

25. Vázquez V. [et al.] *Corynebacterium urealyticum* en pacientes con trasplante renal. Imágenes características de la TC y ultrasonography de la cistitis y pielitis incrustante [*Corynebacterium urealyticum* in renal trasplantation. Characteristics of CT and sonographic imaging of incrustated cystitis and pielitis]. *Nefrologia*. 2004;24(3):288-93. [In Spanish, English abstract].
26. Audard V. [et al.] Fatal septic shock caused by *Corynebacterium D2*. *Intensive Care Med*. 2003; 29(8): 1376-9. doi: 10.1007/s00134-003-1865-1.
27. Johnson M, Perkins SK, Livitt D. Alkaline pyelitis causing renal failure in a transplanted kidney: treatment with percutaneous nephrolithotomy and urine acidification. *J Endourol Case Rep*. 2020; 6(4): 435-437. doi: 10.1089/cren.2020.0183.
28. Devine P.A., Courtney A.E.. Alkaline-encrusted pyelitis in a renal allograft. *Kidney Int Rep*. 2018; 4(1): 174-177. doi: 10.1016/j.ekir.2018.08.012.
29. Ulker V., Celik O. Endoscopic, single-session treatment of encrusted, neglected ureteric stents. *Medicina (Kaunas)*. 2019; 55(3): 58. doi: 10.3390/medicina55030058.
30. Yenicesu M. [et al.]. The long-forgotten fixed ureteric stent in a renal transplant patient. In *Transplantation proceedings*. 2004; 36(5): 1395-1397. doi: 10.1016/j.transproceed.2004.05.077.
31. Yenicesu M. [et al.]. Long-forgotten fixed ureteric stent in a renal transplant patient. In *Transplantation proceedings*. 2004; 36(5): 1395-1397. doi: 10.1016/j.transproceed.2004.05.077.
32. Veltman Y. [et al.]. Percutaneous nephrolithotomy and cystolitholapaxis for a «forgotten» stent in a transplanted kidney: a case history and review of the literature. *Clinical Transplantation*. 2010; 24(1). 112-117. doi: 10.1111/j.1399-0012.2009.01133.x.
33. Bhuvu S., Kennish S.J., Wah T.M. A forgotten fixed stent in a transplanted kidney: a case history. *Cases Journal*. 2009; 2(1): 1-4. doi: 10.1186/1757-1626-2-27.
34. Lee R. [et al.]. Successful treatment of encrusting cystitis and pyelitis with preservation of the renal graft. *Transplantation*. 2004; 78(2): 302-3. doi: 10.1097/01.tp.0000135140.12454.f4.
35. Meria P. [et al.]. Encrusted cystitis and pyelitis in children: an unusual condition with potentially severe consequences. *Urology*. 2004; 64(3): 569-573. doi: 10.1016/j.urology.2004.04.013.

УДК 616-079.1

© А.Ю. Павлов, З.Р. Сабирзянова, 2023

А.Ю. Павлов, З.Р. Сабирзянова

КЛИНИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОНУКЛИДНЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОРГАНОВ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ (ЛЕКЦИЯ)

*ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии»
Минздрава России, г. Москва*

Представлены все современные методы ядерной медицины, используемые в оценке состояния органов мочевыделительной системы у детей. С акцентом на клиническую интерпретацию описаны основные моменты динамической и статической нефросцинтиграфии, радионуклидной прямой и непрямой цистографии, а также гибридного исследования ОФЭКТ – цель проведения каждого исследования, задачи, решаемые при исследовании, особенности клинической оценки. Указано, что полноценное планирование технологий исследования, с учетом анатомо-функционального состояния почек, мочевых путей является залогом успешной диагностики и определения тактики лечения. В том числе, авторами представлены диагностические технологии, разработанные и внедренные ими в практику за последние 10 лет, такие как прямая радионуклидная цистография и ОФЭКТ с динамической нефросцинтиграфией. Данная работа с одной стороны позволит врачам клинической практики детским урологам-андрологам, нефрологам, урологам получить больше информации о методах радионуклидной диагностики, а с другой будет полезна специалистам ядерной медицины в понимании клинических задач.

Ключевые слова: нефросцинтиграфия, цистография, гидронефроз, мегауретер, пузырно-мочеточниковый рефлюкс, одноконтрастно-эмиссионная томография.

A.Y. Pavlov, Z.R. Sabirzyanova

CLINICAL INTERPRETATION OF THE RESULTS OF RADIONUCLIDE RESEARCH METHODS IN THE EVALUATION OF DISEASES OF THE URINARY SYSTEM IN CHILDREN (LECTURE)

All modern methods of nuclear medicine used in assessing the state of the urinary system in children are presented in the article. With an emphasis on clinical interpretation, the main points of dynamic and static nephroscintigraphy scanning, radionuclide direct and indirect cystography, as well as hybrid SPECT study are described - the purpose of each study, the tasks to be solved during the study, the features of clinical evaluation. It is indicated that the full planning of research technologies, taking into account the anatomical and functional state of the kidneys and the urinary tract is the key to successful diagnostic and determination of the way of treatment. In particular, the authors present diagnostic technologies developed and implemented by them in practice over the past 10 years, such as direct radionuclide cystography and SPECT with dynamic nephroscintigraphy. This work, on the one hand, will allow doctors of clinical practice, pediatric urologists-andrologists, nephrologists, urologists to get more information about the methods of radionuclide diagnostics, and on the other hand, it will be useful for nuclear medicine specialists in understanding clinical tasks.

Key words: nephroscintigraphy, cystography, hydronephrosis, megaureter, vesicoureteral reflux, single-photon emission tomography.

На сегодняшний день почти половина исследований у детей методами ядерной медицины приходится на оценку органов мочевыделительной системы (ОМВС). Наиболее распространенными среди этих методов яв-

ляются процедуры статической и динамической радионуклидной визуализации почек, которые несут в себе достаточно информационную эффективность, обладая максимальной функциональностью [1]. Оценка секреторной

функции почки и уродинамики верхних мочевых путей – это важнейшие клинические аспекты в диагностике заболевания органов мочевой системы. Правильная интерпретация и дифференциальная диагностика обструктивных и необструктивных нарушений уродинамики, нефросклероза и дисплазии почек – залог успешного лечения пациента [2]. В отличие от ультразвуковых методов, радионуклидные методы наиболее объективны, поскольку интерпретация данных хорошо отработана, протоколы исследований визуализируемы, что позволяет обеспечить низкую вариабельность и достаточную согласованность результатов, получаемых в различных клиниках [3].

Статическая нефросцинтиграфия (НСГ) с использованием медленно секретируемой и длительно фиксируемой в почках ^{99m}Tc -DMSA четко визуализирует границы их коркового слоя и точно определяет анатомо-топографические особенности (размер, положение, формы, контур), а также интенсивность и равномерность включения радиофармпрепарата (РФП) в паренхиму для выявления даже мелких очагов гипофиксации. В норме изображение почек характеризуется бобовидной формой, с ровными контурами, с интенсивной и равномерной фиксацией ра-

диоиндикатора в паренхиме. При поражении может быть уменьшение изображения, которое в сочетании с пониженным накоплением РФП отражает нефросклероз. Неравномерное накопление РФП может носить как очаговый (локальный), так и диффузно-очаговый характер, и встречаться при объемных образованиях или нефросклерозе. В то же время сниженная фиксация РФП с равномерным распределением является патогномоничным признаком снижения кровоснабжения, наблюдаемого при стенозе почечной артерии и гипоплазии почки. Увеличение размеров изображения характерно для викарной гипертрофии или удвоения почки. Хорошо дифференцируются на сцинтиграммах аномалии положения и взаиморасположения, такие как подковообразная, L- или S-образная, дистопированная почка. Клиническая интерпретация НСГ проводится с учетом результатов ультразвукового исследования [4,5]. Это позволяет сопоставить анатомические находки при ультразвуковом исследовании с функциональными характеристиками почечной ткани, визуализируемыми при сцинтиграфии и таким образом, например, отличить очаг нефросклероза от гипофиксации РФП в расширенной чашечно-лоханочной системе почки (ЧЛС) (рис. 1).

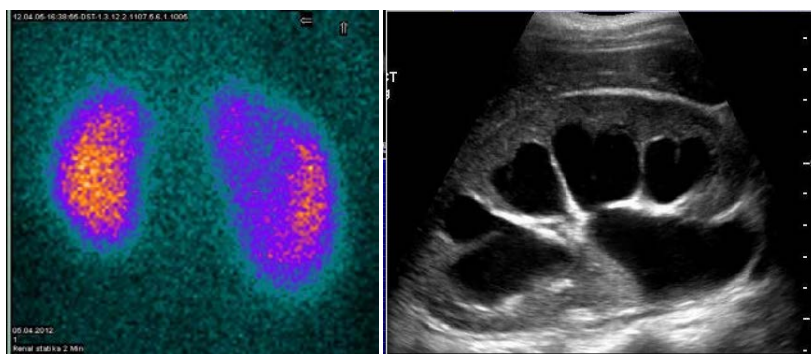


Рис. 1. Сопоставление визуализации НСГ и УЗИ при гидронефрозе

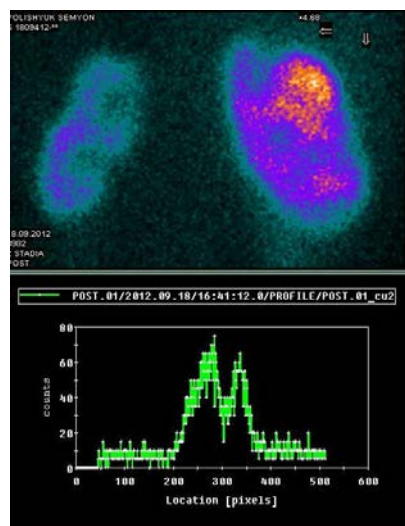


Рис. 2. Очаговые изменения в паренхиме почек при нефросклерозе, визуализируемые с помощью НСГ

Особое значение НСГ приобретает при мониторинговых исследованиях в процессе роста ребенка, оценке динамики заболевания и эффективности терапии, когда можно точно идентифицировать появление новых очагов гипофиксации РФП, которые трактуются как участки склероза почечной ткани (рис. 2).

При клинической оценке результатов НСГ в динамике обязательно следует учитывать суммарный рост паренхимы почек относительно роста площади тела ребенка, симметричность роста паренхимы с обеих сторон.

В силу специфики метода НСГ он не позволяет оценить характер уродинамики и определить причины нарушения оттока мочи на уровне верхних мочевых путей. Данные задачи

решаются при проведении динамической нефросцинтиграфии (ДНСГ) с применением ^{99m}Tc -MAG3, которая предоставляет диагностическую информацию о секреторно-экскреторной суммарной и раздельной функциях почек, их кровоснабжении, уродинамике, анатомо-топографических особенностях почек и мочевых путей и является главным методом оценки функционального состояния почек и верхних мочевых путей в условиях их дилатации, то есть при любой обструктивной уропатии (гидронефроз, мегауретер, уретерогидронефроз) [6]. Результатом ДНСГ является получение серий последовательных сцинтиграмм с изобра-

жением почек в различные временные интервалы. Таким образом, на ренографической кривой условно выделяют три сегмента – сосудистый, секреторный и экскреторный (рис. 3).

Секреторная функция почки на ДНСГ оценивается лишь визуально и суммарно на основании интенсивности включения РФП в почку в первые три минуты записи, а также по скорости подъема секреторного сегмента ренографической кривой и фиксации радиометки ЧЛС. О нарушении секреторной функции почки свидетельствует сглаживание пика и снижение амплитуды ренограмм, уменьшение ее секреторного сегмента.

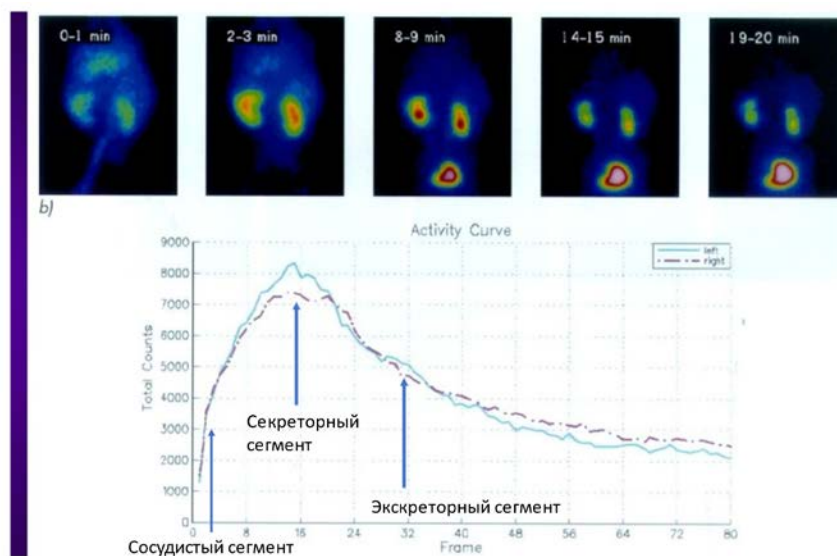


Рис. 3. Нормальная кривая ДНСГ посегментарно

Выделительная функция почки определяется визуально по скорости очищения ЧЛС с учетом значения периода полувыведения РФП ($T_{1/2}$), а при невозможности определения

$T_{1/2}$ при обструктивных нарушениях уродинамики высчитывают выведение РФП за все время исследования, результат выражают в процентах (рис. 4).

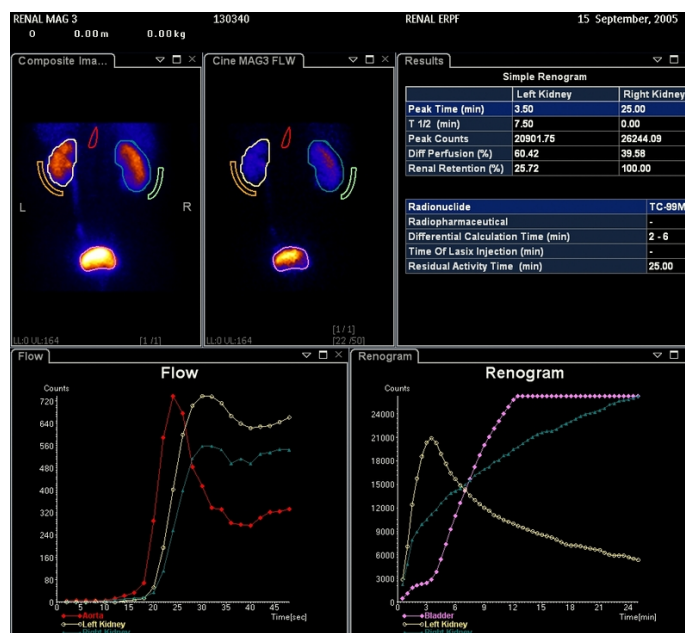


Рис. 4. ДНСГ при правостороннем гидронефрозе

Как и при других методах лучевой диагностики для выявления резервных возможностей пораженной почки и оценки состояния верхних мочевых путей (ВМП) при проведении ДНСГ применяется диуретическая проба, которая дает возможность дифференцировать обструктивный и необструктивный типы нарушения уродинамики [7]. Другой функци-

ональной составляющей при проведении ДНСГ является ортостатическая проба, выполняемая для адекватной оценки выведения из верхних мочевых путей после вертикализации пациента, при которой выведение свыше 75% свидетельствует о нормальной выделительной функции и отсутствии обструкции ВМП (рис. 5).

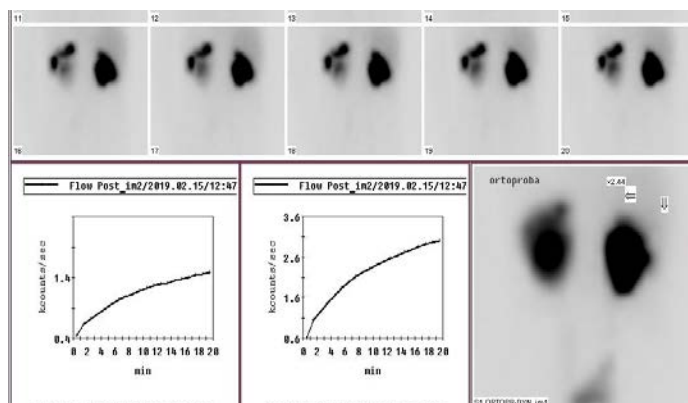


Рис. 5. Ортостатическая проба при проведении ДНСГ (процент опорожнения ВМП)

В силу малого разрешения матрицы, используемой при записи исследований, сцинтиграфия дает ограниченное представление об анатомическом состоянии ВМП – их строении, степени дилатации. Для решения подобных вопросов на смену малоинформативным и устаревающим рентгенологическим методикам экскреторной урографии (ЭУ) пришли методы радионуклидной оценки состояния почечной ткани и ВМП в гибридном сочетании с технологиями компьютерной томографии (КТ), которые несут максимальную информацию о топографии, анатомии и функции паренхимы почек и уродинамике ВМП.

Гибридная КТ-сцинтиграфия (ОФЭКТ), состоящая из двух последовательных компонентов: ДНСГ и КТ, позволяет в полной мере высказаться о степени расширения верхних мочевых путей в случае мегауретера или гидронефроза, наличии или протяженности стриктуры, или о наличии конкремента в том

или ином отделе мочеточника, установить наличие уретеровазального конфликта как причины гидронефротической трансформации почки и обструкции мочеточника [8,9].

Протокол проведения ОФЭКТ определяется клиническим специалистом на основании данных анамнеза и предварительных методов лучевой диагностики, (УЗИ, доплерографии сосудов почек). Протокол должен включать в себя: проведение нативного исследования, таргетную точку визуализации верхних мочевых путей (лоханочно-мочеточниковый сегмент, уретеровазальное соустье), необходимость наполнения или опорожнения мочевого пузыря, необходимость отсроченных исследований, необходимость дополнительного контрастирования сосудов. Гибридный подход позволяет минимизировать лучевую нагрузку при КТ-сканировании и получить оптимальный результат визуализации при любых обструктивных уропатиях (рис. 6).



Рис. 6. Гидронефроз справа: визуализация методами ЭУ и ОФЭКТ

В диагностике пузырно-мочеточникового рефлюкса (ПМР) технологии ядерной диагностики редко применяются не часто и используются, как методы выбора. Однако они имеют ряд значительных преимуществ относительно стандартной рентгеновской микционной цистоуретрографии (МЦУГ) [10].

Так, проведение микционной пробы при ДНСГ, когда происходит естественное наполнение мочевого пузыря выводимым почками РФП – непрямая радионуклидная цистиграфия (НРЦГ) исключает необходимость инвазивной манипуляции – катетеризации мочевого пузыря, но выполнима лишь у пациентов со зрелым типом мочеиспускания при наполнении мочевого пузыря, а затем опорожнении мочевого пузыря с оценкой активности РФП ВМП [11,12]. По нарастанию активности после микции можно делать вывод о возникновении активного ПМР (рис. 7).

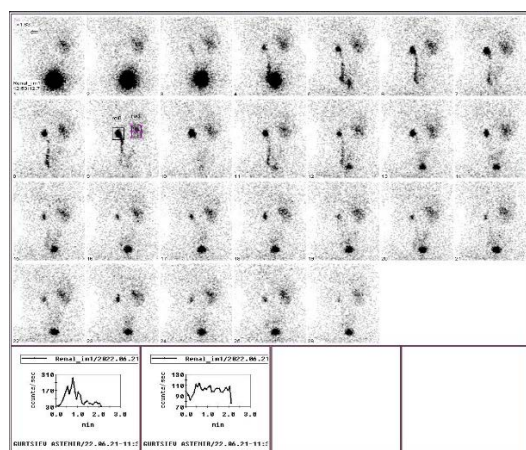


Рис. 7. НРЦГ: визуализируется двусторонний ПМР

В первую очередь данная методика является эффективной при длительном катам-

нестическом наблюдении детей после хирургической коррекции ПМР.

Прямая радионуклидная цистиграфия (ПРЦГ) – катетеризационная радионуклидная методика, позволяющая фиксировать даже кратковременный, интермиттирующий ПМР за счет регистрации всего процесса наполнения мочевого пузыря до позыва к микции и мочеиспускания в физиологическом положении: у детей раннего возраста в горизонтальном, а у старших – вертикально, сидя на судне (рис. 8).

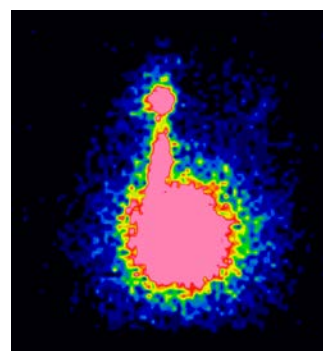


Рис. 8. ПРЦГ (левосторонний ПМР)

При исследовании определяются истинный объем мочевого пузыря в момент возникновения рефлюкса, длительность ПМР, а соотношение активности РФП в ВМП и мочевом пузыре позволяет установить степень рефлюкса в соответствии с принятой международной классификацией [10].

Понимание, клинический анализ и интерпретация данных специализированных радионуклидных исследований врачами-урологами – залог правильной оценки порока развития мочевыделительной системы и, как следствие, выбора оптимальной тактики лечения [13].

Сведения об авторах статьи:

Павлов Андрей Юрьевич – д.м.н., профессор, заместитель директора ФГБУ РНЦРР Минздрава России. Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 86. E-mail: andreyapavlov1955@yandex.ru.

Сабирзянова Зухра Рустамовна – к.м.н., ведущий научный сотрудник ФГБУ РНЦРР Минздрава России. Адрес: 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, 86. E-mail: sabirzianova@yandex.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каминская, А.Л. Использование косвенной радионуклидной цистиграфии в радионуклидных отделениях / А.Л. Каминская, А.В. Макаренко, Г.О. Романенко, М.О. Николов // Украинський радіологічний журнал. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 304-305.
2. Крылов, А.С. Методологические основы ядерной медицины в педиатрии / А.С. Крылов, Б.Я. Наркевич, А.Д. Рыжков // Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. – 2022. – Т. 5, № 1. – С. 18-36.
3. Люгай О.О. Возможности применения гибридных диагностических технологий у детей с обструктивными уropатиями: дисс... канд. мед. наук. – М., 2017.
4. Матюшина К.М. Значение маркеров ранних нарушений функции почек в обосновании хирургической и консервативной тактики при гидронефрозе у детей грудного и раннего возраста: дисс... канд. мед. наук 14.01.19. – М., 2015.
5. Павлов, А.Ю. Современные возможности выявления пузырно-мочеточникового рефлюкса у детей / А.Ю. Павлов, З.Р. Сабирзянова, Д.К. Фомин, О.О. Люгай, Г.В., О.В. Мифтахетдинова.
6. Симонян [и др.] // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. – 2012. – № 12-4. – С. 2.
7. Павлов, А.Ю. Современные возможности радионуклидной и лучевой диагностики в оценке анатомо-функционального состояния почек и мочевых путей у детей / А.Ю. Павлов, З.Р. Сабирзянова, Д.К. Фомин, О.О. Люгай, Г.В. Симонян [и др.] // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 52-56.
8. Павлов, А.Ю. Формирование нового алгоритма диагностики аномалий и пороков развития мочевой системы у детей / А.Ю. Павлов, Д.К. Фомин, О.О. Люгай, З.Р. Сабирзянова, Г.В. Симонян [и др.] // Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии. – 2016. – Т. 16, № 4.

9. Сиденко, А.В. Нефросцинтиграфия в диагностике повреждений почек при обструктивных уропатиях у детей: обзор литературы / А.В. Сиденко, С.П. Яцык, Н.П. Герасимова, Н.Л. Комарова, Ю.В. Калашникова, А.О. Тарзян // Педиатрия. Consilium Medicum. – 2019. – № 3. – С. 69-77.
10. Смирнов, И.Е. [и др.]. Радионуклидные исследования структурно-функционального состояния почек при гидронефрозе у детей / Смирнов И. Е. [и др.] // Российский педиатрический журнал. – 2013. – Т. 3. – С.
11. Солодкий В.А., Павлов А.Ю., Фомин Д.К., Люгай О.О., Сабирзянова З.Р. Способ визуализации почечной лоханки, верхнего, среднего, приустьевого, интрамурального отделов мочеточника с помощью ОФЭКТ-КТ диагностической системы у взрослых и детей с обструктивными уропатиями/ Патент на изобретение RU 2562326 C1, 10.09.2015. Заявка № 2014140435/14 от 07.10.2014.
12. Ткаченко, М.Н. Комплексное скintiграфическое исследование детей, больных пузырно-мочеточниковым рефлюксом / М.Н. Ткаченко, Г.О. Романенко, В.Ю. Кундин // Український радіологічний журнал. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 336-338.
13. Gordon, A. Piepsz, R. Sixt, M. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear. Guidelines for standard and diuretic renogram in children / I. Gordon, A. Piepsz, R. Sixt, M. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear // Eur J Nucl Med Mol Imaging. – 2011. – Т. 38, №6. – С. 1175-1188.
14. S.A. Camlar [и др.] The role of dynamic renal scintigraphy on clinical decision making in hydronephrotic children / S. A. Camlar [и др.] // Saudi J Kidney Dis Transpl. – 2017. – Т. 28, №1. – С. 76-80.

REFERENCES

1. Kaminskaya, A.L. Ispol'zovanie kosvennoi radionuklidnoi tsistografii v radionuklidnykh otdeleniyakh /A.L. Kaminskaya, A.V. Makarenko, G.O. Romanenko, M.O. Nikolov //Український радіологічний журнал. – 2012. – Т. 20, № 3. –С. 304-305.
2. Krylov, A.S. Metodologicheskie osnovy yadernoi meditsiny v pediatrii / A.S. Krylov, B.Ya. Narkevich, A.D. Ryzhkov // Onkologicheskii zhurnal: luchevaya diagnostika, luchevaya terapiya. – 2022. – Т. 5, № 1. – С. 18-36.
3. Lyugai O.O. Vozmozhnosti primeneniya gibridnykh diagnosticheskikh tekhnologii u detei s obstruktivnymi uropatiyami: diss... kand. med. nauk. – М., 2017.
4. Matyushina K.M. Znachenie markerov rannikh narushenii funktsii pochek v obosnovanii khirurgicheskoi i konservativnoi taktiki pri gidronefroze u detei grudnogo i rannego vozrasta: diss... kand. med. nauk 14.01.19. – М., 2015.
5. Pavlov, A.Yu. Sovremennye vozmozhnosti vyavleniya puzyrnomochetochnikovogo reflyuksa u detei / A.Yu. Pavlov, Z.R. Sabirzyanova, D.K. Fomin, O.O. Lyugai, G.V., O.V. Mifyakhetdinova,
6. Simonyan [и др.] // Vestnik Rossiiskogo nauchnogo tsentra rentgenoradiologii. – 2012. – № 12-4. – С. 2.
7. Pavlov, A.Yu. Sovremennye vozmozhnosti radionuklidnoi i luchevoi diagnostiki v otsenke anatomo-funktsional'nogo sostoyaniya pochek i mochevykh putei u detei / A.Yu. Pavlov, Z.R. Sabirzyanova, D.K. Fomin, O.O. Lyugai, G.V. Simonyan [и др.] // Pediatriya. Zhurnal im. G.N. Speranskogo. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 52-56.
8. Pavlov, A.Yu. Formirovanie novogo algoritma diagnostiki anomalii i porokov razvitiya mochevoi sistemy u detei / A.Yu. Pavlov, D.K. Fomin, O.O. Lyugai, Z.R. Sabirzyanova, G.V. Simonyan [и др.] // Vestnik Rossiiskogo nauchnogo tsentra rentgenoradiologii. – 2016. – Т. 16, № 4.
9. Sidenko, A.V. Nefrosintigrafiya v diagnostike povrezhdenii pochek pri obstruktivnykh uropatiyakh u detei: obzor literatury / A.V. Sidenko, S.P. Yatsyk, N.P. Gerasimova, N.L. Komarova, Yu.V. Kalashnikova, A.O. Tarzyan // Pediatriya. Consilium Medicum. – 2019. – № 3. – С. 69-77.
10. Smirnov, I.E. [и др.]. Radionuklidnye issledovaniya struktumo-funktsional'nogo sostoyaniya pochek pri gidronefroze u detei / Smirnov I. E. [и др.] // Rossiiskii pediatricheskii zhurnal. – 2013. – Т. 3. – С.
11. Solodkii V.A., Pavlov A.Yu., Fomin D.K., Lyugai O.O., Sabirzyanova Z.R. Sposob vizualizatsii pochechnoi loxhanki, verkhnego, srednego, priust'evogo, intramural'nogo otdelov mochetochnika s pomoshch'yu OFEKT-KT diagnosticheskoi sistemy u vzroslykh i detei s obstruktivnymi uropatiyami/ Patent na izobretenie RU 2562326 C1, 10.09.2015. Zayavka № 2014140435/14 ot 07.10.2014.
12. Tkachenko, M.N. Kompleksnoe stsintigraficheskoe issledovanie detei, bol'nykh puzyrno-mochetochnikovym reflyuksom / M.N. Tkachenko, G.O. Romanenko, V.Yu. Kundin // Український радіологічний журнал. – 2012. – Т. 20, № 3. – С. 336-338.
13. I. Gordon, A. Piepsz, R. Sixt, M. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear. Guidelines for standard and diuretic renogram in children / I. Gordon, A. Piepsz, R. Sixt, M. Auspices of Paediatric Committee of European Association of Nuclear // Eur J Nucl Med Mol Imaging. – 2011. – Т. 38, №6. – С. 1175-1188.
14. S.A. Camlar [и др.] The role of dynamic renal scintigraphy on clinical decision making in hydronephrotic children / S. A. Camlar [и др.] // Saudi J Kidney Dis Transpl. – 2017. – Т. 28, №1. – С. 76-80.