

## Оценка функций почек по проценту захвата технема $^{99m}\text{Tc}$ с введением коэффициента поправки на распад $^{99m}\text{Tc}$

Исмаилова Г.Н.<sup>1</sup>, Шлыгина О.Е.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО «Национальный научный медицинский центр», г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup>Республиканский клинический госпиталь инвалидов отечественной войны, г. Астана, Казахстан

### АБСТРАКТ

Выполнен ретроспективный анализ результатов статической сцинтиграфии (СС) почек 53 пациентов, ликвидаторов аварии Чернобыльской АЭС, с артериальной гипертензией (АГ) и радиологической семиотикой хронического пиелонефрита (ХП). СС выполнена на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе «GenesysEpic» производства ADAClab. (США). Расчет процента захвата радиофармпрепарата (РФП) технема  $^{99m}\text{Tc}$  проводился стандартным способом и с введением в формулу расчета процента захвата технема  $^{99m}\text{Tc}$  коэффициента поправки  $^{99m}\text{Tc}$ . У всех пациентов определена радиологическая семиотика ХП на разных стадиях с функциональными нарушениями почек. Введение коэффициента поправки  $^{99m}\text{Tc}$  позволило снизить на 11,9% число ложноположительных результатов в оценке функции почек у больных с ХП и АГ.

**Ключевые слова:** почка, радиофармпрепарат, технема, статическая сцинтиграфия, хронический пиелонефрит.

### ВВЕДЕНИЕ

Хронический пиелонефрит - это запутывающий термин, который может быть радиологическим или патоморфологическим диагнозом или описательной характеристикой патологического состояния. Патологический или радиологический диагноз являются проявлением одного из почечных повреждений или

рубцовых изменений. Повреждения могут произойти вследствие предшествовавшей инфекции или являться следствием долгосрочного воздействия рефлюкса инфицированной или не инфицированной мочой. Взрослые имеют радиологические и патологические особенности ХП, вследствие рефлюкса или обструкции сфинктера мочевого пузыря, которая в сочетании с высокими давлением в мочевом пузыре, также являются причиной рефлюкса, что характерно для мужчин с повреждениями спинного мозга и детрузорно-сфинктерной диссинергии [2,4,5].

ХП является исходом длительно продолжающегося рефлюкса (необструктивный ХП) или обструкции (обструктивный ХП). Эти повреждающие процессы, приводят почку к последующему формированию рубцовых повреждений. Степень повреждения более выражена, если имеет место инфицирование мочи [2,6].

Повреждения тесно связаны с деформированием почечных чашечек. Искажение и расширение чашечек происходят из-за повреждения почечных пирамид. Эти повреждения как правило поражают верхние и более нижние полюса почек, потому что эти места более склонные к внутрипочечному рефлюксу. Кортикальный и мозговой слои почки в области повреждения утончаются, почка становится маленькой и истонченной в продольном и поперечном размерах. Повреждения могут быть «замечены» радиологически методами УЗИ почек, внутривенной урографии, ренальным изотопным сканированием или компьютерной томографией, поэтому говорят о радиологической семиотике ХП [1,2,3].

Нецелесообразное использование дорогостоящих новых методов визуализации, которые в целом имеют строгие узкоспецифические показания для применения, очень часто приводят к ложным результатам в оценке патологического процесса.

В настоящее время среди доступных методов визуализации, таких как внутривенная экскреторная урография, ультразвуковое исследование и сцинтиграфия, наиболее чувствительной в определении рубцовых повреждений почки с функциональной оценкой почки является сцинтиграфия почки с  $^{99m}\text{Tc}$  – DMSA. Хотя для оценки функции почек чаще используют динамическую сцинтиграфию.

Имеется определенная заболеваемость и смертность, связанная с использованием контрастных веществ, даже новейших, более дорогих, не ионизированных контрастных форм. Кроме того, затруднительна визуализация четкого очертания почек, вследствие наличия предлежащих пузырей газа в кишечнике и

недостатка околопочечного жира. На сегодня УЗИ, используется в первую очередь, так как не оказывает ионизирующего излучения на организм. Ввиду относительно высокого количества ложноотрицательных результатов, необходимо, чтобы за отрицательными результатами УЗИ следовала скintiграфия почек с DMSA. Количественная информация о функции почек, полученная с DMSA, является уникальной, и имеются весо-мые доводы для проведения СС в каждом случае инфекций верхних и нижних мочевыделительных путей. Особенно, это важно при рецидивирующих инфекциях мочевых путей вследствие реинфекции, то есть повторного заражения другими бактериями или бактериальной персистенции, вызванной теми же возбудителями, из очага в пределах мочевых путей [1,2,3].

Статическую скintiграфию почек рекомендуют проводить:

- для оценки массы поражения (кисты, опухоли или псевдоопухоли);
- дифференциальной диагностики парапелвичальной кисты от гидронефроза;
- при врожденных аномалиях (сращения, эктопии);
- для оценки функции почки (раздельная, региональная);
- для определения рубцевания почки (последствия инфекции).
- Ниже приведен список нарушений, при которых разные радионуклидные исследования доказали свою ценность в диагностике заболеваний и мониторинге проводимого лечения:
- обструктивная уропатология / нефропатология;
- инфекции мочевыводящих путей;
- почечная недостаточность – в целом эти больные не нуждаются в скintiграфических исследованиях, но динамическая скintiграфия показана больным, у которых УЗИ обнаруживает дилатацию собирательной системы или не удается четко визуализировать собирательную систему почки, также, если есть подозрения на ассиметричное заболевание почек;
- пространственные поражения - заболевания с множественными кистами, поликистозом, камнями почек, сегментарным гидронефрозом, сегментарным пиелонефритом, первичными злокачественными опухолями почек и гематомы;
- почечная/реноваскулярная гипертония;
- травма мочевого тракта;
- врожденные аномалии;
- нарушения функции почечного трансплантата;

- нефротический застой для контроля, за проводимой химиотерапией рака [2,3,5,6].

СС позволяет получить морфологические данные об органе: локализацию, форму и размер, определить общие функциональные способности. РФП, поступающий в почки афферентными артериолами, выводится проксимальными канальцами почек и распределение его прямо пропорционально почечному кровотоку. Одним из наиболее распространенных препаратов используемых для СС почек является  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА. Стандартный расчет процента захвата  $^{99m}\text{Tc}$  производится по формуле:

$$P_1 = [100 \times (A - B) / C] \times 1,73 / S, \text{ где}$$

$P_1$  – процент захвата РФП почкой; А – счет импульсов с области почки (имп/мин.); В – счет импульсов с области фона (имп/мин.); С – разность активности в имп/мин. шприца до и шприца после в/в введения РФП в пациента; 1,73 – стандартная площадь поверхности тела; S – площадь поверхности тела, исследуемого пациента, которая определяется по номограмме относительно роста и веса пациента [3].

Оптимальное время для проведения СС - через 1-3 часа после введения  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА. Продолжительность СС около 5-10 минут. Накопление  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА отражает функцию почек, но безотносительно к специфической физиологической функции. Средний показатель процента захвата  $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА интактной почкой -  $3,90 \pm 0,20\%$ , у пациентов страдающих эссенциальной гипертензией -  $1,78 \pm 1,01\%$ , при ХП снижается до  $1,77 \pm 0,29\%$ . Расчет удельного процента захвата препарата из расчета на  $1\text{см}^2$  визуализируемой почечной паренхимы позволило на 29% увеличить выявление функциональных нарушений. Размеры почек по разным данным: для правой почки –  $10,9 \pm 0,8$  см., при ширине –  $6,3 \pm 0,5$  см., для левой почки –  $11,2 \pm 0,9$  см, при ширине –  $6,4 \pm 0,5$  см, поперечный размер почечной паренхимы –  $4,4 \pm 0,3$  см от общего размера почки [6,3].

Важнейшим достижением в области радионуклидной диагностики является применение однофотонной эмиссионной компьютерной томографии. Расчет процента захвата РФП методом СС почки с использованием параллельного коллиматора требует внесения поправки на глубину залегания органа, которая ранее не проводилась, так как результаты не зависели от пространственного положения органа. Введение коэффициента поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  позволит выполнять несколько повторных счетов импульсов в разных проекциях, что может улучшить функциональную оценку.

Радионуклидная диагностика мочевыделительной системы, является наиболее доступным, функциональным и эффективным методом диагностики патологических изменений почек и общей гемодинамики у больных страдающих АГ.

### **ЦЕЛЬ:**

Определить эффективность оценки функции почек методом статической сцинтиграфии почек с введением в формулу расчета процента захвата технемека<sup>99m</sup>Tc коэффициента поправки на распад <sup>99m</sup>Tсу пациентов с хроническим пиелонефритом и артериальной гипертензией.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Оценка функции почек по проценту захвата технемека<sup>99m</sup>Tc, выполнена 53 пациентам с ХП, из них 44 (83%) больным с симптоматической АГ и ХП и 9 (17%) пациентам с ХП но без АГ. Ретроспективный анализ данных Республиканского клинического госпиталя инвалидов отечественной войны за период с 1998 по 2000 годы. Анализ функций почек проводился по результатам СС у ликвидаторов аварии Чернобыльской АЭС, страдающие симптоматической АГ, которые составили группу пациентов подвергшихся воздействию малых доз ионизирующего излучения (ИИ) – 21 (47,7%). Контрольную группу составили больные страдающие ХП и симптоматической АГ, но не подвергавшихся воздействию ИИ – 23 (52,3%). Радиологическая семиотика почек, пораженных хроническим воспалительным процессом одного пациента, может быть разной, поэтому радиологическая семиотика ХП рассматривалась отдельно каждой почки.

Сцинтиграфические исследования проводились на однофотонном эмиссионном компьютерном томографе «GepesysEpic» производства ADACLab. (США), с программным обеспечением «Pegasys». Гамма камера оснащена параллельным коллиматором модели LEHR, для СС, с размером матрицы 286x286x26 в энергетическом окне 140 кэВ.

СС почек начиналась с внутривенного введения технемека<sup>99m</sup>Tc за 2 часа до исследования из расчета 105 МБк на 70 кг массы тела пациента. Средняя лучевая нагрузка при этом составила 0,26 мЗв на всё тело, и 9,8 мЗв на почки. Технемека<sup>99m</sup>Tc представляет собой комплекс <sup>99m</sup>Tc со смесью димеркаптоянтарной кислоты (1мг) и двухлористого олова (0,3мг). Значительная часть связывается с белками. Основной путь прохождения – канальцевая экскреция,

частично клубочковая фильтрация. Почечная экскреция медленная. Препарат готовят в асептических условиях, добавляя во флакон с реагентом 5 мл элюата из генератора  $^{99m}\text{Tc}$ .

Нами усовершенствована формула расчет процента захвата  $^{99m}\text{Tc}$  введением коэффициента поправки на *in vivo* распад  $^{99m}\text{Tc}$ :

$$П_2 = [100 \times ((A-B) \times e^{0.693 \times t/T}) / C] \times 1,73 / S, \text{ где}$$

$П_2$  – процент захвата РФП почкой с учетом коэффициента распада  $^{99m}\text{Tc}$ ; А – счет импульсов с области почки (имп/мин.); В – счет импульсов с области фона (имп/мин.); С – разность активности в имп/мин. шприца до и шприца после в/в введения РФП в пациента; 1,73 – стандартная площадь поверхности тела; S – площадь поверхности тела, исследуемого пациента, которая определяется по номограмме относительно роста и веса пациента  $e^{0.693 \times t/T}$  – коэффициент поправки на распад, где t – время с момента введения технемека  $^{99m}\text{Tc}$  до начала исследования пациента; T – период полураспада  $^{99m}\text{Tc}$ .

Статистическую обработку результатов исследования проводили методами вариационной статистики с вычислением для каждого показателя средней величины и средней ошибки. Анализ достоверности разницы проводили по критерию Стьюдента по программе SPSS.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

На первой стадии ХП процент захвата технемека  $^{99m}\text{Tc}$ , без учета коэффициента поправки на распад, у больных АГ после воздействия ИИ составил  $5,2 \pm 0,07\%$ , (n=5); с учетом поправки на распад технемека  $^{99m}\text{Tc}$  –  $5,70 \pm 0,10\%$ , (n=2). Отмечена характерная диффузная неравномерность распределение РФП в паренхиме почки, нечеткость границ между паренхиматозным слоем и зоной чашечно-лоханочной системы, уменьшение паренхиматозного слоя при нормальном размере органа: права и левая почки –  $11,9 \pm 4,9\text{см}$  (Таблица №1).

На второй стадии ХП процент захвата технемека  $^{99m}\text{Tc}$  у ликвидаторов Чернобыльской аварии без учета коэффициента поправки на распад изотопа составил –  $3,64 \pm 0,05\%$ , (n=7); с учетом поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  –  $5,30 \pm 0,27\%$ , (n=2). У обследованных пациентов без воздействия ИИ процент захвата технемека  $^{99m}\text{Tc}$ , без учета поправки на распад, составил –  $3,77 \pm 0,11\%$ , (n=10); с учетом поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  –  $5,50 \pm 0,01\%$ , (n=2). Отмечена более выраженная неравномерность распределения РФП в паренхиме почки, уменьшение ширины изображения паренхиматозного слоя

с нечеткостью границ между паренхимой и зоной чашечно-лоханочной системы.

На третьей стадии ХП, процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc почечной паренхимой у лиц, подвергшихся малым дозам ИИ, без учета поправки на распад составил –  $3,05 \pm 0,05\%$ , (n=2); с учетом поправки на распад изотопа, составил –  $4,55 \pm 0,07\%$ , (n=6). У больных без воздействия малых доз ИИ процент захвата <sup>99m</sup>Tc, без учета поправки на распад, составил –  $3,18 \pm 0,07\%$ , (n=5); с учетом поправки на распад <sup>99m</sup>Tc –  $4,98 \pm 0,10\%$ , (n=10). Отмечено уменьшение размера почки до 8-9 см.

**Таблица №1. Процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc относительно стадии ХП**

Стадия ХП	После ИИ						Без ИИ						P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>
	Π <sub>1</sub> (N=42)			Π <sub>2</sub> (N=42)			Π <sub>1</sub> (N=46)			Π <sub>2</sub> (N=46)						
	n	M	-m	n	M	-m	n	M	-m	n	M	-m				
I	5	5,20	0,07	2	5,70	10,10	-	-	-	-	-	-	<0,05	-	-	-
II	7	3,64	0,05	2	5,30	0,27	4	3,77	0,11	2	5,50	0,01	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
III	2	3,05	0,05	6	4,55	0,07	5	3,18	0,07	10	4,98	0,10	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
IV	17	1,82	0,12	16	2,69	0,14	29	1,70	0,15	24	2,50	0,21	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05

Примечание\* N – количество пациентов; n – количество проанализированных почек; Π<sub>1</sub> – процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc без учета поправки на распад; Π<sub>2</sub> – процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc с учетом поправки на распад; P<sub>1</sub> – достоверность разницы Π<sub>1</sub> и Π<sub>2</sub> у больных после ИИ; P<sub>2</sub> – достоверность разницы Π<sub>1</sub> и Π<sub>2</sub> у больных без ИИ; P<sub>3</sub> – достоверность разницы Π<sub>1</sub> у больных после ИИ и без воздействия ИИ; P<sub>4</sub> – достоверность разницы Π<sub>2</sub> у больных после ИИ и без воздействия ИИ.

На четвертой стадии ХП процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc почкой у больных после воздействия ИИ без учета поправки на распад составил –  $1,82 \pm 0,12\%$ , (n=17); с учетом поправки на распад изотопа –  $2,69 \pm 0,14\%$ , (n=16). У лиц без контакта с ИИ процент захвата технемека<sup>99m</sup>Tc, без учета поправки на распад <sup>99m</sup>Tc  $1,70 \pm 0,15\%$ , (n=29); с учетом поправки на распад –  $2,50 \pm 0,21\%$ , (n=30). Отмечено уменьшение размера почки до 5-7 см, по сравнению с нормальной почкой, утончение паренхиматозного слоя, не-

четкость границы между паренхимой и зоной чашечно-лоханочной системы.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ результатов захвата технемека<sup>99m</sup>Tc у ликвидаторов Чернобыльской аварии страдающих ХП и АГ с результатами захвата технемека<sup>99m</sup>Tc у участников с ХП не страдающих гипертензией показал переходную достоверную разницу ( $p < 0,01$ ). (Таблица №2). У больных с ХП и АГ в сравнении с результатами аналогичной контрольной группы имела место высокая достоверность разницы в значениях процента захвата технемека<sup>99m</sup>Tc, рассчитанных с учетом и без учета коэффициента поправки на распад радионуклида, у ликвидаторов аварии на ЧАЭС и лиц без воздействия ИИ ( $p < 0,05$ ).

**Таблица №2. Процент захвата технемека <sup>99m</sup>Tc**

	После ИИ				Без ИИ				P <sub>1</sub> и P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub> и P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub> и P <sub>6</sub>
	с АГ		без АГ		с АГ		б е з АГ				
	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>	П <sub>1</sub>	П <sub>2</sub>			
n	42	42	12	12	46	46	6	6	P <sub>1</sub> <0,01 P <sub>2</sub> <0,01	P <sub>1</sub> <0,05 P <sub>2</sub> <0,05	P <sub>1</sub> <0,05 P <sub>2</sub> <0,05
M	3,90	5,90	4,65	6,84	2,73	4,01	4,70	7,28			
-m	0,35	0,51	0,29	0,49	0,21	0,31	0,19	0,31			
Примечание*											
N – количество пациентов; n – количество проанализированных почек; П <sub>1</sub> – процент захвата технемека <sup>99m</sup> Tc без учета поправки на распад; П <sub>2</sub> – процент захвата технемека <sup>99m</sup> Tc с учетом поправки на распад; P <sub>1</sub> и P <sub>2</sub> – достоверность разницы П <sub>1</sub> и П <sub>2</sub> у больных после ИИ с АГ и без АГ; P <sub>3</sub> и P <sub>4</sub> – достоверность разницы П <sub>1</sub> и П <sub>2</sub> у больных без воздействия ИИ с АГ и без АГ; P <sub>5</sub> и P <sub>6</sub> – достоверность разницы П <sub>1</sub> и П <sub>2</sub> у больных с АГ после воздействия ИИ и без воздействия ИИ.											

Согласно классификации ХП, составлена радионуклидная семиотика относительно стадии. Согласно этой классификации у ликвидаторов аварии Чернобыльской АЭС и лиц не подвергавшихся малым дозам ИИ, но страдающих симптоматической АГ в сочетании с ХП имели место следующие изменения.

### ВЫВОДЫ

Введение коэффициента поправки на распад <sup>99m</sup>Tc в формулу расчета процента захвата технемека<sup>99m</sup>Tc позволило повысить точность оценки функционального состояния почек у больных АГ с радиологической семиотикой ХП. Малые дозы ИИ вызвали более выраженные нарушения функции почек у пациентов с

АГ. Результаты захвата технемека  $^{99m}\text{Tc}$  с учетом коэффициента поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  и без учета поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  отличались достоверной значимой разницей ( $p < 0,05$ ). Введение коэффициента поправки на распад  $^{99m}\text{Tc}$  позволило снизить на 11,9% число ложноположительных результатов функциональных нарушений почек при ХП.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Holger Petterson // Общее руководство по радиологии. NICER. I – II Тома. Юбилейная книга. 1995.
2. John Reynard, Simon Brewster, Suzanne Biers // Oxford handbook of urology. Практическое руководство для диагностики и менеджмента. OxfordUniversityPress. 2007. -678с.
3. Перевод Шлыгиной О.Е., Борисенко А.Р. // Ядерная медицина. Издательство «Sanson». I-II части. Учебное пособие. 2008. -288с. (I часть). 2006. -136с. (II часть).
4. Резник М.И., Новик Э.К. // Секреты урологии. Практическое руководство. Издательство «Невский диалект». 2000. -352с.
5. Резник М.И., Шеффер Дж. // Урология. 68 случаев из практики. Издательство «Невский диалект», 2002. -264с.
6. Цвелёв Ю.В., Петрова С.Б. // Урологическая гинекология. Практическое руководство. Издательство «Фолиант». 2006. -272с.