

УДК 616.12+616.12-089]:616.61/.62-073

**В.Ю. Кундин, И.В. Новерко, А.Г. Мазур**

ГУ «Институт сердца МЗ Украины», Киев

## Динамическая реносцинтиграфия в кардиологии и кардиохирургии

В статье освещены возможности радионуклидной оценки функционально-морфологического состояния почек в кардиологии при помощи динамической реносцинтиграфии. Представлены варианты модификации исследования, показания, условия и методика проведения сцинтиграфии, особенности расчетов основных количественно-временных параметров функции почек, этапы обработки диагностической информации и их практическое значение. Проанализированы ренографические кривые при нормальной и патологической функциях почек. В статье описан фармакологический каптоприловый тест оценки функции почек при артериальной гипертензии, охарактеризованы особенности проведения таких тестов в кардиологической практике и дана их оценка при разных клинических ситуациях. Приведены преимущества динамической реносцинтиграфии перед другими методами визуализации органов мочевой системы.

**Ключевые слова:** радионуклидная диагностика, динамическая реносцинтиграфия, каптоприловый тест, типы ренографических кривых, скорость клубочковой фильтрации, эффективный почечный плазмоток.

**Р**адионуклидная визуализация почек и мочевых путей – динамическая реносцинтиграфия (ДРСГ) – занимает особое место в лучевой диагностике, незаменима в ранней и точной оценке функциональных изменений в почках [4, 9, 16]. Эта особенность делает ДРСГ уникальной как в ранней диагностике поражений почек, так и при динамическом наблюдении. В урологии и нефрологии сцинтиграфию почек применяют у большинства пациентов перед оперативными вмешательствами и после них или до и после медикаментозного лечения. В Украине в кардиологической практике методику применяют редко и в основном у пациентов с подозрением на стеноз почечной артерии. В подавляющем большинстве зарубежных клиник сцинтиграфия почек является составным элементом стандартного протокола ведения пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы [1, 12, 20].

Арсенал радиологических методов исследования почек и мочевыводящих путей достаточно разнообразен, представлен визуализирующими (ультразвуковое исследование (УЗИ), компью-

терная томография (КТ), магнитно-резонансная визуализация (МРВ)) и функциональными методами (рентгенологический, радионуклидный) [4, 8, 11]. Каждый метод имеет свои преимущества и недостатки в зависимости от нозологии, возрастной категории пациента и сопутствующих заболеваний или состояний (стенды, металлические предметы и т. д.). Кардиологи традиционно оценивают состояние почек по лабораторным тестам и данным УЗИ. Однако лабораторные тесты указывают не столько на функцию почек, сколько на конечный продукт распада веществ. Для определения скорости клубочковой фильтрации (СКФ) применяют две формулы MDRD (полная и сокращенная), которые учитывают уровни сывороточного креатинина и антропометрические данные пациента. К сожалению, сывороточный креатинин имеет достаточно низкую чувствительность и специфичность и не всегда дает достоверную информацию об изменениях функции почек. Уровень креатинина значительно варьирует в зависимости от возраста, пола, приема медикаментов, метаболизма мы-

шечной ткани, водно-солевого обмена [13]. Уровень креатинина может не меняться при вовлечении в патологический процесс достаточно большого объема почечной ткани, благодаря достаточному функциональному резерву почек. Также при ухудшении СКФ наблюдается компенсаторное усиление канальцевой секреции креатинина, в результате чего происходит переоценка функции почек.

УЗИ позволяет оценить положение и структурные изменения в почках (изменение индекса лоханка – паренхима, расширение чашечно-лоханочной системы и лоханки, наличие конкрементов и т. д.). Таким образом, по данным УЗИ судить о функциональном состоянии почек не представляется возможным [11].

Общеизвестно, что при артериальной гипертензии (АГ) постепенно развивается поражение почек по типу гипертонической нефропатии с фокальным гломерулосклерозом, то есть имеет место кардиоренальный синдром 2-го типа. В то же время, поражение одного органа со временем ведет к повреждению другого. Таким образом, большинство пациентов имеют одновременно нарушения функции сердца и почек [3, 7, 19]. При острых или хронических заболеваниях почек возникает кардиоренальный синдром 3-го или 4-го типа [5, 14]. Таким образом, особого внимания заслуживают пациенты с хронической болезнью почек (ХБП) и сопутствующей ишемической болезнью сердца (ИБС).

Сочетанное повреждение функции почек и сердца значительно ухудшает прогноз течения ИБС и оказывает влияние на эффективность реваскуляризации миокарда. Таким образом, реваскуляризация миокарда должна осуществляться с учетом почечных факторов риска. У 30 % больных с ИБС развивается ишемическая болезнь почек [2, 15]. Для выявления ишемической болезни почек, кроме традиционного расчета СКФ, следует проводить ДРСГ.

Уровень облучения пациентов при ДРСГ на порядок меньше, чем при рентгенологическом обследовании (экскреторная урография) и КТ, применяемые радиофармпрепараты (РФП) не обладают нефротоксичностью, исследования могут выполняться у лиц любого возраста, с любой степенью почечной недостаточности, и они намного дешевле урографий при помощи КТ и МРВ [4, 8, 10, 17].

#### **Показания к сцинтиграфии почек в кардиологии**

(В первую очередь, это АГ и состояния, сопровождающиеся АГ.)

- Первичная АГ.

- Вазоренальная АГ (сужение почечной артерии вследствие фибромускулярной дисплазии, атеросклероза, тромбоза, перегиба сосуда при нефроптозе, аневризме).
- Воспалительные заболевания почек (пиелонефрит, гломерулонефрит).
- Мочекаменная болезнь.
- Травмы почек.
- Опухоли и кисты почек.
- Нефроптоз.
- Контрастиндуцированная нефропатия.

ДРСГ с использованием органоспецифичных РФП позволяет детально исследовать как анатомо-топографические, так и функциональные параметры почек на всех уровнях мочевыделительной системы. К таким модификациям ДРСГ относятся:

- непрямая реноангиосцинтиграфия;
- реносцинтиграфия с <sup>99m</sup>Tc-ДТПА (фльтрация);
- реносцинтиграфия с <sup>99m</sup>Tc-МАГЗ (канальцевая секреция);
- реносцинтиграфия с каптоприловым тестом [16, 17, 20].

ДРСГ – это методика визуализации почек и мочевыводящих путей сцинтиграфическим методом с использованием гамма-камеры для определения анатомо-топографических особенностей, параметров накопления и выведения нефротропных РФП (НРФП) канальцевого и клубочкового механизмов элиминации.

При проведении ДРСГ возможно объективно оценить структурные и гемодинамические нарушения, функцию клубочкового или канальцевого аппарата каждой почки отдельно и суммарно, состояние внутрпочечного транзита РФП и уродинамику мочевых путей [11, 18]. При этом визуализируется только система мочевыделения, неподготовленность к исследованию, наличие газов в кишечнике не мешает получить четкое изображение почек и мочеточников.

#### **Условия проведения динамической реносцинтиграфии**

1. Направление больного с предварительным или установленным диагнозом, четко сформулированной целью исследования для максимального использования методики и взаимопонимания между клиницистом и диагностом.
2. Отмена приема мочегонных препаратов за 3–4 дня до исследования.
3. Прием жидкости из расчета 5–10 мл/кг за 40–60 мин до исследования для детей и 400–500 мл для взрослых.
4. Опорожнение мочевого пузыря непосредственно перед исследованием.

5. Неподвижность пациента во время исследования [11, 18].

Выбор наиболее оптимального НРФП осуществляется врачом-диагностом в соответствии с задачами исследования и учетом нозологической формы заболевания.

### Методика проведения динамической реносцинтиграфии

Исследование выполняют в вертикальном положении (сидя) или в горизонтальном положении (лежа) больного. У маленьких детей и тяжелых больных исследование выполняют только в горизонтальном положении тела. Детектор гамма-камеры располагают со стороны спины таким образом, чтобы его срединная вертикальная ось была параллельна позвоночному столбу, а горизонтальная – находилась на уровне XII ребер. РФП вводят внутривенно из рассчитанной активности объемом 0,3–0,5 мл быстро (болюсно). После введения РФП проводят запуск компьютерной программы сбора информации с экспозицией 1–2 кадра в 1 мин. Продолжительность исследования у детей – 20 мин, у взрослых – 20–30 мин. При нарушениях экскреторной функции почки – гидронефроз, блокирование конкрементом и т. д. – время исследования может быть увеличено до 40 мин и более. При ДРСГ с непрямо́й реноангиосцинтиграфией почек режим записи информации состоит из двух блоков: ангиография – 1 кадр в 1 с в течение 30 с у детей, 45–60 с у взрослых и стандартная ДРСГ в течение 20 мин.

### Параметры непрямо́й реноангиографии

Непрямо́я реноангиография (НРАГ) – методика оценки качественных и количественных параметров почечного кровотока сцинтиграфическим методом на гамма-камере с использованием различных РФП [16]. В качестве РФП для ангиографии чаще всего используют один из НРФП ( $^{99m}\text{Tc}$ -ДМСА,  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА или  $^{99m}\text{Tc}$ -фосфаты).

Ангиографическое исследование проводят с экспозицией 1 кадр за 1 с. Наиболее оптимальное время продолжительности исследования – 60 с. Для определения параметров НРАГ маркируют несколько точек ангиограммы: начало поступления РФП в почки, время наступления максимума концентрации РФП в почках и время достижения равновесной концентрации препарата [17, 18]. Качественную обработку ангиограммы в

большинстве случаев не проводят, так как трудно достоверно оценить посекундную визуализацию почек, и такая оценка более достоверна при диагностике степени васкуляризации объемных образований почек. Поэтому основной является количественная обработка реноангиограммы, которая состоит из расчета следующих параметров (в секундах):

- время артериальной фазы почечного кровотока;
- время венозной фазы почечного кровотока;
- время аорторенального транзита.

В норме параметры НРАГ у детей составляют: время артериальной фазы – 5–7 с, венозной – 3–5 с, время аорторенального транзита – 5–7 с; у взрослых – соответственно – 8–10 с, 6–8 с, 6–8 с.

Клиническими показаниями для проведения НРАГ являются аномалии сосудов почек, синдром злокачественной гипертензии (стеноз почечной артерии), аномалии почек (гипоплазия, дисплазия), опухоли и кисты почек [17, 18].

Файл динамической реносцинтиграммы анализируют специализированным программным обеспечением в несколько этапов.

1. Визуальная оценка серии динамических изображений мочевыделительной системы имеет ведущее значение. В зависимости от анатомических функциональных особенностей сцинтиграфической картины обследуемого принимается решение о необходимости внесения изменений в проведение стандартного исследования (продолгация, дополнительные проекции и т. д.). Покадровый просмотр позволяет определить расположение и строение почек, их относительные размеры, равномерность поглощения РФП паренхимой, выявление зон гипофункции – вероятных рубцовых изменений, предварительно оценить степень и асимметрию функционирования почек, уродинамику верхних мочевых путей, своевременность поступления меченой мочи в мочевой пузырь.

2. Посегментный анализ – оценивается накопление и распределение РФП в паренхиме верхнего, среднего и нижнего сегментов каждой почки в момент максимального накопления (в норме на 2–5 мин). Поглощение РФП наибольшее (максимальное количество нефронов) – в среднем сегменте, в меньшей степени – верхнем сегменте.

3. Следующим этапом обработки является анализ по «зонам интереса» (зонам транспорта РФП). Для оценки функционального состояния каждой почки и скорости выведения РФП из крови на кадрах реносцинтиграмм выделяют стандартные «зоны интереса» (замкнутые

кривые, окружающие интересующий орган): на изображении сердца, левой и правой почки, зоны фона вблизи почек вне проекции крупных сосудов. Процесс изменения количества РФП внутри «зон интересов» (перемещение РФП из крови через почку в мочевой пузырь) отображается в виде кривых – графиков (ренограмм). Анализируются три основные кривые, которые отображают транспорт РФП через сердце (клиренсовая экспонента), левую и правую почки (ренограммы). Вычитание фонового излучения окружающих мягких тканей («зона интереса» фона) из излучения почки («зона интереса» почки) позволяет сформировать истинные ренограммы и их амплитудно-временные параметры. Это имеет значение в том случае, если применяется РФП с меньшей скоростью элиминации (выведения из крови), и при наличии у пациентов почечной недостаточности различной степени, когда выведение РФП из кровеносных сосудов замедлено.

Построение ренограмм и их математическую обработку осуществляют при помощи специализированного программного обеспечения. Сформированные графики отражают изменение количества РФП в правой и левой почках в системе координат активность – время от момента введения РФП и до конца исследования.

Кривые ренограмм в норме состоят из трех четко выраженных сегментов: сосудистого (30–60 с), накопительного (2–5 мин) и выделительного (10–20 мин) (рис. 1). Деление на сегменты

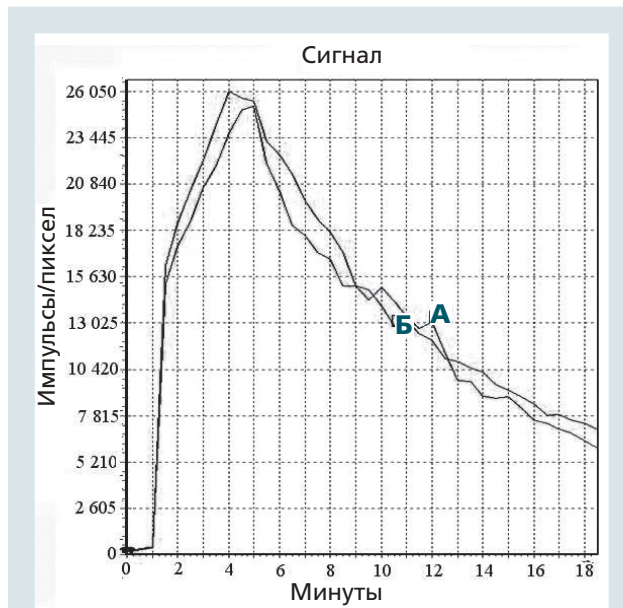


Рис. 1. Кривые транзита радиофармпрепарата через левую (А) и правую (Б) почки

условно, так как транспорт РФП кровь – моча не носит дискретный характер. Сосудистый сегмент – резкий вертикальный подъем кривой, характеризующий степень кровоснабжения почки. Накопительный (восходящий) сегмент ренограммы – от конца сосудистого сегмента до максимального накопления ( $T_{max}$ ) или плато. Этот сегмент условно отражает процесс захвата РФП из крови, накопление и внутрипаренхиматозный транзит. Выделительный (нисходящий) сегмент наиболее вариабелен и, в основном, зависит от эвакуации мочи из чашечно-лоханочного комплекса почки.

По сердечной кривой рассчитывают количественно-скоростные параметры очищения крови, проводят расчет СКФ и эффективного почечного плазмотока (ЭПП), оценивают суммарную очистительную функцию почек. Ренограммы нормально функционирующих почек высокоамплитудные, симметричные, с четко выраженными сегментами. По ренограмме рассчитывают параметры скорости образования и выведения мочи каждой почкой ( $T_{max}$ ,  $T_{1/2max}$ ,  $T_{2/3max}$  и Э20), и вклад каждой почки в суммарную функцию (рис. 2). Параметр  $T_{max}$  отражает время максимального накопления РФП в почке – в норме точка равновесия между накоплением и экскрецией РФП с мочой. Параметры  $T_{1/2max}$  (время полувыведения РФП),  $T_{2/3max}$  (время выведения 2/3 активности из почки) и Э20 или Э30 (процент выведения РФП к 20-й или 30-й минутам исследования) характеризуют степень выведения РФП из почки. Допустимое отклонение – до 10–15%. Типичная скинтиграфическая картина и кривые ренограмм нормально функционирующих почек представлены на рис. 3.

Анализ секреторной или фильтрационной функции каждой почки в отдельности и суммарно проводится путем обчета кардиальной экспоненты (суммарная функция) и доли вклада каждой почки в выведение РФП из крови.

Методика расчета ЭПП и СКФ основана на расчете клиренса НРФП на основе определения общего клиренса без взятия проб крови и мочи, базируется на математической обработке сердечной кривой. Снижение радиоактивности НРФП во времени описывается экспонентой, и формула расчета клиренса препарата имеет вид:

$$C = V \times K,$$

где  $C$  – общий клиренс, мл/мин;  $V$  – объем распределения РФП, мл;  $K$  – константа скорости элиминации,  $\text{мин}^{-1}$  – это отношение натурального логарифма 2 (0,693) ко времени полуочищения крови ( $T_{1/2}$ ) на свободной экспоненте (после 9-й минуты).



Для РФП с клубочковым механизмом элиминации стандартизованный объем распределения принимается за 7,5 % массы тела, для канальцевых РФП – за 17 %. Величину клиренса нормируют на стандартную поверхность тела – 1,73 м<sup>2</sup>.

Конечные формулы расчетов ЭПП и СКФ имеют следующий вид:

$$\text{ЭПП} = \frac{M \times 0,2}{T \frac{1}{2} \times S} \text{ мл/мин,}$$

$$\text{СКФ} = \frac{M \times 0,09}{T \frac{1}{2} \times S} \text{ мл/мин,}$$

где M – масса тела пациента, г; T<sub>1/2</sub> – период полуочищения крови на свободной экспоненте, мин; S – поверхность тела пациента, м<sup>2</sup>.

ЭПП и СКФ рассчитывают отдельно для каждой почки по отношению радиоактивности почки на ренограмме с отсечением фона тела на 3-й минуте для клубочковых РФП и на 2-й минуте для канальцевых РФП.

## Типы патологических ренограмм

Вид ренографической кривой вариабелен, зависит от уровня кровоснабжения, сохранности паренхимы и экскреторно-эвакуаторной функции каждой почки (см. рис. 3).

**1. Паренхиматозный** – характеризуется замедлением временных параметров транспорта РФП (секреторно-экскреторных или фильтрационно-экскреторных), ренограмма имеет пологий характер и меньшую амплитуду (за счет уменьшения количества функционирующих нефронов и замедления внутрипочечного транзита). Такой тип ренограмм чаще встречается при хроническом поражении паренхимы почек, пиелонефрите, гломерулонефрите, мочекаменной болезни, АГ (первичной и вторичной), системных заболеваний соединительной ткани. Встречаются два вида паренхиматозного типа кривых: с умеренным замедлением и значительным замедлением экскреторной способности почки (см. рис. 3, график 2).

**2. Гипофункциональный** – вариант ренограммы паренхиматозного типа, характеризуется малой амплитудой и характерен для выраженного нарушения функции почки, при формирующемся нефросклерозе. Данный тип кривой указывает на функциональную неполноценность почки (см. рис. 3, график 3) и встречается при первично (гипоплазия) или вторично сморщенной почках.

**3. Изостенурический** – встречается при двухстороннем поражении почек, что характерно для хронической почечной недостаточности, либо одностороннем – при выраженном первичном или вторичном нефросклерозе. Кривая в этом случае низкоамплитудная, имеет почти горизонтальный или выраженный паренхиматозный вид, с малоразличимым сегментным строением (см. рис. 3, график 4).

**4. Афункциональный** – кривая имеет вид горизонтальной или нисходящей линии с маленькой амплитудой без дифференциации на сегменты и является свидетельством отсутствия в почке функционирующей паренхимы, аналогична фоновой кривой (см. рис. 3, график 5).

**5. Дискинетический** (по некоторым авторам рефлюксный тип) – характеризуется волнистостью или наличием пиков подъема и спада на нисходящем экскреторном третьем сегменте ренограммы. Такой тип кривой встречается при неравномерности пассажа мочи по мочеточнику, наличии компенсированного уретеровазального конфликта, перегиба мочеточника, вентильного препятствия (конкремент), в отдельных случаях при неопорожденном перед исследованием мочевом пузыре, является косвенным признаком пузырно-мочеточникового рефлюкса умеренной и высокой степени интенсивности (см. рис. 3, график 6).

**6. Обструктивный (гидронефротический, восходящий)** – характеризуется значительным замедлением экскреторной способности почек. Второй сегмент ренограммы может отсутствовать (восходящий тип) или иметь форму плато (каскадно-обтурационный тип). Обструктивный тип кривой может быть истинным и ложным. Степень и характер обструкции определяют при помощи фуросемидового теста или повторного исследования с быстро элиминирующим РФП при форсированной водной нагрузке. Такие кривые встречаются при гидронефрозе, мочекаменной болезни, опухоли почек (см. рис. 3, график 7).

Кроме количественных параметров, особое значение имеет оценка качественных показателей ДРСГ: топографии, формы, размеров почек, наличия диффузной неоднородности и дефектов накопления РФП, характерных для рубцовых изменений или объемных образований. При оценке топографии почек учитывается, в каком положении тела больного проводилось исследование. При подозрении или установленном нефроптозе исследование проводится в вертикальном положении пациента, объективно регистрируется смещение почек относительно изо-

бражений мочевого пузыря, печени и бифуркации аорты в ангиофазе исследования. При этом форма и функциональные размеры почек могут отличаться за счет ротации от данных УЗИ, что необходимо учитывать врачу-клиницисту.

Сцинтиграфические (функциональные) размеры почек при ДРСГ несколько отличаются от ультразвуковых размеров, на которые ориентируется большинство врачей. Это связано с тем, что мы оцениваем не истинные размеры почек, а только размеры функционирующей паренхимы [6].

Распределение РФП в почках может быть равномерным и неравномерным (диффузно неравномерным и очагово-неравномерным). Оценка накопления РФП проводят на максимуме фиксации препарата: на 2–5-й минутах. Для более детальной и контрастной визуализации изображения почек применяется цветное картирование изображения палитрами различной градации.

**Преимущества ДРСГ по сравнению с другими лучевыми методами исследования почек:**

- Безопасный, физиологичный метод исследования.
- Возможность оценки количества функционирующей паренхимы.
- Объективная оценка ЭПП и СКФ.
- Относительно низкая лучевая нагрузка.
- Возможность определения уродинамики мочевых путей.
- Отсутствие нефротоксичности и побочных реакций на введение НРФП.
- Компьютерная обработка полученных результатов с использованием стандартных программ и моделей [16, 17].

На такие преимущества ДРСГ указывает и Ю.Н. Сиренко [14], однако ограниченное применение методики автор связывает с необходимостью иметь лабораторию, подготовленный персонал, дорогостоящую технику, а также с дороговизной исследования. В этой связи следует отметить, что для любого метода лучевой диагностики необходимо иметь специальные помещения, подготовленный персонал, и что вся современная техника (для выполнения рентгенографии, КТ, МРВ, УЗИ) является дорогостоящей. Стоимость радионуклидного исследования намного меньше, чем КТ и МРВ, сопоставима с рентгеновским исследованием (экскреторная урография). В Киеве функционируют 12 отделений радионуклидной диагностики, большинство из которых проводят ДРСГ, однако их возможности для кардиологической практики не используются. Единственное, в чем можно согласиться с автором, – это малая значимость исследования для контроля терапевтического вмешательства, что справедливо лишь для пациентов с первичной АГ легкой и средней тяжести.

### Динамическая реносцинтиграфия с каптоприловой пробой

При подозрении на реноваскулярную гипертензию (клинически или по наличию асимметрии при первичном сцинтиграфическом исследовании) целесообразно провести ДРСГ или НРАГ с фармакологической нагрузкой. В качестве фармакологического тестового препарата при ДРСГ используют каптоприл (в дозе 25–50 мг), анала-

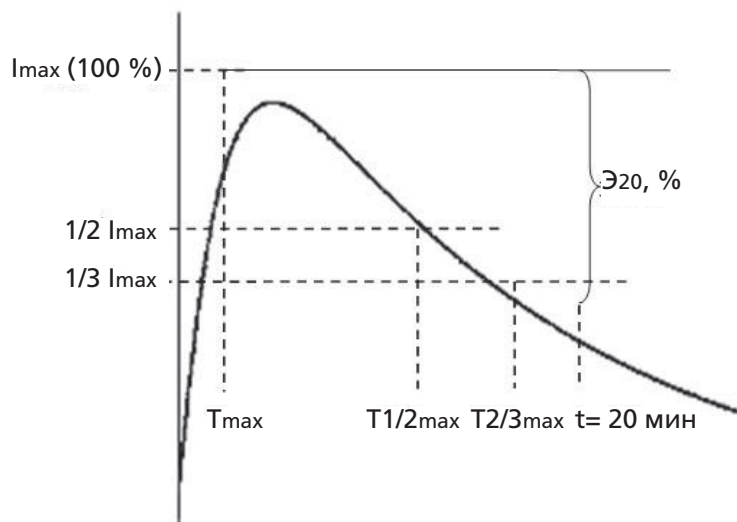


Рис. 2. Расчет основных транспортных параметров динамической реносцинтиграфии по ренографической кривой

прил (2,5 мг) или ацетилсалициловую кислоту (20 мг/кг). При НРАГ используют только каптоприл [20].

Показания к ДРСГ или НРАГ с каптоприловой пробой:

- высокие уровни артериального давления (АД) или злокачественная АГ;
- АГ, стойкая к медикаментозной терапии;
- шум брюшной аорты;
- необъяснимая азотемия у пожилых больных с АГ.
- ухудшение почечной функции при терапии ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента (ИАПФ);
- гипертензивная ретинопатия III–IV степени;
- начало АГ в возрасте до 30 лет или после 55 лет [14, 20].

При назначении методики необходимо учитывать: состояние больного, принимаемые больным лекарственные препараты, уровень серологического креатинина больного, а также уровень АД до начала и в конце исследования.

#### **Подготовка больного к исследованию:**

1. Гидратация больного (7 мл/кг массы тела за 30–60 мин до исследования).

2. Не принимать твердую пищу за 4 ч до исследования.

3. За 7 дней до исследования отменить все ИАПФ.

4. За 3 дня до исследования отменить мочегонные препараты.

5. При злокачественной АГ целесообразно отменить все препараты за 3–4 дня [20].

#### **Предосторожности:**

- ИАПФ могут вызывать гипотонию. Поэтому уровень АД и частота сокращений сердца должны контролироваться до применения ИАПФ и введения РФП и каждые 10–15 мин после применения пробы.

- Осторожно применять методику у больных с наличием каротидной аномалии, инсульта, ангины и недавнего инфаркта миокарда, а также у больных, принимавших эналаприл внутривенно или постоянно принимающих диуретики.

- Противопоказанием является превышение базового уровня АД на 70 % [20].

**Радиофармпрепараты.** Оптимальными РФП являются  $^{99m}\text{Tc}$ -МАГЗ (меркаптоацетилтриглицерин) и  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА (диэтиленetriаминопентацетат). Использовать  $^{99m}\text{Tc}$ -МАГЗ предпочтительнее у больных с высоким уровнем креатинина.

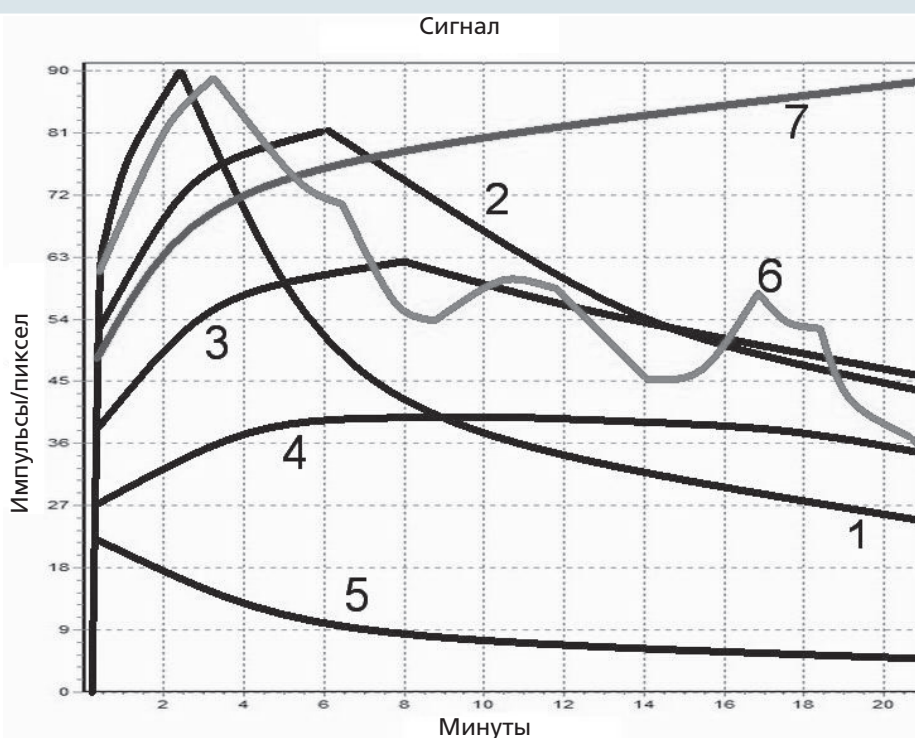


Рис. 3. Типы ренографических кривых, отражающих транспортные характеристики радиофармпрепарата и функциональное состояние почек (1 – нормальный, 2 – паренхиматозный, 3 – гипофункциональный, 4 – изостенурический, 5 – афункциональный, 6 – дискинетический, 7 – обструктивный)

Существует две модификации ДРСГ с каптоприловой пробой:

- однодневный протокол;
- двухдневный протокол.

Большинство отделений начинают исследование по двухдневному протоколу. Если при стандартной ДРСГ параметры ренограмм нормальные, то исследование на второй день не возобновляют и считают, что признаки ренальной гипертензии отсутствуют. Однодневный протокол не требует длительного пребывания больного в отделении [20].

При первичной ДРСГ независимо от протокола исследования активность используемого РФП должна составлять 37 МБк. При повторном исследовании активность возрастает от 200 до 400 МБк. Такая активность РФП необходима для устранения влияния остаточной активности РФП в почках после первичного обследования. При однодневном протоколе время повторного введения РФП зависит от его вида и фармакокинетических характеристик: так, при использовании  $^{99m}\text{Tc}$ -МАГЗ – через 2 ч;  $^{99m}\text{Tc}$ -ДТПА – через 3–4 ч [20].

Перед исследованием больные должны опорожнить мочевой пузырь. Исследование проводится в положении больного лежа на спине. В поле видения детектора гамма-камеры должны попадать почки и мочевой пузырь. Время исследования составляет 20–30 мин. Изображения должны быть отображены в 1, 2- или 3-минутных интервалах.

Рекомендуемая доза каптоприла – 25–50 мг перорально. Растворение таблеток в 150–250 мл воды улучшает поглощение препарата. Если больной не имеет нарушений функции желудочно-кишечного тракта, то вполне достаточно 25 мг. Исследование выполняется дважды – до приема каптоприла и через 2–4 ч после приема. Эналаприл можно вводить внутривенно в дозе 40 нг/кг, но не более 2,5 мг. Исследование можно проводить уже через 3–5 мин после внутривенного введения эналаприла [20].

### Сцинтиграфическая семиотика в кардиологии

При первичной АГ функциональное состояние почек напрямую зависит от давности заболевания. Поражение почек при АГ развивается по типу гипертонической нефропатии (фокальный гломерулосклероз и ангиопатии), которая приводит к глобальному нефроангиосклерозу и атрофии канальцев с переходом в хроническую почечную недостаточность. Поэтому на началь-

ных стадиях заболевания функция почек сохраняется на достаточном уровне. При первичной АГ фармакологическая проба не изменяет ренограмму или приводит к улучшению ее параметров [1, 12].

При выборе мероприятий по защите почек у пациентов перед кардиоинтервенционными процедурами должна приниматься во внимание величина СКФ, которую при наличии сопутствующей ХБП следует рассчитывать на основе данных ДРСГ [2, 3].

Сцинтиграфические признаки стеноза почечной артерии: замедление накопления и выведения РФП, замедление артериальной фазы реноангиограммы до 10 с, кривая ренограммы паренхиматозного или гипофункционального типа. При одностороннем поражении – асимметрия функции; при двухстороннем – симметричное нарушение функции почек (снижение СКФ, экскреции, секреции) [20].

При фармакологической пробе (с каптоприлом) на стороне стеноза почечной артерии не менее чем на 1 мин увеличивается продолжительность секреторной фазы. Больше чем на 10 % снижается высота ренографической кривой, а СКФ уменьшается больше чем на 6 мл/мин, не менее чем на 2 мин замедляется экскреция РФП. Одностороннее ухудшение параметров на 25 % характерно для критического стеноза почечной артерии. При АГ, которая связана с поражением мелких сосудов почек, ответом на каптоприл является двухстороннее увеличение секреторной емкости почек, при этом  $T_{\max}$  составляет 7–8 мин. НРАГ с каптоприлом при стенозе почечной артерии характеризуется улучшением временных параметров артериальной фазы на стороне поражения [14, 20].

Степень повреждения венечных артерий у больных ИБС тесно связана с величиной СКФ. Среди больных, направляемых на аортокоронарное шунтирование (АКШ), особого внимания заслуживают пациенты со СКФ 80–60 мл/мин, так как у данной категории пациентов значительно чаще отмечаются послеоперационные сердечно-сосудистые осложнения. Таким образом, у больных ИБС до АКШ для выявления ишемической болезни почек, кроме стандартного расчета СКФ, следует проводить ДРСГ. У 75 % пациентов с ИБС без признаков почечной патологии отмечается значимое снижение СКФ, которое в 70 % случаев соответствует ХБП II стадии, в 8 % – III стадии. У пациентов с ХБП II–III стадии при АКШ существует риск развития нелигирующей почечной недостаточности [2, 13, 15].



Таким образом, большинство больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями нуждаются в более качественной оценке функционального состояния почек с применением радионуклидных методов. Это позволит оценить не только

суммарную, но и отдельную функцию почек; рассчитать параметры секреции, фильтрации, экскреции; оценить степень их нарушений и прогноз ведения пациентов с АГ и ИБС в процессе медикаментозного и хирургического лечения.

## Література

1. Агранович Н.В., Анопченко А.С., Пустовой Д.В., Пилипович Л.А. Ранняя диагностика поражения почек при артериальной гипертензии у пожилых пациентов // *Международ. журн. прикладных и фундаментальных исследований.*– 2014.– № 11.– С. 817–819.
2. Батюшин М.М., Левицкая Е.С., Терентьев В.П. и др. Прогнозирование сердечно-сосудистого риска у больных ИБС, перенесших операцию реваскуляризации миокарда, с учетом наличия почечных и сердечно-сосудистых факторов риска // *Клиническая нефрология.*– 2011.– № 1.– С. 39–42.
3. Жарінов О.Й. Ризик серцево-судинних подій у хворих з артеріальною гіпертензією та ураженням нирок // *Артеріальна гіпертензія.*– 2008.– № 1.– С. 11–14.
4. Клиническая рентгенорадиология: Руководство в 5 т. / Под ред. Г.А. Зедгенидзе.– М.: Медицина, 1985.– Т. 4.– 368 с.
5. Колесник М.О., Законь К.М. Кардіоренальний синдром: новий підхід до старої проблеми // *Укр. журн. нефрології та діалізу.*– 2009.– № 4 (24).– С. 25–34.
6. Кундін В.Ю., Степанова Н. М., Ніколов М.О., Тихолоз С.П. Особливості оцінки геометричних розмірів нирок з нефротропними радіофармацевтиками // *Проміньова діагностика, проміньова терапія.*– 2005.– № 2.– С. 43–48.
7. Пархоменко О.М., Гур'єва О.С. Дисфункція нирок як маркер несприятливого перебігу інфаркту міокарда // *Серце і судини.*– 2008.– № 3.– С. 51–59.
8. Пытель Ю. А., Золотарев И.И. Ошибки и осложнения при рентгенологическом исследовании почек и мочевых путей.– М.: Медицина, 1987.– 256 с.
9. Радионуклидная диагностика для практических врачей / Под ред. Ю.Б. Лишманова, В. И. Чернова.– Томск: STT, 2004.– 394 с.
10. Розрахунок та облік індивідуальної ефективної дози опромінення пацієнта від радіонуклідних діагностичних процедур. Від. інструкція МОЗ України.– Харків, 1995.– 21 с.
11. Руководство для врачей, направляющих пациентов на радиологическое исследование. Критерии выбора метода изображения.– К.: АТ «Медицина Украины», 2000.– 102 с.
12. Самойленко Л.Е., Сергиенко В.Б. Роль радионуклидных методов исследования при артериальной гипертензии // *Системные гипертензии.*– 2007.– № 2.– С. 47–54.
13. Сигитова О.Н., Богданова А.Р., Архипов Е.В., Саубанова Э.И. Оценка влияния артериальной гипертензии, гиперлипидемии на формирование нефропатии при ишемической болезни сердца // *Практическая медицина.*– 2012.– № 8 (64).– С. 157–160.
14. Сиренко Ю.Н. Симптоматические артериальные гипертензии // *Укр. мед. часопис.*– 2008.– № 3 (65).– С. 48–79.
15. Скоромная А.С. Успешная реваскуляризация миокарда у больных с различными клиническими формами ИБС и активность протеолиза: влияние нарушения функции почек // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.*– 2013.– № 2 (42).– С. 61–64.
16. ACR Standart Book by the Committee on Standards of the Commission on Nuclear Medicine // *Renal Scintigraphy.*– 1999.– P. 481–484.
17. ACR STANDARDS. Radiopharmaceuticals. ACR Standards for diagnostic procedures using radiopharmaceuticals.– 2002.– P. 427–432.
18. Prigent A., Cosgriff P., Gates G. F. et al. Consensus report on quality control of quantitative measurement of renal function obtained from the renogram : International Consensus from the Scientific Committee of Radionuclides in Nephrology // *Semin. Nucl. Med.*– 1999.– Vol. 29, N 2.– P. 146–159.
19. Dar O., Cowie M.R. Acute heart failure in the intensive care unit epidemiology // *Crit. Care Med.*– 2008.– Vol. 36.– P. 93–98.
20. Society of Nuclear Medicine Procedure Guideline for Diagnosis of Renovascular Hypertension 2.0 Society of Nuclear Medicine procedure guidelines manual 2001–2002 // *Renovascular hypertension.*– 2002.– P. 81–86.

**В.Ю. Кундін, І.В. Новерко, А.Г. Мазур**

ДУ «Інститут серця МОЗ України», Київ

## Динамічна реносцинтиграфія в кардіології та кардіохірургії

У статті висвітлено можливості радіонуклідної оцінки функціонального стану нирок у кардіології за допомогою динамічної реносцинтиграфії. Представлено варіанти модифікації дослідження, показання, умови та методи виконання сцинтиграфії, особливості розрахунків основних кількісно-часових параметрів функції нирок, етапи обробки діагностичної інформації та їх практичне значення. Проаналізовано ренографічні криві у хворих з нормальною та патологічною функцією нирок. У статті описано фармакологічний каптоприловий тест оцінки функції нирок при артеріальній гіпертензії, охарактеризовано особливості проведення таких тестів у кардіологічній практиці та їх оцінку в різних клінічних ситуаціях. Наведено переваги динамічної реносцинтиграфії перед іншими методами візуалізації органів сечової системи.

**Ключові слова:** радіонуклідна діагностика, динамічна реносцинтиграфія, каптоприловий тест, типи ренографічних кривих, швидкість клубочкової фільтрації, ефективний нирковий плазмоток.

**V.Yu. Kundin, I.V. Noverko, A.G. Mazur**

Heart Institute of Healthcare Ministry of Ukraine, Kyiv, Ukraine

## Dynamic renoscintigraphy in cardiology and cardiac surgery

The article presents the possibilities of radionuclide research of kidney function and morphology in cardiology using dynamic renoscintigraphy. Variants of study modification, indications, conditions and methods of carrying out scintigraphy are presented. Calculations of the main features of quantitative and temporal parameters of renal function, steps of the the processing of diagnostic information and its practical significance are provided. Renographic curves are analyzed in normal and abnormal kidney function. The article presents the pharmacological test with captopril used for evaluation of renal function in hypertension, features of such test in cardiology practice and its evaluation in different clinical situations. Advantages of dynamic renoscintigraphy over other urinary system imaging methods are shown.

**Key words:** radionuclide diagnosis, dynamic renoscintigraphy, captopril test, types of renographic curves, renal function scintigraphic parameters, glomerular filtration rate, effective renal plasma flow.