

В.Ю. Кундін

Національний медичний
університет
ім. О.О. Богомольця,
м. Київ

Діагностична значущість сцинтиграфічних досліджень нирок із ^{99m}Tc -фосфатами у дітей

Diagnostic significance of scintigraphy
investigations of the kidneys in children using
 ^{99m}Tc -phosphates

Цель работы: Определить диагностическую значимость исследований с ^{99m}Tc -фосфатами при нефропатиях у детей в зависимости от нозологической формы заболевания, активности воспалительного процесса, эффективности лечения.

Материалы и методы: Проведены динамические и статические реносцинтиграфические исследования с ^{99m}Tc -пирофосфатом (^{99m}Tc -ПФ) при разных заболеваниях почек (гломерулонефрит, пиелонефрит, гидронефроз, аномалии развития почек, пузырно-мочеточниковый рефлюкс и дисметаболические нефропатии) у 163 детей в возрасте от 5 до 16 лет. Полученные результаты сравнивали с данными аналогичных исследований с ^{99m}Tc -ДТПА.

Результаты: Сравнительная оценка гломерулотропных РФП ^{99m}Tc -ПФ и ^{99m}Tc -ДТПА показала полную аналогию фильтрационных и транспортных параметров этих препаратов. Результаты статической реносцинтиграфии позволили установить высокий процент включения ^{99m}Tc -ПФ при гломерулонефритах и пиелонефритах. Так, уменьшение процента фиксации РФП в динамике лечения от 6–7 % до 4–5 % является прогностически благоприятным признаком достижения позитивного эффекта терапии, а стойкая фиксация на уровне 7–8 % и больше свидетельствует о прогрессировании заболевания. Включение РФП в почках на уровне 10–12 % и больше свидетельствует о торпидном течении воспалительного процесса. Выявлены недостатки исследований с ^{99m}Tc -ПФ при гидронефрозе, пузырно-мочеточниковом рефлюксе и аномалиях развития почек.

Выводы: ^{99m}Tc -фосфаты позволяют достоверно оценить фильтрационно-экскреторные характеристики почек и, в отличие от ^{99m}Tc -ДТПА, указывают на степень выраженности воспалительного процесса. Высокая информативность сцинтиграфии с ^{99m}Tc -ПФ отмечается при гломерулонефритах и пиелонефритах, а низкая — при аномалиях почек и в диагностике пузырно-мочеточниковых рефлюксов. Высокий процент включения ^{99m}Tc -ПФ в почечную ткань является прогностически неблагоприятным признаком прогрессирования заболевания.

Ключевые слова: динамическая реносцинтиграфия, статическая реносцинтиграфия, нефропатии у детей, ^{99m}Tc -фосфаты, ^{99m}Tc -ДТПА.

Objective: To define the diagnostic significance of investigations with ^{99m}Tc -phosphates of nephropathies in children depending on the nosologic form of the disease, activity of the inflammatory process, efficiency of the treatment.

Material and Methods: Dynamic and static renoscintigraphy investigations with radiopharmaceutical (RP) ^{99m}Tc -pyrophosphate (^{99m}Tc -PP) in different kidneys diseases (glomerulonephritis, pyelonephritis, hydronephrosis, anomaly of kidney development vesicoureteral reflux, and dismetabolic nephropathies) were done in 163 children aged 5–16 years. The obtained results were compared with similar researches using ^{99m}Tc -DTPA.

Results: The respective values of glomerulotropism of ^{99m}Tc -PP and ^{99m}Tc -DTPA exhibited similarity of filtration and transport parameters of these RP. The results of static renography allowed to establish a high percent of ^{99m}Tc -PP inclusion in glomerulonephritis and pyelonephritis. The reduction in the percentage of RP fixation during the treatment from 6–7 % to 4–5 % is a favorable prognostic sign of positive effect of the treatment, and stable fixation at the levels 7–8 % and testified more about the progress of the disease. The RP inclusion in the kidneys at the level 10–12 % and more testified about torpid course of the inflammatory process. The disadvantages of the investigations with ^{99m}Tc -PP in hydronephrosis, vesicoureteral refluxes and anomaly of kidneys development were revealed.

Conclusion: ^{99m}Tc -phosphates allow to evaluate significantly filtration excretions characteristics of the kidneys and indicate the grade of the inflammation process (in contrast to ^{99m}Tc -DTPA). High informativity of scintigraphy with ^{99m}Tc -PP is noted in glomerulonephritis and pyelonephritis, and low informativity — in anomalies of kidneys and vesicoureteral reflux. The high percent of ^{99m}Tc -PP inclusion in the renal tissue is an unfavorable prognostic sign of progressing of the disease.

Key words: dynamic renoscintigraphy, static renoscintigraphy, nephropathies in children, ^{99m}Tc -phosphates, ^{99m}Tc -DTPA.

Фосфатні сполуки, мічені ^{99m}Tc (пірофосфат, метилендифосфонат), використовуються, головним чином, для досліджень кісток і суглобів в онкології, ревматології та травматології [1, 2]. Ці радіофармацевтичні препарати (РФП) в значних кількостях фіксуються не тільки в кістках, але й у запальних і дистрофічних осередках кісток та м'яких тканин. Фармакокінетика фосфатних РФП основана на фіксації 30–40 % цих сполук у кістковій тканині (решта виводиться з організму через нирки протягом перших трьох годин) [3]. Механізмом елімінації остеотропних РФП у нирках є клубочкова фільтрація [4]; максимальна фільтрація відбувається в

перші 30 хв після ін'єкції РФП. Це дозволяє проводити динамічні й статичні реносцинтиграфічні дослідження [5]. Вивчення нирок за допомогою фосфатних сполук проводили у 80-ті рр. в дорослих та дітей. Була показана висока значущість РФП при піелонефритах у дорослих та при нефротичному синдромі у дітей [6, 7]. Утім подальші дослідження не здійснювали, як і не була показана їх значущість при піелонефритах залежно від активності процесу, ефективності лікування, а також не були виявлені критерії прогнозування перебігу й хронізації патологічного процесу в нирках. Щодо інших захворювань нирок такі дослідження

дження взагалі не були запроваджені. В наступні роки активно використовували гломерулярний РФП ^{99m}Tc -ДТПА. Обмеження застосування ^{99m}Tc -фосфатів для дослідження нирок у дітей було пов'язано з наявністю інших нефротропних РФП, а також обережним ставленням педіатрів до опромінювання дітей. Однак аналіз променевих навантажень при дослідженнях із фосфатами демонструє, що вони не перевищують такі при використанні інших нефротропних РФП [8].

Методика дослідження

В рамках комплексної науково-дослідної роботи «Визначення радіонуклідних ознак прогресування захворювань нирок у дітей» кафедрою радіології Національного медичного університету ім. О.О. Богомольця спільно з Інститутом нефрології АМН України проведені реносцинтиграфічні дослідження з ^{99m}Tc -пірофосфатом (^{99m}Tc -ПФ) при різних захворюваннях нирок у 163 дітей віком 5–16 р. (автор даної публікації — виконавець зазначеного фрагменту). Серед обстежених 21 дитина з гострим (ГГН) та 26 із хронічним гломерулонефритом (ХГН); 18 із гострим піелонефритом (ГПН), 25 — із хронічним (ХПН); 13 із гідронефрозом (ГНТ); 32 з аномаліями нирок (13 — гіпоплазія нирки, 8 — тазова дистопія, 11 — дисплазія нирок) та 14 із міхурово-сечовивідним рефлюксом (МСР) різного ступеня вираженості. Контрольну групу склали 14 дітей із дизметаболічною нефропатією (ДМНП). Для дослідження нирок застосовували ^{99m}Tc -ПФ фірми «Polatom» (Польща) та «Радиопрепарат» (Узбекистан) внутрішнього введення активністю 1,5 МБк/кг. Отримані дані порівнювали з результатами досліджень аналогічної групи хворих із використанням ^{99m}Tc -ДТПА (115 дітей). Сцинтиграфія нирок із ^{99m}Tc -ПФ включала 3 основні етапи:

1) непряма радіонуклідна реноангіографія (НРАГ) — протягом 30 с після ін'єкції РФП (запис інформації здійснювався з експозицією 1 кадр/с);

2) динамічна реносцинтиграфія (ДРСГ), яку виконували протягом 20 хв відразу після НРАГ (експозиція 1 або 2 кадри/хв);

3) статична реносцинтиграфія (СРСГ), виконувана через 1 год після проведеної ДРСГ (експозиція — 100 000 імпульсів на аналізаторі).

Розгляньмо детальніше методику СРСГ з ^{99m}Tc -ПФ. Запис СРСГ здійснювали з використанням матриці $128 \times 128 \times 16$. Записували один кадр із 100 000 імпульсів на аналізаторі, що було обґрунтовано досвідом отримання оптимального зображення нирок та полегшувало математичні розрахунки при обробці зображень [9].

Статичну реносцинтиграфію виконували з боку спини пацієнта. Детектор гамма-камери розміщували так, щоб виключити з поля зору кістки таза, які в значній кількості фіксують РФП. Допускали видимість у детекторі лише верхівок крил клубових кісток і під час дослідження руки пацієнта виводили з поля зору детектора гамма-камери.

При СРСГ на фоні візуалізації грудного та поперекового відділів хребта добре контрастуються нирки, що дозволяє оцінити їх топографію, форму, контури та особливості розподілу й накопичення РФП (рис. 1).

Стандартизованими «зонами інтересу» при обробці результатів СРСГ були ліва та права нирки й фон тіла окремо для кожної нирки. Для чіткої візуалізації контурів нирок відсікання фону становило 10–20 %. Як правило, процедура згладжування зображення дозволяла добре контрастувати обриси нирок (рис. 2).

До «зон інтересу» правої та лівої нирок включали їх видимі проекції, а при аномальному розташуванні нирки й потраплянні в поле зору детектора кісток або інших органів останні виключали із «зон інтересу».

Зони фонові активності будували копіюванням проекцій відповідних нирок, розташовували їх у грудному відділі; в зони фону не включали кути лопаток та печінку.

Відсоток включення РФП підраховували за формулою

$$P_{l,n} = \frac{(A_{l,n} - \Phi_{l,n}) \times 100\%}{A_{\Sigma}}$$

де $P_{l,n}$ — відсоток включення РФП в ліву або праву нирку;

$A_{l,n}$ — кількість імпульсів, зареєстрованих із проекції лівої та правої нирки;

$\Phi_{l,n}$ — фонові активності;

A_{Σ} — загальна активність, зафіксована всім полем зору детектора.

Нерідко фон становив 30–40 % і для зменшення цього ефекту рахунок у кожній зоні потрібно було нормувати на її площу, щоб похибка розрахунків не перевищувала 5–10 %.

Порівняльна характеристика фіксації ^{99m}Tc -ПФ через 1 і 2 год після початку дослідження довела, що немає жодної статистичної різниці в накопиченні фосфатної сполуки в нирки через вибрані проміжки часу (через 1 год фіксація РФП була в межах 2,7–2,8 %; через 2 год не перевищувала 2,8–3,0 %).

Результати та їх обговорення

Порівняльна оцінка гломерулотропних РФП ^{99m}Tc -ПФ і ^{99m}Tc -ДТПА показала повну аналогію транспортних часових параметрів та фільтраційної здатності нирок із цими препаратами (табл. 1).

Таблиця 1. Порівняльна характеристика гломерулотропних РФП для оцінки функцій нирок
Table 1. Comparative characteristics of glomerulotropic RP in renal function evaluation

Параметр ДРСГ	Радіофармпрепарат	
	^{99m}Tc -ДТПА	^{99m}Tc -ПФ
Tmax, хв	3,75 ± 0,1	3,4 ± 0,2
T1/2max, хв	14,1 ± 1,1	12,5 ± 1,0
E20, %	86,3 ± 1,3	88,5 ± 1,2
ШКФ, мл/хв	116,2 ± 7,3	110,5 ± 5,4

Дизметаболічні нефропатії. Група дітей із ДМНП була прийнята за контрольну. У всіх дітей цієї групи були відсутні клінічні ознаки ураження нирок. Такі діти мали зміни в аналізах сечі у вигляді оксалат- та уратурії різного ступеня вираженості. Транспортні параметри ^{99m}Tc -ПФ у таких дітей були в межах нормальних значень і відповідали таким при дослідженнях аналогічної групи хворих із ^{99m}Tc -ДТПА. При СРСГ у всіх дітей із ДМНП без клінічних ознак ураження нирок включення РФП в нирки було симетричним і становило 2,4–2,7 %.

Гломерулонефрит. При ГГН на фоні розгорнутих клінічних проявів встановлений доволі високий відсоток фіксації РФП в нирки:

9,0 ± 0,7 % для правої і 8,5 ± 0,6 % для лівої, що перевищувало майже в 4 рази аналогічні дані контрольної групи (p < 0,01). У всіх хворих на ГГН високий відсоток включення РФП в нирки поєднувався зі значними порушеннями евакуаційної та фільтраційної здатності нирок. Після проведеного лікування фіксація РФП стала дещо нижчою і становила для правої нирки 6,3 ± 0,5 % і для лівої — 6,7 ± 0,6 %, що перевищувало значення контрольної групи в 2,5 рази (p < 0,01). Як показали подальші спостереження, збереження високого відсотка фіксації РФП в нирках на фоні патогенетичного лікування було прогностично несприятливою ознакою переходу ГГН в ХГН. Варто відзначити, що при ГГН спостерігалася також асиметрія фіксації ^{99m}Tc-ПФ в нирках на відміну від контрольної групи. Коефіцієнт асиметрії фіксації РФП у хворих складав 1,5–2. Асиметрія фіксації фосфатної сполуки в нирки в контролі не перевищувала 0,3–0,4. Отримані дані свідчать про те, що, незважаючи на двобічне ураження нирок при ГГН, ступінь включення їх у патологічний процес є неоднаковим.

При ХГН відсоток фіксації РФП до призначення лікування в середньому по групі складав 4,6 ± 0,5 % для правої нирки та 4,9 ± 0,5 % для лівої. Однак, на відміну від ГГН, при ХГН після проведеного лікування спостерігалася тенденція до зменшення значень накопичення ^{99m}Tc-ПФ в нирках. Після терапії, навпаки, відзначалося деяке збільшення відсотка накопичення РФП до 5,1 ± 0,5 % для правої нирки та 6,1 ± 0,6 % для лівої, також була зареєстрована асиметрія накопичення, яка складала 1,5–2.

Спостереження за групою хворих на ХГН, які на фоні лікування і після нього впродовж 1–3 р. мали 3 і більше рецидивів захворювання, дозволило констатувати збереження в них доволі високих значень фіксації ^{99m}Tc-ПФ на рівні 7–9,5 %. Аналіз параметрів СРСГ в групі дітей, в яких у подальшому сформували ХГН та ХНН, показав значний відсоток включення РФП у нирки, що свідчило про значну активність запалення нирок незалежно від етапу лікування (табл. 2) [10].

Зменшення відсотка фіксації РФП в динаміці лікування гломерулонефриту від 6–7 % до 4–5 % було прогностично сприятливою ознакою досягнення позитивного ефекту терапії, а стійке

утримання фіксації на рівні 7–8 % й більше свідчило про прогресування захворювання. Включення РФП в нирки на рівні 10–12 % і більше демонструвало торгідний перебіг ГГН.

Таблиця 2. Відсоток включення ^{99m}Tc-ПР в нирки через 1 годину при ГГН у дітей, в яких у подальшому сформувалися ХГН та ХНН
Table 2. Percentage of ^{99m}Tc-PP inclusion in 1 hour in children with acute glomerulonephritis which later evolved into chronic glomerulonephritis and chronic renal failure

РФП, %	ГГН	з переходом у ХГН	ХНН
В праву нирку	5,7 ± 0,6	8,1 ± 0,6*	10,5 ± 1,0**,***
В ліву нирку	5,4 ± 0,6	8,6 ± 0,7*	11,0 ± 1,1**,***

Примітка. Різниця вірогідна між значеннями: * — другої та першої груп, p < 0,05; ** — третьої та першої, p < 0,05; *** — другої та третьої, p < 0,05.

Пієлонефрит. При пієлонефриті відзначалось асиметричне порушення функції нирок протягом досліджень із гломерулотропними РФП, а при аналізі даних СРСГ спостерігалось підвищене включення РФП в нирки на рівні 5–8 % та асиметрія включення РФП в уражену нирку перевищувала в 2–3 рази фіксацію в симетричну нирку (рис. 3). Асиметрія накопичення залежала від форми та періоду захворювання [11]. Так, при гострому ПН та в періоді загострення хронічного ПН спостерігалась виражена асиметрія накопичення ^{99m}Tc-ПФ (табл. 3).

Таблиця 3. Відсоток включення ^{99m}Tc-ПФ в нирки через 1 годину при різних формах ПН у дітей
Table 3. Percentage of ^{99m}Tc-PP inclusion to the kidneys in 1 hour in various forms of pyelonephritis in children

Форма ПН	Уражена нирка	Симетрична нирка
ГПН	7,4 ± 1,0*	4,0 ± 0,9*
ХПН у стадії загострення	9,5 ± 0,9*	5,4 ± 0,8*
ХПН у стадії ремісії	5,3 ± 0,5*	3,5 ± 0,5
Контрольна група	2,7 ± 0,5	

Примітка. * — різниця між значеннями другої та першої груп вірогідна, p < 0,05.

На відміну від досліджень із ^{99m}Tc-ДТПА, при використанні ^{99m}Tc-ПФ за даними СРСГ можна визначити ступінь активності запального процесу в ураженій нирці. Так, при активності запального процесу I–II ступеня відсоток включення РФП становив 4,5–5,5 %, при III — 6–10 % і при IV — від 10 % та вище. Привертає увагу, що в активній стадії ПН симетрична до хворої нирка включає більшу

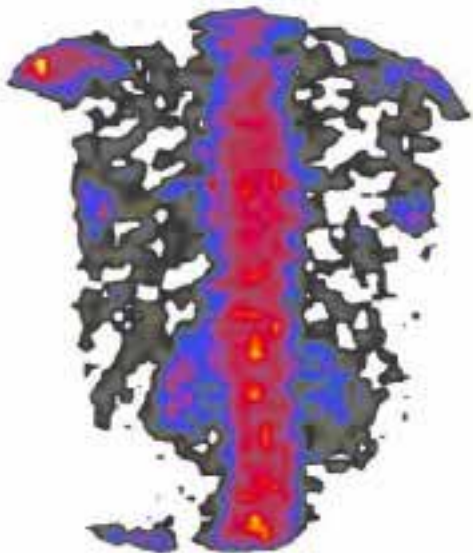


Рис. 1. Статична реносцинтиграма при дослідженні з ^{99m}Tc -фосфатами

Fig. 1. Static kidney scan at investigation with ^{99m}Tc -phosphates

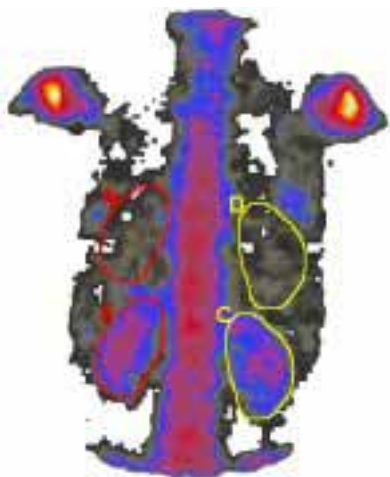


Рис. 2. Зони «інтересу» при СРСГ з ^{99m}Tc -фосфатами (А — ліва нирка, С — права нирка, В — фон для лівої нирки, D — фон для правої нирки)

Fig. 2. The zone of interest at static kidney scan with ^{99m}Tc -PP (A — left kidney, C — right kidney, B — background for the left kidney, D — background for the right kidney)

кількість препарату, ніж у нормі. Це свідчить, що в гострій стадії захворювання ГН у симетричній нирці також відбувається запалення. В стадії ремісії відсоток включення ^{99m}Tc -ПФ в симетричну нирку перебував на рівні контрольної групи або був трохи вищим.

Гідронефроз. Дослідження з ^{99m}Tc -ПФ при ГНТ мають ті ж самі недоліки, що й при використанні ^{99m}Tc -ДТПА. По-перше, при ГНТ виявлено значне порушення фільтраційно-екскреторних процесів (крива ренограми обтураційного типу). В такій ситуації важливо визначати функціональний стан паренхіми та миски окремо. Якщо паренхіма працює добре чи задовільно, а порушення функції відбу-

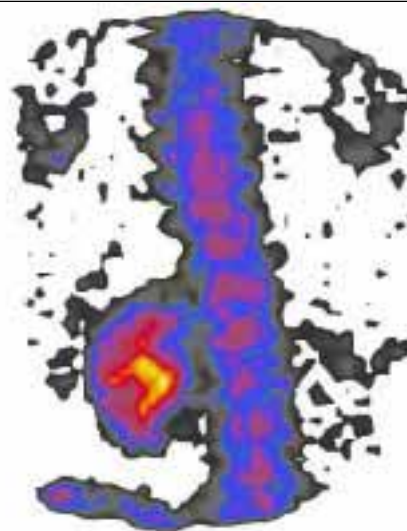


Рис. 3. Статична реносцинтиграма при ХПН в стадії загострення (на статичній сцинтиграмі фіксація РФП в уражену ліву нирку дорівнює 8,5 %, в праву симетричну — 3,0 %)

Fig. 3. Static kidney scan in exacerbation of chronic pyelonephritis (RP fixation in the involved left kidney is 8.5 %, right — 3.0 %)

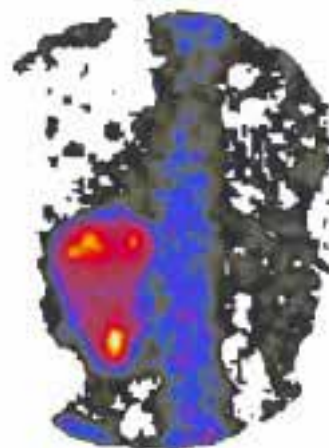


Рис. 4. Статична реносцинтиграма при ГНТ лівої нирки (на сцинтиграмі фіксація РФП в ліву нирку дорівнює 18 %, а в праву — 4 %)

Fig. 4. Static kidney scan in hydronephrosis of the left kidney (RP fixation in the left kidney is 18 %, right — 4 %)

вається за рахунок миски, це є прогностично сприятливою ознакою. Значне порушення функції паренхіми свідчить про доволі застарілий процес. По-друге, кількість паренхіми, що функціонує, при дослідженнях із гломерулярними РФП оцінюють за швидкістю клубочкової фільтрації (ШКФ). Значення ШКФ в гідронефротичній нирці не завжди відповідають дійсним. Програмне забезпечення оцінки ШКФ не враховує ступінь обструкції при ГНТ і показує фільтраційні параметри підвищеними при дослідженнях із ^{99m}Tc -ДТПА, і з ^{99m}Tc -ПФ. Це не дозволяє об'єктивно оцінити кількість паренхіми, що функціонує залишково. Велике значення має те, протягом якого

часу існує обструкція. Якщо обструкція виникла на фоні сечокам'яної хвороби (СКХ) і недавно, то отримане значення ШКФ дійсно відповідає істинному. Після ліквідації обструкції й відновлення прохідності сечовідних шляхів в ураженій нирці ШКФ знижується, а це вказує на бік обструкції і дозволяє визначити кількість паренхіми, що функціонує залишково. При ГНТ, що розвивається на фоні аномалій і існує тривалий час, вірогідна оцінка ШКФ неможлива. По-третє, високий відсоток фіксації ^{99m}Tc -ПФ (10–25 %) в ураженій нирці обумовлений не запальними змінами, а обструкцією верхніх сечових шляхів (рис. 4). Тому при ГНТ доцільнішим є проведення досліджень із ^{99m}Tc -ДТПА, хоча діагностична значущість цих препаратів для оцінки функції гідронефротичної нирки однакова.

Міхурово-сечовидільний рефлюкс. Визначення МСР при дослідженнях із ^{99m}Tc -ПФ є не завжди можливим через високий ступінь фіксації РФП в крижово-клубових зчленуваннях на останніх хвилинах дослідження, що не дозволяє визначити пасивні та активні МСР I, II та III ступенів. Така діагностика можлива лише за наявності МСР IV та V (мегауретер) ступенів, завдяки доброму контрастуванню сечоводів на всьому їх протязі з 3–4-ї по останню хвилину дослідження.

Аномалії нирок. При тазовій дистопії нирки інформативність методики знижується і це є протипоказанням для досліджень із фосфатними сполуками. Чіткій візуалізації дистопованої нирки заважають кістки таза. Це також додає значних помилок при оцінці функції такої нирки (уповільнення фільтраційно-екскреторних процесів). Тому доцільнішим є дослідження з ^{99m}Tc -ДТПА. При гіпоплазії нирки інформативність методики залежить від ступеня гіпоплазії. При зменшенні кількості паренхіми, що функціонує, в 3–5 разів порівняно зі здоровою ниркою інформативність дослідження з ^{99m}Tc -ПФ і ^{99m}Tc -ДТПА є однаковою. У разі асиметрії понад 7–10 нирки слабо контрастуються і нерідко ренографічна крива є афункціональною, тоді як при дослідженнях із ^{99m}Tc -ДТПА такі нирки краще контрастуються і дають гіпофункціональний тип ренографічної кривої. Така ж закономірність спостерігається і при дисплазії нирок. Роль пірофосфатного тесту при гіпоплазії та дисплазіях значно підвищується за наявності су-

провідної патології — пієлонефриту, гломерулонефриту та гідронефрозу.

ВИСНОВКИ

1. ^{99m}Tc -фосфатні сполуки дозволяють оцінити фільтраційно-екскреторні характеристики нирок і, на відміну від ^{99m}Tc -ДТПА, вказують на ступінь вираженості запального процесу та залучання інтерстицію в патологічний процес за відсотком включення РФП в нирки через 1 годину.

2. Висока інформативність досліджень із ^{99m}Tc -ПФ відзначається при гломерулонефритах та пієлонефритах.

3. Низька діагностична значущість досліджень із ^{99m}Tc -ПФ спостерігається при аномаліях нирок та діагностиці МСР.

4. Високий відсоток включення ^{99m}Tc -ПФ в ниркову тканину може бути прогностично несприятливою ознакою прогресування захворювання.

Література

1. Габунія Р.И., Зеленцова М.В. и др. Радиоизотопная диагностика метастатического поражения костей с помощью пирофосфата олова ^{99m}Tc .: Метод. рекомендации. — Обнинск, 1981. — 25 с.
2. Сиваченко Т.П., Мечев Д.С. Радионуклидная диагностика заболеваний костной системы // Лекция. — М.: ЦОЛИУВ, 1986. — 24 с.
3. Инструкция по приготовлению и применению ПИРФОТЕХ- ^{99m}Tc . Приказ МЗ СССР № 507 от 17.04.1985 г.
4. Kit for the preparation of ^{99m}Tc -Pyrophosphate. Instruction for use. — Polatom, 2000.
5. Синюта Б.Ф. // УРЖ. — 1999. — Т. VII, вип. 4. — С. 465–468.
6. Багдасарова И.В., Милько В.И., Иванов Д.Д. и др. // Клин. рентгенол. и радиол. — 1991. — Вып. 22. — С. 84–87.
7. Применение радиоактивных нуклидов в клинических исследованиях / Под ред. Р.И. Габунія. — М.: Атомиздат. — 1979. — 264 с.
8. Рекомендовані граничні рівні індивідуальних ефективних доз опромінення пацієнтів при проведенні рентгено- та радіонуклідної діагностики. — К., 1995. — 7 с.
9. Кундін В.Ю., Ніколов М.О. // УРЖ. — 2002. — Т. X, вип. 4. — С. 430–434.
10. Кундін В.Ю., Власенко О.О. Радіонуклідні критерії хронізації гострого гломерулонефриту у дітей // Актуальні проблеми нефрології. — 2003. — Вип. 8. — С. 124–129.
11. Лазар А.П., Багдасарова І.В., Містрюков В.М. Радіонуклідна оцінка функціонального стану нирок та ниркової геодинаміки у дітей, хворих на пієлонефрит // Там же. — 2001. — Вип. 5. — С. 90–96.

Надходження до редакції 21.06.2004.

Прийнято 02.07.2004.

Адреса для листування:
Кундін Валерій Юрійович,
кафедра радіології НМУ ім. О.О. Богомольця,
пр-т Перемоги, 34, Київ, 03057, Україна