [12]. При таком подходе не всегда удается получить изображение верхних мочевых путей на всем протяжении, особенно у детей после реконструктивно-пластических операций, при нарушении выделительной функции почек, а также при замедлении транзита мочи по расширенным мочеточникам. Данный факт приводит к необходимости выполнения повторных отсроченных сканов, что влечет за собой существенное увеличение лучевой нагрузки на ребенка и тем самым ограничивает применение данного метода [13].

Оценить уродинамику верхних мочевых путей возможно путем проведения динамической нефросцинтиграфии. Главный недостаток указанного метода заключается в отсутствии анатомического изображения почек и мочеточников на получаемых скинтиграммах [14].

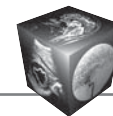
Таким образом, разработка нового диагностического метода, позволяющего достоверно оценить анатомию и уродинамику верхних мочевых путей при малой лучевой нагрузке, является крайне актуальной. Появление гибридных технологий, позволяющих получать одновременно функцио-

Для корреспонденции: Люгай Ольга Олеговна – 117997 Москва, ул. Профсоюзная, д. 86, Российский научный центр рентгенодиагностики. Тел.: +7-495-334-14-95, +7-926-816-18-63. E-mail: luga84@mail.ru

Солодкий Владимир Алексеевич – доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН, директор ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики”; **Павлов Андрей Юрьевич** – доктор мед. наук, профессор, заместитель директора ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики”; **Фомин Дмитрий Кириллович** – доктор мед. наук, заведующий клиникой ядерной и радиационной медицины ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики”; **Люгай Ольга Олеговна** – врач-радиолог клиники ядерной медицины ФГБУ “Российский научный центр рентгенодиагностики”.

Contact: Lyugay Olga Olegovna – 117997 Moscow, Profsoyuznaya str., 86, Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. Phone: +7-495-334-14-95, +7-926-816-18-63. E-mail: luga84@mail.ru

Solodky Vladimir Alekseevich – doct. of med. sci., Professor, Corresponding Member of RAMS, Director of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; **Pavlov Andrey Yurievich** – doct. of med. sci., Professor, Deputy Director of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; **Fomin Dmitry Kirillovich** – doct. of med. sci., Head of the Clinic of Nuclear Medicine and Radiation of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; **Lyugay Olga Olegovna** – nuclear medicine physician, of Clinic of Nuclear Medicine and Radiation of Russian Scientific Center of Roentgenoradiology.



нальные и анатомические изображения, открывает новые перспективы в диагностике обструктивных уропатий.

Цель исследования

Изучение возможностей гибридной диагностической системы для визуализации заданного отдела мочевых путей.

Материал и методы

Проанализированы результаты УЗИ почек и мочеточников, а также ЭУ 30 детей (14 (47%) девочек и 16 (53%) мальчиков) в возрасте от 1 года до 15 лет с гидронефрозом (11 (37%) детей) и уретерогидронефрозом (19 (63%) детей).

Всем пациентам была проведена динамическая нефросцинтиграфия с последующим КТ-сканированием на гибридной диагностической системе Philips Precedence с 16-срезовой конфигурацией КТ.

Пациенту одновременно внутривенно струйно в кубитальную вену вводились контрастное вещество и радиофармпрепарат (РФП). В качестве рентгеноконтрастного препарата использовался неонный диагностический раствор йопромида (Ультравист 370). Объем рентгеноконтрастного вещества рассчитывался по формуле: $1,2 \text{ мл} \cdot \text{масса тела ребенка (кг)}$. В качестве РФП использовался $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Технемаг активностью от 80 до 150 МБк. Сразу же после внутривенной инъекции контрастного вещества и РФП проводилась динамическая нефросцинтиграфия с помощью гамма-камеры в задней проекции с использованием матрицы 64×64 и продолжительностью кадра 1 мин. Пациентам до 3 лет динамическая запись выполнялась в положении лежа на спине, старше 3 лет – в положении сидя. Детектор располагался параллельно вертикальной оси почек.

На втором этапе гибридного исследования в момент начала визуализации радионуклидной метки в интересующем отделе мочеточника на получаемых сцинтиграммах проводили остановку динамической записи. Далее в максимально короткий срок (1–2 мин) устанавливалась зона интереса рентгеновского сканирования и выполнялась КТ брюшной полости и забрюшинного пространства.

При выраженных нарушениях уродинамики проводили несколько серий сцинтиграмм, вплоть до визуализации радиометки в интересующем отделе мочеточника.

Использовали следующие параметры рентгеновской КТ: коллимация $16 \times 0,75$, питч 0,9, толщина среза 2 мм, шаг спирали 1 мм.

Для дифференциальной диагностики стойкой и преходящей задержки эвакуации из собира-

тельной системы почек проводилась физиологическая эвакуаторная проба, разработанная в нашем Центре [15]. Последняя заключалась в вычислении степени опорожнения собирательной системы после дозированной физической нагрузки. Степень опорожнения собирательной системы оценивалась визуально и с помощью математической обработки. При выведении больше чем 75% РФП за 30 мин делали вывод о преходящем характере нарушения эвакуации.

Результаты и их обсуждение

В 17 (57%) из 30 наблюдений, исходя из результатов ЭУ и УЗИ, было диагностировано одностороннее расширение ЧЛС и/или мочеточника. Таким образом, зоной интереса для последующего гибридного исследования являлся один мочеточник в месте предполагаемой обструкции. В указанной группе проведение гибридного исследования позволило визуализировать заданный отдел мочеточника за единственное КТ-сканирование в 100% случаев. Визуализация интересующего отдела мочеточника на КТ-сканах, выполненная во временные интервалы по данным динамической нефросцинтиграфии, показывает, что кинетика РФП соответствует кинетике рентгеноконтрастного вещества.

У остальных 13 (43%) из 30 детей, согласно данным ЭУ и УЗИ, определяли двустороннюю гидронефротическую и/или уретерогидронефротическую трансформацию. Таким образом, целью проведения гибридного исследования было получить анатомическое изображение зон вероятной обструкции обоих мочеточников. Для этого после получения изображения заданного отдела первого мочеточника проводилось первое КТ-сканирование. Далее путем последующей динамической записи определяли поступление РФП в зоне интереса второго мочеточника. В максимально короткий срок (1–2 мин) после накопления РФП во втором мочеточнике проводилась повторная КТ почек и забрюшинного пространства. Таким образом, выполнение двойного КТ-сканирования при использовании указанного протокола позволило визуализировать оба мочеточника на всем протяжении.

Визуализация интрамурального отдела мочеточника при выполнении ЭУ затруднена в связи с экранированием наполненным мочевым пузырем рентгеноконтрастным веществом [1]. В связи с этим были изучены возможности гибридного исследования в визуализации интрамурального отдела мочеточника у 19 (63%) пациентов с уретерогидронефрозом. Для этого перед проведением гибридного исследования путем водной на-

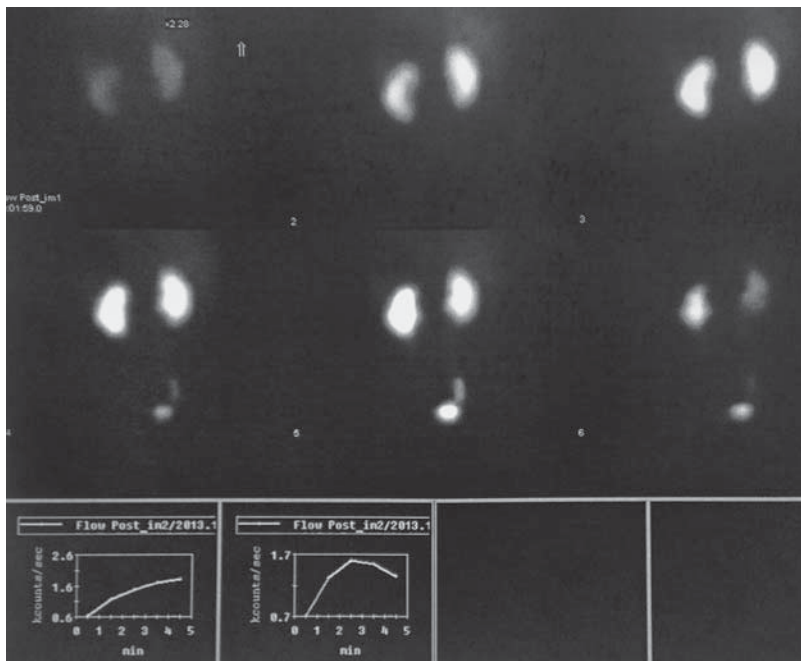
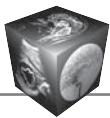


Рис. 1. Динамическая сцинтиграмма почек. Остановка записи на 6-й минуте при появлении радиометки в мочеточнике на всем протяжении и минимально в мочевом пузыре.

грузки добивались наполнения мочевого пузыря. КТ-сканирование выполняли в момент минимального накопления радиометки в мочевом пузыре, зарегистрированного на динамической записи (рис. 1). Указанный подход позволил получить полную КТ-визуализацию всех отделов мочеточника, включая интрамуральный у 17 (89%) пациентов из 19 с уретерогидронефрозом за одно КТ-сканирование (рис. 2). Остальным 2 (11%) пациентам из 19 с уретерогидронефрозом в связи со стойкой задержкой эвакуации РФП из собирательной системы контралатеральной почки для получения КТ-картины интрамурального отдела мочеточника потребовалось проведение повторного КТ-сканирования.

Одной из причин гидронефротической трансформации является обструкция ЛМС. При проведении ЭУ визуализация ЛМС затруднена в связи с фрагментарным контрастированием мочеточника. Таким образом, нами была изучена диагностическая значимость гибридного метода визуализации ЛМС у 11 (37%) детей с гидронефрозом. Для этого в максимально короткий срок после накопления радиометки в верхней трети мочеточника, зарегистрированного на динамической записи, выполняли КТ-сканирование.

В 4 случаях выявили накопление РФП в проекции верхней трети мочеточников и тем самым на КТ-сканах удалось визуализировать ЛМС. В 3 случаях при динамической записи мочеточник отчет-

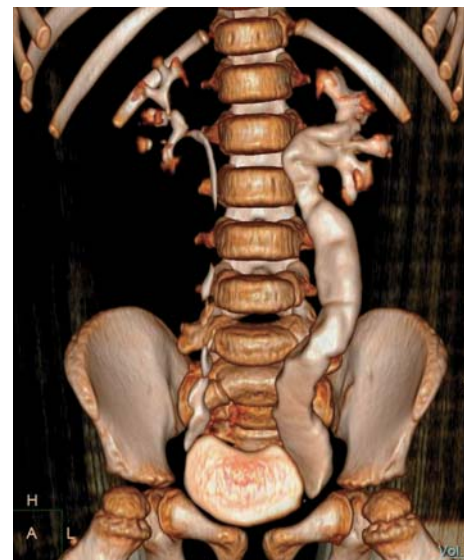


Рис. 2. КТ-изображение (3D-реконструкция), выполненное на 8-й минуте, после введения контрастного вещества и РФП. Визуализируется уретерогидронефротическая трансформация слева, а также дилатация нижней трети правого мочеточника.

ливо не определялся. После смены положения тела и частичного опорожнения мочевого пузыря радиометка визуализировалась как в верхней и средней трети мочеточника, так и в мочевом пузыре. Проведение последующего КТ-сканирования позволило визуализировать мочеточник на всем протяжении, включая ЛМС.

У 4 детей, согласно результатам ЭУ, диагностировали удвоение мочеточников, дилатацию ЧЛС. Однако контрастный препарат в мочеточниках визуализировался фрагментарно, что не позволяло оценить местоположение устьев. Исходя из этого, была поставлена задача визуализировать места впадения в мочевой пузырь удвоенного мочеточника. При динамической записи мочеточник определялся в виде широкой полосы сцинтилляций, не позволяя при этом отдельно визуализировать два мочеточника. У этих пациентов проведение КТ-сканирования осуществлялось в момент накопления радиометки на всем протяжении мочеточника. При анализе полученных при таком подходе КТ-сканов в 2 случаях визуализировалось слияние мочеточников в один и впадение в мочевой пузырь одним устьем. В остальных 2 случаях определяли два отдельно идущих мочеточника, впадающих в мочевой пузырь разными устьями (рис. 3, 4).

Проведение динамической нефросцинтиграфии позволяет дифференцировать степень нарушения выведения РФП из собирательной системы, а также дифференцировать стойкую и преходящую

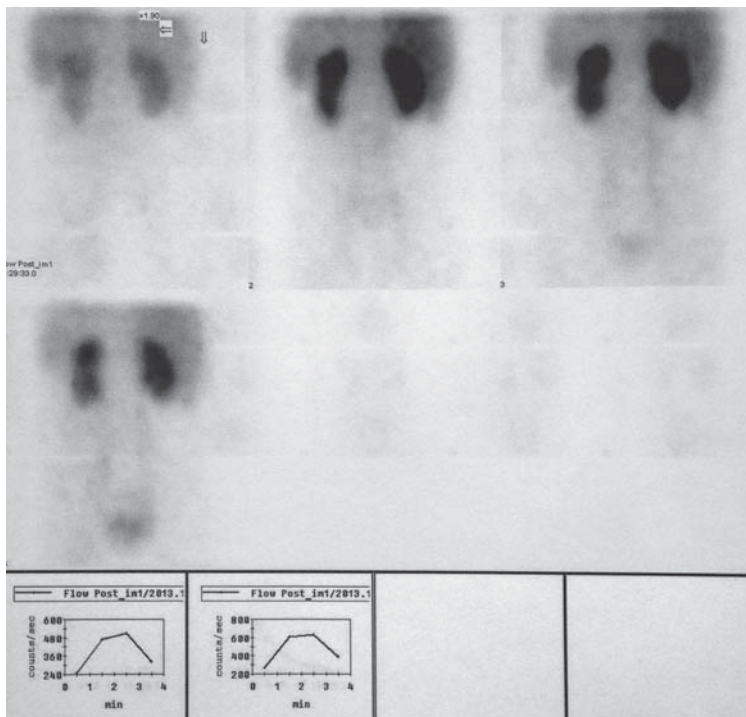
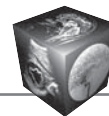


Рис. 3. Динамическая нефросцинтиграмма. Остановка записи на 4-й минуте при визуализации радиометки в мочеточниках на всем протяжении и минимально в мочевом пузыре.

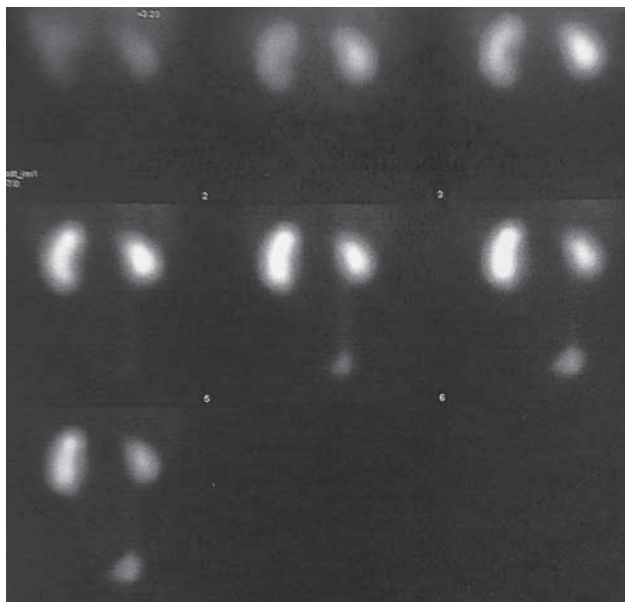


Рис. 5. Динамическая сцинтиграмма почек. Остановка записи на 7-й минуте при появлении радиометки в правом мочеточнике на всем протяжении и минимально в мочевом пузыре, левый мочеточник отчетливо не визуализируется в связи обструктивным характером выведения и стойкой задержкой эвакуации из собирательной системы.

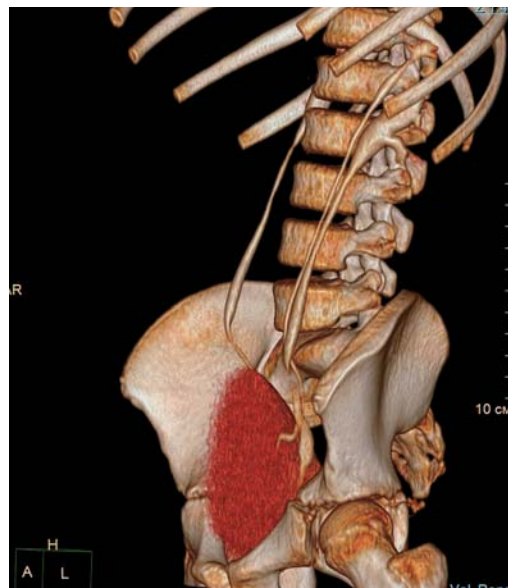


Рис. 4. КТ-изображение (3D-реконструкция), выполненное на 6-й минуте, после введения контрастного вещества и РФП. Слева визуализируются два отдельно идущих мочеточника, впадающих в мочевой пузырь разными устьями.

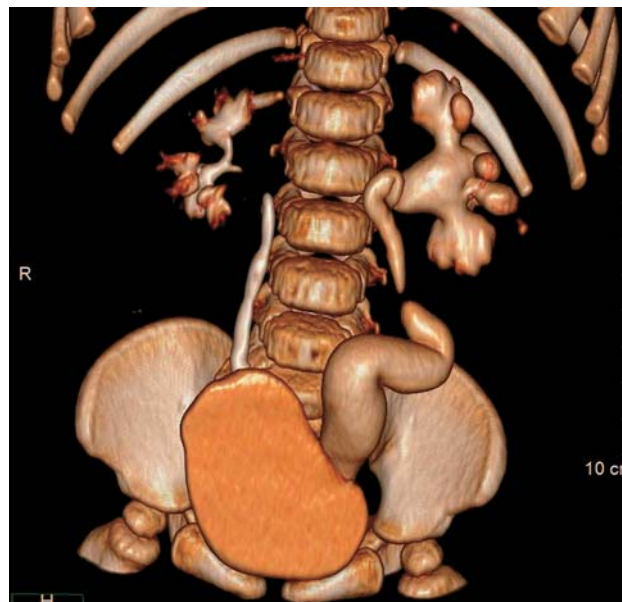


Рис. 6. КТ-изображение (3D-реконструкция) через 40 мин после введения контрастного вещества и РФП и смены положения тела на вертикальное. Визуализируется уретерогидронефротическая трансформация слева, а также дилатация нижней трети правого мочеточника.

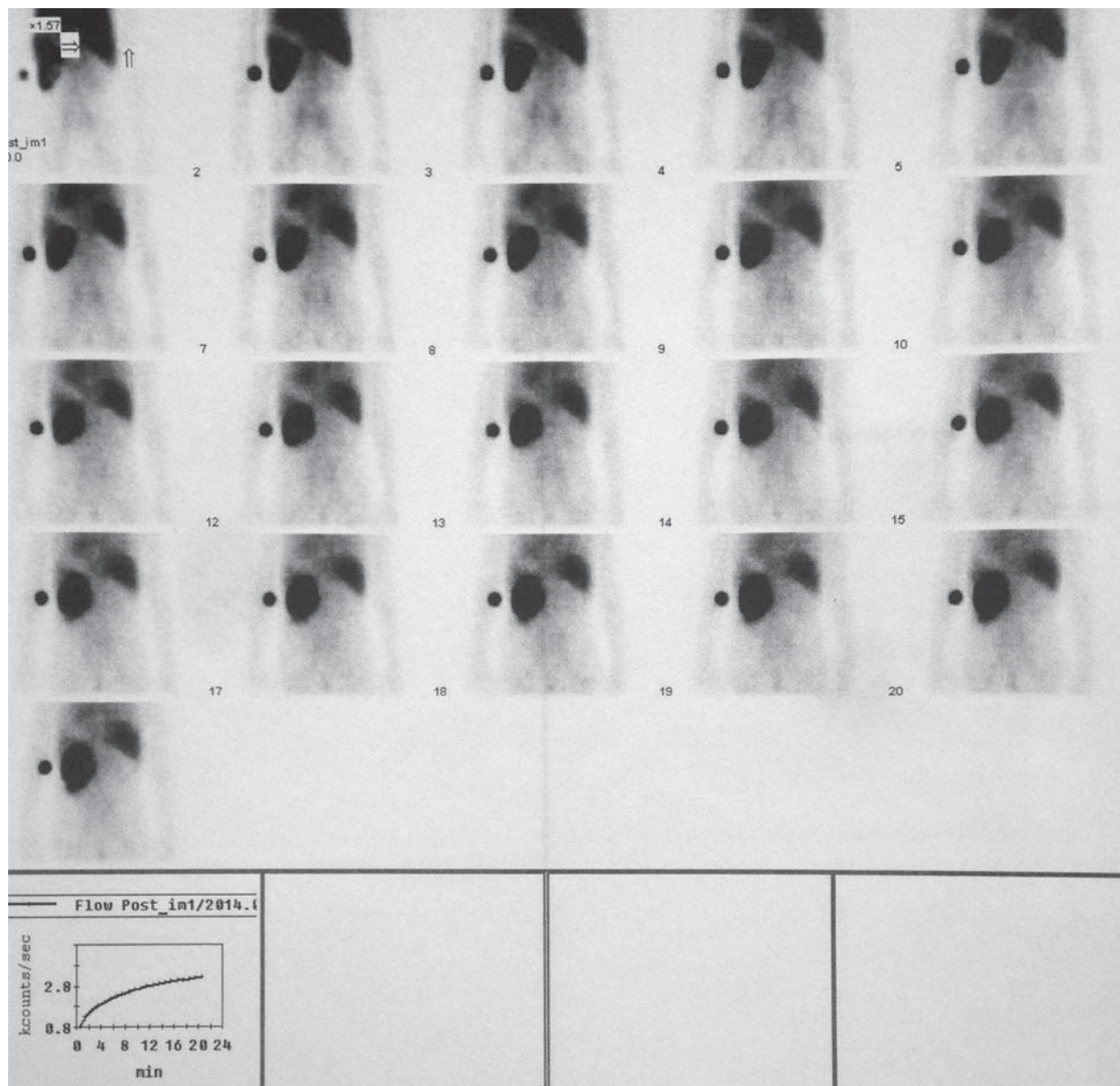
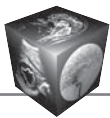


Рис. 7. Динамическая нефросцинтиграмма. Остановка записи на 21-й минуте. Радиометка в мочеточнике не визуализируется – кривая по обструктивному типу.

задержку эвакуации РФП из собирательной системы. Однако динамическая нефросцинтиграфия не позволяет анатомически определить уровень обструкции мочеточника [14]. В 5 случаях проведение гибридного исследования позволило обнаружить стриктуру предпузырного отдела мочеточника в виде его сужения на КТ-сканах при обструктивном типе кривой и стойкой задержке эвакуации РФП из собирательной системы на динамической записи (рис. 5, 6). В 1 случае также при стойкой задержке эвакуации РФП определялся обрыв контрастного вещества на протяжении 10 мм в нижней трети мочеточника (рис. 7, 8).

Лучевая нагрузка при проведении гибридного исследования включала в себя эффективную дозу (ЭД), полученную как при введении РФП, так и при проведении рентгеноконтрастной КТ. ЭД при проведении динамической сцинтиграфии почек находилась в диапазоне от 0,3 до 0,4 мЗв в зависимости от используемой активности и не менялась от времени пассажа радиометки в мочеточнике. ЭД при единственном КТ-сканировании на гибридной диагностической системе на ребенка от 1 года до 15 лет составила $3 \pm 1,5$ мЗв при лучевой нагрузке $3,4 \pm 1,6$ мЗв. При двукратном КТ-сканировании на гибридной диагностической

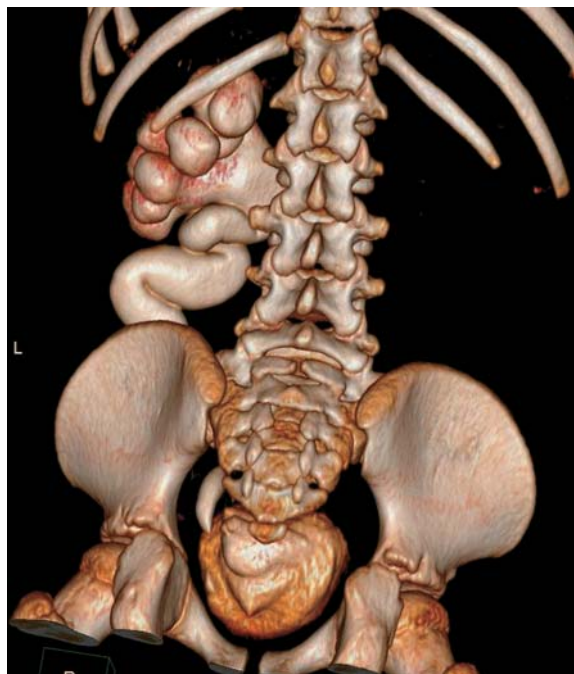
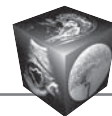


Рис. 8. КТ-изображение (3D-реконструкция) через 60 мин после введения контрастного вещества и РФП, после частичного опорожнения мочевого пузыря. Визуализируются уретерогидронефротическая трансформация слева, а также обрыв контрастного вещества на расстоянии 10 мм в нижней трети мочеточника.

системе ЭД составила $4,7 \pm 2,1$ мЗв при лучевой нагрузке $5,1 \pm 2,2$ мЗв.

ЭД при стандартной КТ почек и малого таза у детей от 1 года до 15 лет составляет от 7,2 до 18 мЗв [12]. Такая значительная лучевая нагрузка объясняется тем, что для получения полной анатомической картины мочевых путей требуется выполнение не менее 4 сканов. Значительно меньшая лучевая нагрузка при проведении гибридного исследования достигается путем сокращения количества КТ-сканов за счет точного определения времени поступления контрастного средства в мочеточник, зарегистрированного путем динамической записи.

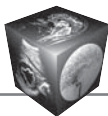
Заключение

Использование рентгеноконтрастной томографии, синхронизированной с динамической нефросцинтиграфией, позволяет визуализировать интересующий отдел мочеточника не более чем за два КТ-сканирования. Последнее достигается за счет точного определения времени поступления контрастного средства в интересующий отдел мочеточника путем регистрации кинетики РФП на динамической записи. Тем самым снижается лучевая нагрузка на ребенка в связи с отсутствием необходимости дополнительного КТ-сканирования.

Таким образом, в данной статье представлена оригинальная диагностическая методика, разработанная в нашем Центре, которая позволяет открыть новые перспективы в диагностике обструктивных уropатий у детей при малой лучевой нагрузке.

Список литературы

1. Игнатова М.С. Патология органов мочевой системы у детей (современные аспекты). Нефрология и диализ. 2004; 2: 48–50.
2. Хворостов И.Н., Зоркин С.Н., Дворяковский И.В. и др. Сравнительная оценка результатов доплерографического исследования сосудов почек и статической реносцинтиграфии с ^{99m}Tc -ДМСА у детей с обструктивными уropатиями. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005; 6: 44–52.
3. Klahr S., Levey A.S., Beck G.J. et al. For the Modification of Diet on Renal Disease Study Group: The effect of dietary protein restriction and blood-pressure control on the progression of chronic renal disease. N. Eng. J. Med. 1994; 330: 887–884.
4. Пугачев А.Г., Кудрявцев Ю.В., Ларионов И.И., Кирпатовский В.И. Гидронефроз у детей. Материалы IX Всероссийского съезда урологов. Курск, 1997. 20–34.
5. Шарков С.М. Особенности течения и эффективность хирургического лечения обструкции верхних мочевыводящих путей у детей: Автореф. ... дис. д-ра. мед. наук. М., 1999. 46 с.
6. Пугачев А.Г. Современные проблемы детской урологии. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 1995; 4: 4–9.
7. Лопаткин Н.А. Гидронефроз и гидроуретеронефроз. Заболевания почек и верхних мочевых путей: Руководство по клинической урологии; Под ред. Пытеля А.Я. М.: Медицина, 1969. 449–451.
8. Пыков М.И., Гуревич А.И., Николаев С.Н., Севергина Э.С. Допплерографическая оценка обструктивных уropатий у новорожденных. Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2003; 1: 68–75.
9. Игнашин Н.С. Ультрасонография в диагностике и лечении урологических заболеваний. М.: Видар, 1997. 112 с.
10. Пытель Ю.А., Золотарев И.И. Фармакоурография в оценке функциональных резервов верхних мочевых путей. Урология и нефрология. 1976; 1: 27–30.
11. Вагаршак Г., Еникеев М., Пальцева Е. и др. Гидронефроз; Под ред. П.В. Глыбочко, Ю.Г. Аляева. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 256 с.
12. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. В 2-х томах. Т. 2; Под ред. А.В. Зубарева, Ш.Ш. Шотемора. М.: МЕДпресс-информ, 2009. 712 с.
13. Труфанов Г.Е., Рязанов В.В., Мищенко А.В., Опекунова А.М. Лучевая диагностика опухолей почек, мочеточников, мочевого пузыря. СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2008. 200 с.
14. Лишманов Ю.Б., Чернов В.И. Радионуклидная диагностика для практических врачей. Томск: STT, 2004. 394 с.
15. Фомин Д.К., Яцык С.П., Лепаева Т.В. и др. Значение определения количественных показателей динамической сцинтиграфии почек с микционной пробой. Вестник РНЦРР. 2008; выпуск №8: (электронная версия) – http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v8/papers/fomin1_v8.htm.



References

1. Ignatov M.S. Pathology of the urinary system in children (modern aspects). *Nephrologiya i dializ.* 2004; 2: 48–50. (In Russian)
2. Hvorostov I.N., Zorkin S.N., Dvoryakovskiy I.V. et al. Comparative evaluation of dopplerography research of the kidneys vessels and static renoscintigraphy with ^{99m}Tc^{99m}-DMSA in children with obstructive uropathy. *Ultrazvukovaya i funktsionalnaya diagnostika.* 2005; 6: 44–52. (In Russian)
3. Klahr S., Levey A.S., Beck G.J. et al. For the Modification of Diet on Renal Disease Study Group: The effect of dietary protein restriction and blood-pressure control on the progression of chronic renal disease. *N. Eng. J. Med.* 1994; 330: 887–884.
4. Pugachev A.G., Kudryavtsev Yu.V., Larionov I.I., Kirpatovskiy V.I. Hydronephrosis in children. *Proceedings of the IX All-Russian Congress of Urology.* Kursk, 1997. 20–34. (In Russian)
5. Sharkov S.M. Features course and efficacy of surgical treatment of upper urinary tract obstruction in children: *Avtoref. dis. ... d-ra med. sci. M., 1999.* 46 p. (In Russian)
6. Pugachev A.G. Modern problems of pediatric urology. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii.* 1995; 4: 4–9. (In Russian)
7. Lopatkin N.A. Hydronephrosis and hydroureteronephrosis. *Kidney and upper urinary tract: Manual of clinical urology;* Ed. Pytel A.Ya. M.: Meditsina, 1969. 449–451. (In Russian)
8. Pykov M.I., Gurevich A.I., Nikolaev S.N., Severgina E.S. Doplerography evaluation of obstructive uropathy in the newborn. *Ultrazvukovaya i funktsionalnaya diagnostika.* 2003; 1: 68–75. (In Russian)
9. Ignashin N.S. *Ultrasonography in the diagnosis and treatment of urological diseases.* M.: Vidar, 1997. 112 p. (In Russian)
10. Pytel Yu.A., Zolotarev I.I. *Pharmacourography in the evaluation of functional reserves of the upper urinary tract. Urologiya i nefrologiya.* 1976; 1: 27–30. (In Russian)
11. Vagarshak G., Enikeev M., Paltseva E. et al. *Hydronephrosis;* Eds P.V. Glybochko, Yu.G. Alyaev. M.: GEOTAR-Media, 2011. 256 p. (In Russian)
12. Prokop M., Galansky M. *Spiral and Multilayered computed tomography.* In 2 vol. Vol 2; Eds A.V. Zubarev, Sh. Sh. Shotemora., M.: MEDpress-inform, 2009. 712 p. (In Russian)
13. Trufanov G.E., Ryazanov V.V., Mishchenko A.V., Opekunova A.M. *Radiological diagnosis of tumors of the kidneys, ureters, bladder.* SPb.: ELBY-SPb, 2008. 200 p. (In Russian)
14. Lishmanov Yu.B., Chernov V.I. *Radionuclide diagnostics for practitioners.* Tomsk: STT, 2004. 394 p. (In Russian)
15. Fomin D.K., Yatsyk S.P., Lepaeva T.V. et al. The value of quantifying dynamic renal scintigraphy with voiding trial. *Vestnik RSCRR.* 2008;issue#8: http://vestnik.rncrr.ru/vestnik/v8/papers/fomin1_v8.htm. (In Russian)