



Диагностические возможности радионуклидной реносцинтиграфии в выявлении дисфункции почек у больных хронической сердечной недостаточностью

Веснина Ж.В.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Научно-исследовательский институт кардиологии", Томск, Россия

The Possibilities of Radionuclide Renoscintigraphy in the Detection of Renal Dysfunction in Patients with Chronic Heart Failure

Vesnina Zh.V.

Scientific Research Institute of Cardiology, Tomsk, Russia

Цель исследования: оценить возможности радионуклидной реносцинтиграфии в выявлении дисфункции почек у больных хронической сердечной недостаточностью (ХСН).

Материал и методы. В исследование было включено 85 пациентов (все мужчины, средний возраст $54,06 \pm 0,80$ года) с основным диагнозом: ИБС, осложненная ХСН. Всем пациентам проводили динамическую радионуклидную реносцинтиграфию (ДРСГ) с ^{99m}Tc -ДТПА с расчетом параметров фильтрационной и эвакуаторной функций почек, а также определение уровня сывороточного креатинина (СКр). По уровню СКр рассчитывали клиренс креатинина (КК) (формула Кокрофта-Голта) и скорость клубочковой фильтрации (СКФ) (формула MDRD).

Результаты. Наиболее близкими по значению оказались величины СКФ и КК, рассчитанные с помощью методов ДРСГ и Кокрофта-Голта с наличием статистически значимой корреляционной взаимосвязи ($R = 0,30$, $p = 0,005$). Наименьшее значение СКФ было получено при использовании формулы MDRD. Однако после нормирования на площадь поверхности тела средние значения СКФ, рассчитанной по данным ДРСГ и формулы MDRD_{норм.} оказались достоверно корреляционно взаимосвязаны ($R = 0,28$, $p = 0,01$).

По результатам ДРСГ нарушений функциональной активности почек у больных ХСН не было выявлено только у 16 (18,8%) из 85 обследованных пациентов. При этом хронические заболевания почек в анамнезе имел лишь 21 (24,7%) человек.

Снижение СКФ одной или обеих почек в той или иной степени было выявлено у 64 (75,3%) из 85 обследованных пациентов. У 18 больных мы обнаружили

выраженные нарушения функции почек (снижение СКФ одной или обеих почек более чем на 30% от нормальных значений).

У 34 (40%) пациентов было выявлено нарушение эвакуаторной функции почек со стороны паренхимы. Выявленные нарушения имели в основном умеренный и незначительный характер (21 и 7 пациентов соответственно). Задержка выведения индикатора из чашечно-лоханочной системы почек имела место в 24 (28,2%) случаях и в основном была выражена в незначительной степени.

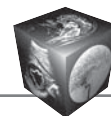
Заключение. Полученные данные указывают на широкие диагностические возможности радионуклидного метода в выявлении нарушений функции почек при отсутствии клинических и биохимических проявлений ренальной патологии.

Ключевые слова: динамическая реносцинтиграфия, функциональная активность почек, сердечная недостаточность.

Aim: to evaluate the possibilities of radionuclide renoscintigraphy in detecting of renal dysfunction in patients with chronic heart failure (CHF).

Material and methods. The study included 85 CHF patients (all men, mean age 54.06 ± 0.80 years). All patients underwent dynamic renal scintigraphy with ^{99m}Tc -DTPA and determination of serum creatinine (SC) level. Creatinine clearance (CrC) (Cockcroft-Gault formula) and glomerular filtration rate (GFR) (radionuclide method and MDRD formula) were calculated.

Results. The presence of a statistically significant correlation between the GFR determined by radionuclide method, and CrC was found ($R = 0.30$, $p = 0.005$).



According to results of radionuclide renoscintigraphy functional renal activity disorders were not identified in only 16 (18.8%) out of 85 patients studied. However, only 21 (24.7%) patients had chronic renal diseases in anamnesis. Decreased GFR of one or both kidneys, in greater or lesser extent, was found in 64 (75.3%) patients studied. In 18 patients we found pronounced renal dysfunction (the GFR decline by more than 30% of normal values).

Evacuation disorders in parenchyma were found in 34 patients (40%). The identified disorders were mostly moderate and minor (27 and 7 patients, respectively). The delay in indicator excretion from pelvicalyceal system occurred in 24 (28.2%) cases and mostly was expressed to a small extent.

Conclusion. It is shown that the use of scintigraphic investigation improves detection of renal dysfunction compared with conventional methods of biochemical diagnostics.

Key words: dynamic renoscintigraphy, renal functional activity, heart failure.

Введение

Многочисленные исследования показали, что развитие прогрессирующей почечной дисфункции является частым осложнением хронической сердечной недостаточности (ХСН) [1–3]. Так, по данным F.A. McAlister и соавт. [2], более чем в 50% случаев у пациентов с сердечной недостаточностью имеется нарушение функции почек. При этом функциональный почечный резерв может снижаться уже на ранних стадиях недостаточности кровообращения (NYHA I) и даже в случаях клинически бессимптомной дисфункции левого желудочка [4].

В настоящее время в кардиологической практике диагностика повреждения почек основывается на определении концентрации креатинина в сыворотке крови (СКр) [5, 6]. Используя полученные значения СКр, можно рассчитать клиренс креатинина (КК), отражающий, по мнению многих исследователей, скорость клубочковой фильтрации (СКФ) [7, 8]. При этом применяют, главным образом, два способа расчета: метод Кокрофта–Голта [9] и метод MDRD (The Modification of Diet in Renal Disease Study) [10].

Однако, как отмечено рядом исследователей, в некоторых случаях изменения уровня СКр не отражают соответствующее нарушение СКФ –

основного показателя ренальной активности [11]. Значимость определения концентрации креатинина повышается лишь по мере прогрессирования ренальной дисфункции [12]. Почки обладают значительным функциональным резервом, поэтому концентрация креатинина не изменяется до тех пор, пока не утрачена функциональная активность около 60% почечной паренхимы [12, 13]. Кроме того, СКр может варьировать в широком диапазоне в зависимости от многих экстраренальных факторов [13, 14].

Как известно, функция мочевыделительной системы может быть изучена с помощью радионуклидных методов исследования, которые дают возможность оценить клубочковую фильтрацию, канальцевую секрецию, уродинамику и т.д. Радионуклидная реносцинтиграфия обеспечивает выявление почечной дисфункции у больных с недостаточностью кровообращения уже в начальной ее стадии и в значительно большем проценте случаев по сравнению с данными литературы. Клиницистов, в первую очередь, привлекают физиологичность методов радионуклидной индикации, их высокая воспроизводимость и необременительность для пациента, а также возможность использования в процессе динамического наблюдения. Однако возможности радионуклидного метода в мониторинге больных с ХСН с целью своевременного выявления и коррекции кардиоренального синдрома не были изучены.

Цель исследования

Оценка возможностей радионуклидной реносцинтиграфии в выявлении дисфункции почек у больных ишемической болезнью сердца, осложненной ХСН.

Материал и методы

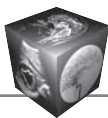
В исследование было включено 85 пациентов (все мужчины, средний возраст $54,06 \pm 0,80$ года) с основным диагнозом: ишемическая болезнь сердца (ИБС) II–IV функционального класса (ФК) стенокардии, осложненная ХСН I–III ФК по NYHA; 61 (72%) человек в прошлом перенес один или более острых инфарктов миокарда с формированием постинфарктного кардиосклероза. Диагноз

Для корреспонденции: Веснина Жанета Владимировна – 634012 Томск, ул. Киевская, 111а. Научно-исследовательский институт кардиологии, лаборатория радионуклидных методов исследования. Тел.: 8-382-2-558298. Факс: 8-382-2-555057. E-mail: zhvesnina@mail.ru

Веснина Жанета Владимировна – доктор мед. наук, заведующая лабораторией радионуклидных методов исследования Научно-исследовательского института кардиологии, Томск.

Contact: Vesnina Zhaneta Vladimirovna – 634012 Tomsk, Kievskaya str., 111a. Scientific Research Institute of Cardiology, laboratory of radionuclide methods of investigation. Phone: 8-382-2-558298. Fax: 8-382-2-555057. E-mail: zhvesnina@mail.ru

Vesnina Zhaneta Vladimirovna – doct. of med. sci., Head of laboratory of radionuclide methods of investigation, Scientific Research Institute of Cardiology, Tomsk.



обследованным больным был установлен после тщательного клинико-инструментального обследования на основании критериев ВОЗ.

Всем пациентам проводили динамическую радионуклидную реносцинтиграфию (ДРСГ) с ^{99m}Tc -ДТПА (Пентатех, ^{99m}Tc , “Диамед”, Россия). Исследование проводили в положении пациента сидя спиной к детектору гамма-камеры, чтобы в поле зрения попадали сердце и почки. Радиофарм-препарат (РФП) вводили внутривенно в дозе 30–40 МБк (0,8–1,0 мКи) и объеме до 1–1,5 мл. Запись продолжали в течение 20 мин в режиме 1 кадр/мин. Для расчета СКФ проводили запись активности шприца до и после введения РФП пациенту.

В ходе исследования рассчитывали следующие параметры: СКФ (мл/мин) – скорость клубочковой фильтрации (суммарная и отдельно для каждой из почек); клиренс крови (мин) – период полуочищения крови от РФП; $T_{1/2}$ (мин) – время снижения скорости счета на ренограмме до 50% от максимальной (отдельно для левой и правой почек); $T_{1/2}\text{ПАР}$ (мин) – период полувыведения индикатора из почечной паренхимы (отдельно для левой и правой почек); ИКЗ – индекс кортикальной задержки препарата (отдельно для левой и правой почек).

СКФ рассчитывается по формуле:

$$\text{СКФ} = \frac{(\text{Сл} + \text{Сп})}{P} \cdot 100\% \cdot 9,975621 - 6,19843,$$

при этом

$$\text{Сл} = K(2,3)_\text{л} \cdot \exp(0,153 \cdot D),$$

$$\text{Сп} = K(2,3)_\text{п} \cdot \exp(0,153 \cdot D),$$

где $C(2,3)_\text{л}$ и $C(2,3)_\text{п}$ – суммарное накопление на ренографической кривой в интервале от 2 до 3 мин после начала поступления препарата (площадь ренограммы, косвенно отображающая максимальное количество индикатора, прошедшего через почку за указанный период времени) для левой и правой почек соответственно; P – разность в счете шприца до и после инъекции; D – глубина залегания почки.

Все сцинтиграфические исследования были выполнены на гамма-камерах Forte (Philips Medical Systems, Netherland) и Omega 500 (Technicare,

США–ФРГ). В процессе сбора данных были использованы низкоэнергетические коллиматоры. Регистрация изображений проводилась в матрицы 64×64 или 128×128 пикселей специализированного компьютера. При исследованиях с ^{99m}Tc окно дифференциального дискриминатора было настроено на фотопик $140 \pm 10\%$ кэВ. Обработку полученных сцинтиграмм осуществляли при помощи пакетов прикладных программ JetStream® Workspace Release 3.0 (Philips Medical Systems, Netherland) и “Сцинти” (НПО “Гелмос”, Россия).

У всех пациентов также определяли уровень сывороточного креатинина во временной период, не превышающий 48 ч от момента выполнения им ДРСГ. По уровню СКр рассчитывали КК (формула Кокрофта–Голта) и СКФ (формула MDRD).

Формула Кокрофта–Голта (мл/мин):

$$\text{СКФ} = \frac{(140 - \text{возраст, годы}) \cdot \text{масса тела, кг}}{72 \cdot \text{Кр сыворотки, мг/дл}},$$

где Кр – уровень креатинина. Для женщин результаты умножают на 0,85.

Формула MDRD (мл/мин/1,73 м²):

$$\text{СКФ} = 186 \cdot (\text{Кр сыворотки, мг/дл})^{-1,154} \cdot (\text{возраст, годы})^{-0,203},$$

где Кр – уровень креатинина. Для женщин результаты умножают на 0,742.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета программ Statistica 6.0 с использованием описательной статистики (Descriptive statistics). Для оценки достоверности различий зависимых выборок использовали непараметрические критерии Вилкоксона и Sign-теста для парных измерений. Для выявления корреляционных связей в полученных данных использовали коэффициент корреляции Спирмена. Изменения и взаимосвязи между определяемыми параметрами считались значимыми при достоверности $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Как следует из табл. 1 и рис. 1, наиболее близкими по значению являются величины СКФ и КК,

Таблица 1. Расчетные исходные значения СКФ у больных ИБС ($M \pm SE$)

Показатель	Метод расчета			
	ДРСГ, мл/мин	формула Кокрофта–Голта, мл/мин	формула MDRD, мл/мин/1,73 м ²	формула MDRD _{норм.} , мл/мин
СКФ/КК	104,20 ± 1,19	103,53 ± 2,89	84,91 ± 1,61	95,43 ± 1,96

Примечание: St – площадь поверхности тела (м²); MDRD_{норм.} – MDRD, нормированная на St .

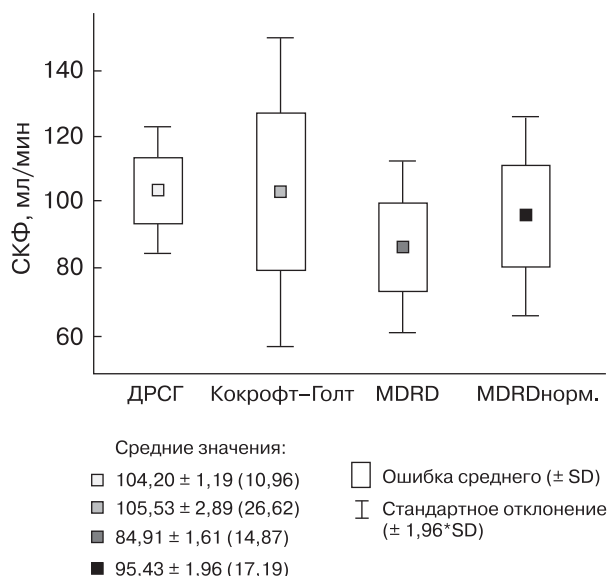
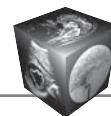


Рис. 1. Сравнительное значение величин СКФ (или КК), полученных с использованием разных методов расчета, у обследованных пациентов.

рассчитанные с помощью методов динамической реносцинтиграфии и Кокрофта–Голта. Статистический анализ показал наличие значимой корреляционной взаимосвязи между СКФ, определенной с помощью радионуклидного метода, и уровнем КК ($R = 0,30$, $p = 0,005$). При этом следует отметить, что разброс (стандартное отклонение) в значениях СКФ, рассчитанный по реносцинтиграммам, значительно меньше, чем по формуле Кокрофта–Голта.

Как следует из табл. 1, наименьшее значение СКФ было получено при использовании формулы MDRD. Это связано с тем, что формула позволяет оценить СКФ, стандартизованную по определенной площади поверхности тела (St), а именно – $1,73 \text{ м}^2$. Был произведен расчет площади поверхности тела (St) для каждого пациента по методу Mosteller [15] с расчетом коэффициента нормирования ($St/1,73$). После умножения результатов, полученных по формуле MDRD, на данный коэффициент мы получили значения СКФ с учетом массы тела и роста обследованных пациентов ($MDRD_{\text{норм.}}$). Как видно из табл. 1 и рис. 1, средние значения СКФ после нормирования формулы MDRD оказались близкими по величине и достоверно корреляционно взаимосвязаны ($R = 0,28$, $p = 0,01$). Однако величина стандартного отклонения среднего в значениях СКФ, рассчитанных с помощью радионуклидного метода, была значительно меньше по сравнению с результатами расчета по формуле MDRD (см. табл. 1, рис. 1).

Это может быть связано с рядом недостатков, присущих двум общепринятым методикам. Во-первых, расчет СКФ по формулам Кокрофта–Голта и MDRD базируется на определении уровня эндогенного маркера фильтрации – СКр с вычислением его клиренса. Однако, как было отмечено выше, креатинин не является идеальным маркером для оценки функции почек: изменения его уровня становятся наиболее показательными (а взаимосвязь между снижением СКФ и подъемом СКр становится более достоверной) при выраженном снижении почечной функции ($СКФ < 25 \text{ мл/мин}$ или ее уменьшение не менее чем на 50% от уровня нормы) [7, 11, 16]. Кроме того, концентрация креатинина сыворотки зависит от продукции, секреции, внепочечной экскреции креатинина, а также многих других факторов, включая возраст, характер питания, объем мышечной массы, некоторые фармакологические агенты и пр. [17].

Основным недостатком формулы MDRD является низкая точность расчета СКФ у пациентов с нормальной или незначительно сниженной функцией почек. При скрининговом тесте было установлено, что использование формулы MDRD завышает количество пациентов с хроническими заболеваниями почек, не установлена точность формулы для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями [17]. Общим недостатком формул является их неточность при нормальных или незначительно сниженных значениях СКФ [18].

По результатам радионуклидной реносцинтиграфии нарушений функциональной активности почек не было выявлено только у 16 (18,8%) из 85 обследованных пациентов. При этом хронические заболевания почек в анамнезе имел лишь 21 (24,7%) человек.

Снижение СКФ одной или обеих почек в той или иной степени было выявлено у 64 (75,3%) из 85 обследованных пациентов. Средняя величина общей СКФ по данным реносцинтиграфии составила $105,13 \pm 0,68 \text{ мл/мин}$, левой почки – $47,60 \pm 0,58 \text{ мл/мин}$, правой почки – $57,52 \pm 0,46 \text{ мл/мин}$ (табл. 2). У 18 (21,2%) больных были обнаружены выраженные нарушения функции почек (снижение СКФ одной или обеих почек более чем на 30% от нормальных значений) (рис. 2).

У большинства пациентов (37 (43,5%) человек) изменения фильтрационной функции носили умеренно выраженный характер и проявлялись снижением СКФ на 15–30% от нормальных значений. Незначительные нарушения ($< 15\%$) были выявлены у 10 (11,8%) из 85 обследованных пациентов.

Причинами указанных нарушений у обследованных пациентов могут быть недиагностированные стенозы почечных артерий, а также наличие

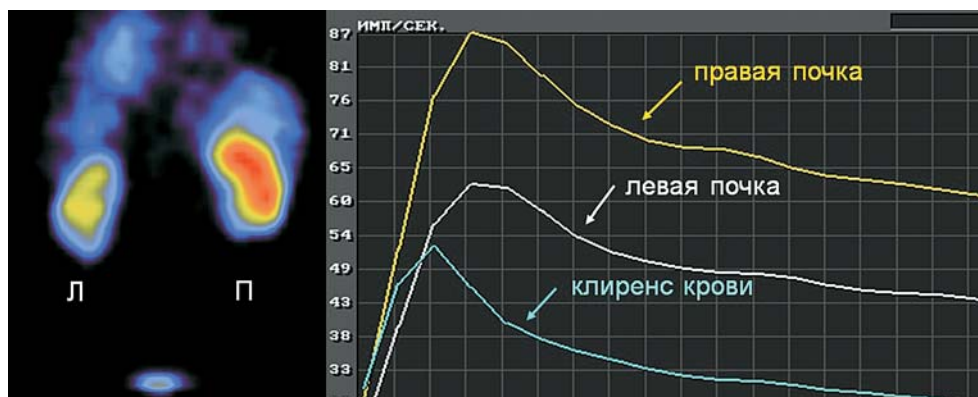


Рис. 2. Реносцинтиграмма пациента с ХСН III ФК по NYHA: значительно нарушена фильтрационная функция левой почки (снижение СКФ на 40%).

ХСН, приводящей, как было отмечено выше, к снижению СКФ за счет прогрессирующего снижения сердечного выброса и функционального почечного резерва [1–3, 20].

У 34 (40% от числа обследованных больных) пациентов было выявлено нарушение эвакуаторной функции почек со стороны паренхимы. Выявленные нарушения имели в основном умеренный и незначительный характер (не более 15 мин от верхней границы нормы) (21 (24,7%) и 7 (8,2%) пациентов соответственно). Исключение составили 6 больных, у которых задержка выведения индикатора была значительной ($T_{1/2}$ пар. составил более 35 мин).

На последнем факте следует акцентировать внимание, поскольку он указывает на то, что нарушение эвакуации индикатора у этих пациентов было обусловлено изменениями в паренхиме по-

чек, то есть происходило выше уровня чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) и указывало на нарушение процессов канальцевой реабсорбции. Исходя из этого, отклонение от нормы таких показателей, как $T_{1/2}$ пар. и ИКЗ можно также расценивать как результат нарушения центральной и почечной гемодинамики у больных ИБС, осложненной ХСН [3, 21]. Следует отметить, что два последних показателя свидетельствуют об активности процессов экскреции, происходящих в нефроне.

Задержка выведения индикатора из ЧЛС почек отмечалась в 24 (28,2%) случаях и в основном (16 пациентов) была выражена в незначительной степени (не более 6 мин от верхней границы нормы). У 5 (5,9%) больных нарушение эвакуаторной функции носило умеренный характер, и у 2 (2,4%) человек функциональная активность ЧЛС была снижена довольно заметно ($T_{1/2}$ составил более 30 мин).

Таблица 2. Сцинтиграфические показатели функциональной активности почек у пациентов с ХСН ($M \pm SE$)

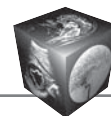
Реносцинтиграфия		
Показатели		Норма*
СКФ _{общ.} , мл/мин	105,13 $\pm$ 0,68	110–130
Клиренс крови, мин	19,30 $\pm$ 0,26	< 25
СКФ _{лев.} , мл/мин	47,60 $\pm$ 0,58	55–65
СКФ _{прав.} , мл/мин	57,52 $\pm$ 0,46	55–65
$T_{1/2}$ лев., мин	15,25 $\pm$ 0,45	< 18
$T_{1/2}$ прав., мин	15,10 $\pm$ 0,46	< 18
$T_{1/2}$ пар. лев., мин	22,62 $\pm$ 0,56	< 18
$T_{1/2}$ пар. прав., мин	20,33 $\pm$ 0,51	< 18
ИКЗ _{лев.}	40,96 $\pm$ 0,60	> 30
ИКЗ _{прав.}	44,32 $\pm$ 0,67	> 30

Примечание: * – параметры нормы, принятые в радионуклидной диагностике [19]; клиренс крови – период полуочищения крови от РФП; $T_{1/2}$ – период полувыведения индикатора из ЧЛС; $T_{1/2}$ пар. – период полувыведения индикатора из почечной паренхимы; ИКЗ – индекс кортикальной задержки препарата.

Заключение

Результаты радионуклидной реносцинтиграфии позволяют предполагать, что почечная дисфункция развивается не менее чем у 75% больных ИБС, осложненной ХСН. Полученные данные в очередной раз указывают на широкие диагностические возможности радионуклидного метода в выявлении нарушений функции почек даже на стадиях, когда отсутствуют клинические и биохимические проявления ренальной патологии. При этом он лишен недостатков, присущих двум общепринятым методикам, связанных с влиянием на концентрацию креатинина в сыворотке крови, помимо СКФ, многих других физиологических факторов.

Таким образом, радионуклидный метод оценки СКФ является, по нашему мнению, обоснованным с точки зрения доказательной медицины, при этом прост в применении и легкодоступен в широкой клинической практике.



Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (Соглашение №14-15-00178 от 03.07.2014 г.).

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы / References

1. Беленков Ю.Н., Сторожаков Г.И., Терещенко С.Н., Карпов Ю.А. Модификация факторов риска и предупреждение органных поражений – преимущества ингибиторов АПФ. Журнал Сердечная недостаточность. 2003; 1: 34–37.
Belenkov Yu.N., Storozhakov G.I., Tereschenko S.N., Karpov Yu.A. Modification of risk factors and prevention of organ damages – the benefits of ACE inhibitors. Zhurnal Serdechnaya Nedostatochnost. 2003; 1: 34–37. (In Russian)
2. McAlister F.A., Ezekowitz J., Tonelli M., Armstrong P.W. Renal insufficiency and heart failure: prognostic and therapeutic implications from a prospective cohort study. Circulation. 2004; 109: 1004–1009.
3. Eriksen R., Vegsundvaag J., Hole T., Morsto T.H. Hepatic and renal haemodynamics changes in congestive heart disease. Tidsskr. Nor. Laegeforen. 2006; 6: 743–746.
4. Magri P., Rao M.A.E., Cangianiello S., et al. Early impairment of renal hemodynamic reserve in patients with asymptomatic heart failure is restored by Angiotensin II antagonism. Circulation. 1998; 98: 2849–2854.
5. Bellomo R., Kellum J., Ronco C. Acute renal failure: Time for consensus. Intens. Care Med. 2001; 27: 1685–1688.
6. Ryckwaert F., Colson P., Ribstein J. et al. Haemodynamic and renal effects of intravenous enalaprilat during coronary artery bypass graft surgery in patients with ischemic heart dysfunction. Br. J. Anaest. 2001; 86 (2): 169–175.
7. Thomsen H.S., Morcos S.K. Contrast media and kidney: European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines. Br. J. Radiol. 2003; 76: 513–518.
8. Папаян А.В., Архипов В.В., Береснева Е.А. Маркеры функции почек и оценка прогрессирования почечной недостаточности. Терапевтический архив. 2004; 4: 83–90.
Papayan A.V., Arkhipov V.V., Beresneva E.A. Markers of renal function and assessment of progression of renal failure. Terapevticheskiy arkhiv. 2004; 4: 83–90. (In Russian)
9. Cockcroft D.W., Gault M.H. Prediction of creatinine clearance from serum creatinine. Nephron. 1976; 16: 31–41.
10. Chen L.I., Guh J.Y., Wu K.D. et al. Modification of diet in Renal Disease (MDRD) Study and CKD Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) Equations for Taiwanese Adults. PLoS One 2014; 9 (6): e99645.
11. Hoffmann U., Fischeder M., Kruger B. et al. The value of N-acetylcysteine in the prevention of radiocontrast agent-induced nephropathy seems questionable. J. Am. Soc. Nephrol. 2004; 15: 407–410.
12. Branten A.J.W., Vervoot G., Wetzels J.F.M. Serum creatinine is a poor marker of GFR in nephrotic syndrome. Nephrol. Dial. Transplant. 2005; 20: 707–711.
13. Perrone R.D., Madias N.E., Levey A.S. Serum creatinine as an index of renal function: new insights into old concepts. Clin. Chem. 1992; 38: 1933–1953.
14. Тареев Е.М. Основы нефрологии. М.: Изд-во Медицина, 1972. 117 с.
Tareev E.M. Basics of nephrology. M.: Meditsina, 1972. 117 p. (In Russian)
15. Mosteller R.D. Simplified calculation of body surface area. N. Engl. J. Med. 1987; 317: 1098.
16. Idee J.M., Bonnemain B. Reliability of the experimental models of iodinated contrast media-induced acute renal failure. From methodological considerations to pathophysiology. Invest. Radiol. 1996; 31: 230–241.
17. Моисеев В.С., Мухин Н.А., Кобалава Ж.Д. и др. Основные положения проекта рекомендаций по оценке функционального состояния почек. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2008; 4: 8–20.
Moiseev V.S., Mukhin N.A., Kobalava Zh.D. et al. The main provisions of the draft recommendations for the assessment of renal function. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2008; 4: 8–20. (In Russian)
18. Stevens A.L., Coresh J., Greene T., Levey A.S. Assessing kidney function – measured and estimated glomerular filtration rate. N. Engl. J. Med. 2006; 354: 2473–2483.
19. Веснина Ж.В. Радионуклидная диагностика в нефрологии и урологии. В кн.: Национальное руководство по радионуклидной диагностике; Под ред. Ю.Б. Лешманова, В.И. Чернова. В 2-х томах. Т. 2. Томск: STT, 2010: 190–215.
Vesnina Zh.V. Radionuclide diagnostics in nephrology and urology. In: National guide on radionuclide diagnostics. Eds Yu.B. Lishmanov, V.I. Chernov. Tomsk: STT, 2010: 190–215. (In Russian)
20. Schrier R.W.S., Abraham W.T. Hormones and hemodynamics in heart failure. New Engl. J. Med. 1999; 341: 577–585.
21. De Santo N.G., Cirillo M., Perna A. et al. The kidney in heart failure. Seminars Nephrol. 2005; 25(6): 404–407.