

© М.М. Батюшин, 2017

УДК 616.611

DOI 10.21886/2306-6424-2017-5-1-42-51

ISSN 2308-6424

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ КЛУБОЧКОВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ В УРОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

М.М. Батюшин

¹ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет»
Минздрава России; Ростов-на-Дону, Россия

Автор для связи: Батюшин Михаил Михайлович
Тел.: +7 (863) 201-44-23; e-mail: batjushin-m@rambler.ru

Статья представляет собой обзор, посвященный методическим вопросам оценки скорости клубочковой фильтрации в урологической практике. Рассматриваются современные международные и национальные рекомендации, в частности, KDIGO, рекомендации научного общества нефрологов России, ассоциации урологов России, приводятся результаты сравнительного анализа различных методик оценки скорости клубочковой фильтрации. Показано, что в настоящее время расчетные методы оценки скорости клубочковой фильтрации имеют преимущества перед клиренсовыми. Показаны преимущества и недостатки методов расчета скорости клубочковой фильтрации по формулам Cockcroft-Gault и MDRD. Автором перечислены патологические состояния в урологической практике, при которых возникает необходимость в оценке скорости клубочковой фильтрации, приведены номограммы и ссылки на интернет-калькуляторы для быстрого и удобного расчета скорости клубочковой фильтрации.

Ключевые слова: скорость клубочковой фильтрации, формула CKD-EPI, хроническая болезнь почек.

METHODICAL BASES OF ESTIMATION GLOMERULAR FILTRATION RATE IN UROLOGICAL PRACTICE

M.M. Batiushin

¹Rostov State Medical University of the Ministry Health of the Russian Federation;
Rostov-on-Don, Russian Federation

The article presents a review of methodological issues of estimation of glomerular filtration rate in urologic practice. Author examine the current international and national recommendations, in particular by KDIGO, the recommendations of the scientific society of nephrologists of Russia, Association of urologists of Russia, the results of comparative analysis of different methods of assessing glomerular filtration rate. It is shown that the currently calculated methods of assessment of glomerular filtration rate have advantages over technique of clearance. The advantages and disadvantages of methods for calculating glomerular filtration rate by the formula of Cockcroft-Gault and MDRD. The author lists the pathological conditions in urological practice, in which there is a need to assess glomerular filtration rate, given nomograms and links to online calculators for quick and easy calculation of glomerular filtration rate.

Keywords: glomerular filtration rate, the formula CKD-EPI, chronic kidney disease.

Введение

В последнее десятилетие все чаще в научных работах стали анализировать состояние почечной функции у пациентов, подвергшихся различным урологическим вмешательствам. Этому способствовала унификация подходов к оценке почечной функции, основу которой положили американские рекомендации KDOQI (National Kidney Foundation–Kidney Disease Outcomes Quality Initiative 2002) [1], которые в последующем были адаптированы в международных рекомендациях KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes, 2012) [2]. Также появились и национальные рекомендации [3], определяющие необходимость внедрения оценки скорости клубочковой фильтрации (СКФ) в широкую клиническую практику.

Вместе с тем, не потеряли своей актуальности и оценки парциальных почечных способностей, которые используются в научных целях, а также клинических целях при обследовании пациентов с наследственными канальцевыми дисфункциями.

В последние годы в центре внимания находятся два вопроса. Во-первых, какая методика определения СКФ является предпочтительной, учитывая разную информативность используемых методов регистрации. Во-вторых, какова значимость оценки СКФ для исхода урологического вмешательства и продолжительности жизни пациента в отдаленном периоде.

Методы оценки СКФ

В KDOQI (2002) впервые было обозначено, что при патологии почек необходимо оценивать СКФ, а также отмечено, что определение уровня креатинина не может применяться для оценки выраженности почечной дисфункции [1]. Также в этих рекомендациях советуется использовать формулу MDRD для расчета СКФ у взрослых и формулу Schwartz и Counahan-Barratt у детей. В качестве «золотого стандарта» рекомендовалось использовать метод оценки клиренса по инулину. К сожалению, данный метод не нашел широкого применения в клинической практике, прежде всего, из-за дороговизны самого инулина и необходимости не только его наличия, но и внедрения методики его оценки в крови и моче. Не получила широкого распространения также и методика расчета СКФ по MDRD в силу причин, которые будут рассмотрены ниже, а также методика Counahan-Barratt. Однако данные рекомендации явились в свое время революционными, поскольку впервые отдавали окончательный приоритет нарушениям клубочковой фильтрации перед канальцевыми дисфункциями в оценке

уровня почечной дисфункции и вводили индивидуальную оценку почечной дисфункции с учетом площади поверхности тела пациента. В качестве альтернативного метода оценки СКФ в данных рекомендациях приведены методы реносцинтиграфии с ^{125}I -йоталаматом и $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -ДТПА, которые в настоящее время не только не утратили своей значимости, но и являются «золотым стандартом» точности определения СКФ. Использование этих методов ограничивается в основном необходимостью наличия и оснащения радионуклидной лаборатории.

Расчет по формуле MDRD имеет ряд преимуществ перед использованием формулы Cockcroft-Gault. В частности, исследование MDRD включало соотношение расчетной СКФ с определением СКФ с помощью ^{125}I -йоталамата, в исследование включались белые американцы. Также расчет по формуле Cockcroft-Gault не включал в себя площадь поверхности тела, а ориентировался на массу тела, что также добавляло неточности в расчет, поскольку объем генерируемого креатинина в организме человека в большей степени коррелирует именно с площадью поверхности тела.

По точности в оценке СКФ у детей формулы Schwartz и Counahan-Barratt похожи. В частности, формула Schwartz давала 75% совпадений со значением СКФ, определенным с помощью инулинового клиренса [4], тогда как формула Counahan-Barratt – от 70 до 86% совпадений со значением, определенным с помощью Cr-EDTA. Однако формула Schwartz все же нашла более широкое применение в педиатрической практике.

Еще одним важным достижением рекомендаций KDOQI (2002) было утверждение о том, что оценка 24-суточного клиренса креатинина не имеет преимуществ перед кратковременным в анализе прогноза пациентов с хронической почечной недостаточностью. Венцом данных рекомендаций явилось введение термина «хроническая болезнь почек» (ХБП) и ранжирование на пять стадий в зависимости от уровня СКФ, которое после некоторых преобразований используется по сей день.

В последующих рекомендациях KDIGO были внесены ряд изменений, однако, в целом, сохранена идеологическая основа KDOQI. В своих комментариях по поводу рекомендаций KDIGO эксперты KDOQI отмечают преемственность этих рекомендаций и последовательность международных экспертов в отстаивании идеи ХБП и важности оценки СКФ в ведении больных с патологией почек [5].

В рекомендациях KDIGO предлагается выделять в составе третьей стадии ХБП 3А и 3Б стадии, разделом между ними является значение СКФ $45 \text{ мл/мин}/1,73\text{м}^2$. Также выделяется три стадии

альбуминурии, которая иногда является единственным признаком почечного повреждения. С ростом выраженности альбуминурии и стадии ХБП возрастает риск смерти больного и выхода на заместительную почечную терапию. Подразделение третьей стадии на 3А и 3Б было обусловлено результатами мета-анализа 14 исследований, включившего в себя 105872 пациента [6]. Было показано, что максимальные темпы прироста сердечно-сосудистой смертности у больных с ХБП наблюдаются при СКФ от 75 до 45, а в последующем по мере снижения почечной функции темпы существенно замедляются (рис. 1).

В рекомендациях KDIGO, помимо расчетного метода определения СКФ по креатинину, предлагается использовать расчет СКФ по цистатину С или оценку СКФ по клиренсу в случаях, когда данный вид оценки представляется не очень точным.

В рекомендациях KDIGO детально ранжируются ситуации, при которых возникают ошибки в определении СКФ (табл. 1). Данные ситуации могут вносить неточность в расчет СКФ по креатинину. В частности, в настоящее время не приветствуется определение СКФ у пациентов с острым почечным повреждением (ОПП). У таких

больных оцениваются значения креатинина и темпы его изменения, а также показатели водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса, некоторые клинические данные (почасовой диурез, явления уремической энцефалопатии и т.д.). Данные популяций тех стран, в которых проводились исследования, посвященные оценке СКФ, экстраполируются на те страны, в которых таких исследований не проводилось, к сожалению, без учета популяционных особенностей. В таком случае оценка СКФ будет, вероятно, не совсем точной. Также неточности возникают при оценке СКФ как у пациентов с высоким уровнем развития мышечной массы (атлеты, бодибилдеры, спортсмены), так и у пациентов с существенно сниженным уровнем мышечной массы (больные с ампутированными конечностями, с тяжелыми миодистрофическими синдромами). Следует признать, что для этой категории больных до сих пор не разработана методика расчета СКФ.

В рекомендациях KDIGO, помимо расчетного метода определения СКФ по креатинину, предлагается использовать расчет СКФ по цистатину С или оценку СКФ по клиренсу в случаях, когда данный вид оценки представляется не очень точным.

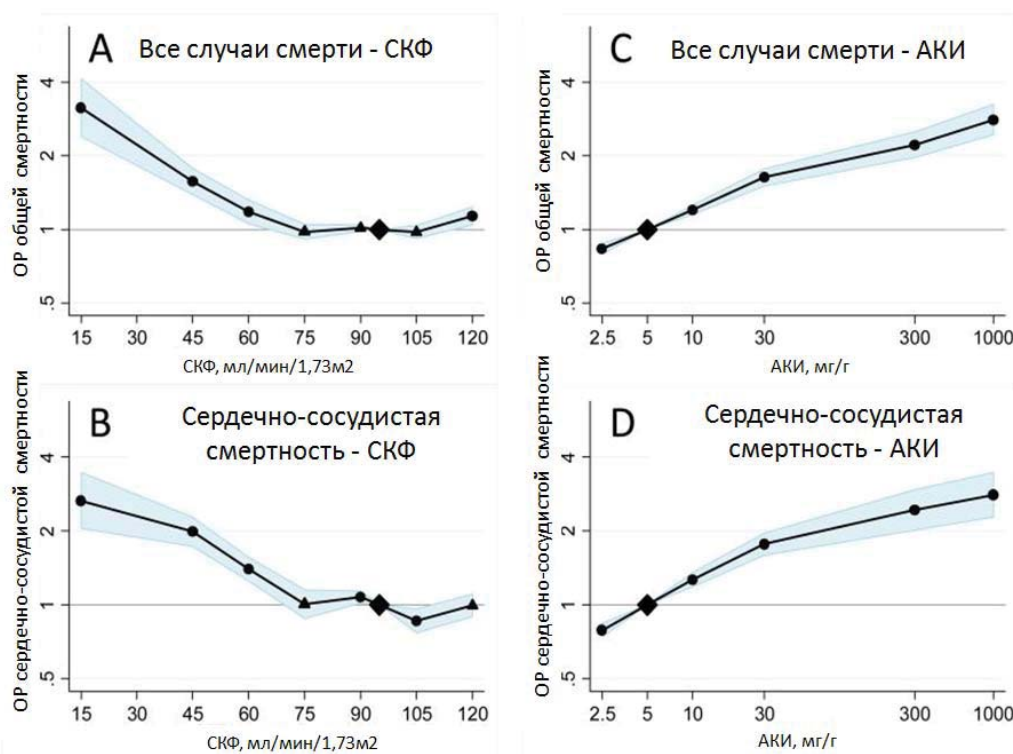


Рисунок 1. ОР и 95% для всех случаев смерти и сердечно-сосудистой смертности в зависимости от СКФ и АКИ (альбумин-креатининовый индекс), выровненных по возрасту, полу, расе, анамнезу сердечно-сосудистого заболевания, систолическому артериальному давлению, диабету, курению, общему холестерину. Референтными были СКФ 95 мл/мин/1,73м² и АКИ 5 мг/г (0,6 мг/ммоль), соответственно.

Источники ошибок в оценке СКФ, рассчитанной по креатинину

Источник ошибки	Пример
Неустойчивое состояние	Острое почечное повреждение
Детерминанты, не связанные с СКФ, демонстрирующие различия в исследуемой популяции	
<i>Факторы, затрагивающие продукцию креатинина</i>	Раса / этнос другие нежели американцы, европейцы Крайние варианты мышечной массы Крайние варианты веса тела Диета и нутритивный статус: <ul style="list-style-type: none"> • высокобелковая диета • добавки с креатинином Мышечноатрофические заболевания Прием приготовленного мяса
<i>Факторы, затрагивающие канальцевую секрецию</i>	Снижение, индуцированное лекарствами: <ul style="list-style-type: none"> • триметоприм • циметидин • фенофибрат
<i>Факторы, затрагивающие экстракренальную элиминацию креатинина</i>	Диализ Ингибирование кишечной креатининазы с помощью антибиотиков Повышение за счет высокообъемных потерь внеклеточной жидкости
Повышенная СКФ	Повышенная биологическая вариабельность детерминант, не связанных с СКФ в связи с СКФ
Вмешательство в анализ креатинина	Спектральные вмешательства (в т.ч. билирубин, некоторые лекарства) Химические вмешательства (в т.ч. глюкоза, кетоновые тела, билирубин, некоторые лекарства)

В рекомендациях KDIGO детально ранжируются ситуации, при которых возникают ошибки в определении СКФ (табл. 1). Данные ситуации могут вносить неточность в расчет СКФ по креатинину. В частности, в настоящее время не приветствуется определение СКФ у пациентов с острым почечным повреждением (ОПП). У таких больных оцениваются значения креатинина и темпы его изменения, а также показатели водно-электролитного и кислотно-щелочного баланса, некоторые клинические данные (почасовой диурез, явления уремической энцефалопатии и т.д.). Данные популяций тех стран, в которых проводились исследования, посвященные оценке СКФ, экстраполируются на те страны, в которых таких исследований не проводилось, к сожалению, без учета популяционных особенностей. В таком случае оценка СКФ будет, вероятно, не совсем точной. Также неточности возникают при оценке СКФ как у пациентов с высоким уровнем развития мышечной массы (атлеты, бодибилдеры, спортсмены), так и у пациентов с существенно сниженным уровнем мышечной массы (больные

с ампутированными конечностями, с тяжелыми миодистрофическими синдромами). Следует признать, что для этой категории больных до сих пор не разработана методика расчета СКФ.

В рекомендациях KDIGO указывается, что формула Cockcroft-Gault разрабатывалась и исследовалась до момента внедрения стандартизованных методов определения креатинина крови, и после введения таких методов не была оценена повторно, что ставит ее валидизацию под вопрос. Применение данной формулы из-за простоты расчета, вероятно, возможно в условиях, когда нет возможности воспользоваться другими методами расчета (нефрологические линейки, калькуляторы, номограммы, формулы). Не лучшую судьбу ожидает и применение формулы MDRD. Это связано с тем, что по данной формуле значения СКФ завышаются, ее разрешено использовать только при значениях СКФ более 60 мл/мин/1,73м², однако уже при СКФ выше 90 мл/мин/1,73м² ее применять не рекомендуется из-за отсутствия соответствующей исследовательской базы. В этом вопросе эксперты KDIGO

ссылаются на National Kidney Disease Education Program (NKDEP), проведенную в Англии и продемонстрировавшую ограниченные возможности применения формулы MDRD. Таким образом, единственным в настоящее время рекомендуемым методом расчета СКФ является формулы СКD-EPI, которая имеет минимальные отличия от измеренной «золотым методом» СКФ. В качестве примера сравнительного анализа двух формул можно привести результаты исследования Levey A.S. с соавт. [7] (рис. 2). На рис. 2 видно, что отклонение кривой СКФ по формуле MDRD существенно больше, чем кривой СКФ по СКD-EPI.

Выше упоминалось о возможности определения СКФ по цистатину С. Эксперты KDIGO рекомендуют ее использовать в ситуациях, описанных в табл. 1, в случае СКФ 45-60 мл/мин/1,73м², но при отсутствии каких-либо маркеров почечной патологии, а также в других ситуациях в качестве альтернативы, дополняющей расчет СКФ по креатинину с использованием формулы СКD-EPI. Вместе с тем, для расчета СКФ по цистатину С также есть свои ограничения, касающиеся популяционных различий, дисфункции щитовидной железы, применения кортикостероидов, наличия гетерофильных антител к цистатину С и т.д. Все это наравне с высокой стоимостью данного метода (около 2000 руб. за одно исследование) не привело в течение четырех лет с момента выхода рекомендаций к распространению данного метода в широкой клинической практике.

Определение СКФ по клиренсу креатинина входит в качестве обязательного метода оценки СКФ в национальные стандарты оказания специализированной помощи пациентам не-

фрологического профиля, однако, вероятно, это представляется технической ошибкой, поскольку на момент подготовки стандартов проба Реберга-Тареева уже уступала расчетным методам по данным международных рекомендаций. Более того, на тот момент уже вступили в действие российские рекомендации, которые также провозгласили преимущества расчетных методов оценки СКФ перед клиренсовыми.

В национальных рекомендациях шести российских обществ, в т.ч. общества кардиологов и нефрологов (2013) в качестве показаний для оценки 24-часового клиренса креатинина (проба Реберга-Тареева) приводятся особые клинические ситуации [8]:

- беременность,
- крайние значения возраста и размеров тела,
- тяжелая белково-энергетическая недостаточность,
- заболевания скелетных мышц, параплегия и тетраплегия,
- вегетарианская диета,
- быстро меняющаяся функция почек,
- оценка функции почек перед назначением нефротоксичных препаратов.

Наличие секреции части креатинина плазмы помимо фильтрации, а также повышение точности пробы по мере сохранения высокого объема диуреза, зависимость результатов пробы от многих внешних и внутренних факторов делает эту пробу в оценке СКФ менее приоритетной.

В целом, суммируя сказанное, эксперты KDIGO обобщили недостатки и достоинства тех или иных методов в сводной табл. 2 [2].

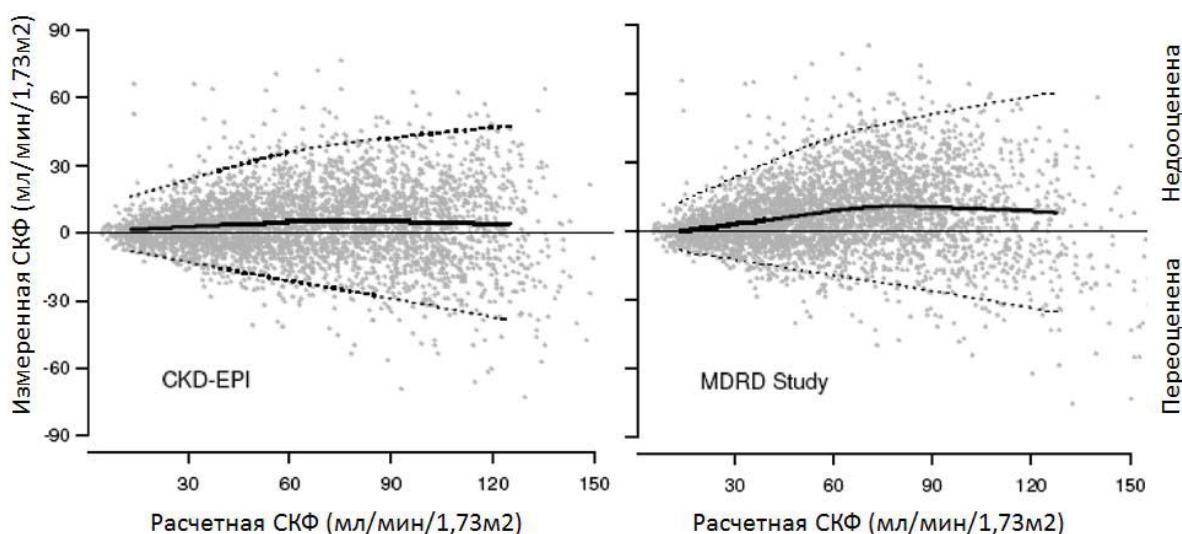


Рисунок 2. Качество формул СКD-EPI и MDRD в оценке СКФ при проведении внешней валидации.

Сильные стороны и ограничения методов оценки СКФ и маркеров

Подходы	Сильные стороны	Ограничения
1	2	3
Методы		
Мочевой клиренс		
Мочевой катетер и длительная внутривенная инфузия маркера	«Золотой стандарт»	Инвазивный
Спонтанное мочеиспускание	Комфортно для пациента Менее инвазивно	Возможно неполное опорожнение мочевого пузыря, низкая частота мочеиспусканий у лиц с низкой СКФ
Болюсное введение маркера	Короткая продолжительность	Быстрое снижение плазменной концентрации при высоком значении СКФ, продолжительное время уравнивания при увеличении экстрацеллюлярного объема
24-часовой сбор мочи		Громоздкий, склонность к ошибкам
Плазменный клиренс	Не обязателен сбор мочи, потенциально высокая точность	Завышение СКФ при повышении экстрацеллюлярного объема, неточные уровни при однократном определении особенно при низкой СКФ, большая продолжительность приготовления плазмы при низком СКФ
Ядерная томография	Нет сбора мочи и повторных заборов крови, относительно короткая продолжительность	Менее точный
Маркеры		
Инулин	«Золотой стандарт», нет побочных эффектов	Дорого, трудно растворять и поддерживать в растворенном виде, кратковременность пребывания в крови
Креатинин	Эндогенный маркер, нет необходимости во введении, методика применяется во всех клинических лабораториях	секреция сильно варьирует индивидуально
Йоталамат	Недорогой, длительное время полувыведения	Возможна канальцевая секреция, требования по хранению и применению радиоактивных субстанций при применении ¹²⁵ I в качестве метки, применение нерадиоактивного йоталамата требует дорогого сопровождения, не может применяться у пациентов с аллергией на йод
Йогексол	Нерадиоактивен, недорогой, чувствительность метода позволяет определять малые дозы	Возможна канальцевая реабсорбция или связывание с белком, применение малых доз требует дорогого сопровождения, не может применяться у пациентов с аллергией на йод, нефротоксичность и риск аллергических реакций на высокие дозы
EDTA	Широко доступен в Европе	Возможна канальцевая реабсорбция, требования по хранению и применению радиоактивных субстанций при применении ⁵¹ Cr в качестве метки

1	2	3
ДТРА	Широко доступен в США	требования по хранению и применению радиоактивных субстанций при применении ^{99m} Tc в качестве метки необходимость стандартизации для ^{99m} Tc, диссоциация и связывание с белком ^{99m} Tc, риск нефрогенного системного фиброза, когда применяется гадолиний в качестве метки

Примечание: EDTA — этилендиамин тетраацетовая кислота, ДТРА — диэтилентриамин пентаацетовая кислота.

Российские нефрологические рекомендации [3] полностью созвучны с рекомендациями KDIGO в части оценки значимости тех или иных методов определения СКФ.

При анализе рекомендаций, разработанных российским обществом урологов [9], отмечена необходимость определения СКФ в разделах, посвященных гидронефрозу и уретерогидронефрозу, острой и хронической почечной недостаточности, хроническому пиелонефриту, а при раке почки рекомендовано только определение креатинина и мочевины крови. Вместе с тем, методика определения СКФ указана только в двух случаях и это проба Реберга. При анализе рекомендаций европейской ассоциации урологов [10] также указывается на необходимость определения СКФ при тех урологических заболеваниях, которые так или иначе затрагивают почечную паренхиму, однако не уточняется методика определения. И только в рекомендациях американской урологической ассоциации [11] указывается на необходимость использования расчетных методов оценки СКФ и классификации ХБП, что определяет приоритет расчетных методов на клиренсовыми методиками в реальной урологической практике, однако отсутствуют указания на использование конкретной расчетной методики.

Вместе с тем, в последние годы проводится все больше клинических исследований, в которых в основе оценки исходов и выживаемости пациентов урологического профиля все чаще используется СКФ [12-18]. Объясняется это, прежде всего, развитием урологических технологий, повышением выживаемости больных и появившимися в связи с этим возможностями продления жизни за счет использования ресурса, связанного не с качеством урологической манипуляции, а с воздействием на почечные, кардиоваскулярные, эндокринно-метаболические факторы риска. Основываясь на этом, следует констатировать, что в урологической практике остро стоит вопрос стандартизации подходов к оценке функции почек и выбор более точного метода позволит правильно оценить клиническую ситуацию.

В качестве методической основы оценки СКФ в урологической практике можно использовать изложенные выше нефрологические подходы. В

частности, следует рекомендовать определение креатинина сыворотки и расчет СКФ по формуле СКD-EPI в большинстве случаев, в редких ситуациях использовать клиренсовые методы, в т.ч. радионуклидные.

Категории больных, имеющих урологическую патологию, которым следует оценивать СКФ:

- больные, страдающие хроническим или острым пиелонефритом;
- больные с одно- или двусторонним нефросклерозом;
- больные с врожденным или приобретенным гидронефрозом, в т.ч. и по причине инфравезикальной обструкции;
- больные с раком почки;
- больные с рефлюкс-нефропатией;
- больные с мочекаменной болезнью;
- больные с установленной нефростомой, цистостомой;
- больные с множественными кистами почек или кистами больших размеров;
- больные с нефрокальцинозом различного генеза.

Это касается клинических ситуаций как до, так и после оказания урологического пособия. И, безусловно, это касается развития хронической почечной недостаточности по причине урологической патологии или в ассоциации с ней.

Важным является также контроль креатинина крови и СКФ у пациентов, получающих нефротоксические препараты. В урологической практике это могут быть антибиотики группы аминогликозидов (амикацин, гентамицин), тетрациклина (доксциклин), антибактериальные препараты фторхинолонового ряда (спарфлоксацин), применяемые при инфекциях мочевых путей, нестероидные противовоспалительные препараты и анальгетики, используемые при синдроме тазовых болей, почечной колике [19].

При острой почечной недостаточности (остром почечном повреждении) в соответствии с российскими и международными рекомендациями осуществляет анализ минутного диуреза и креатинина крови без определения СКФ.

Для удобства расчетов можно воспользоваться номограммой (рис. 3), или нефрологическими линейками, или интернет-калькуляторами.

креат	Возраст, лет (женщины)														Возраст, лет (мужчины)													
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80		
50	134	130	125	121	117	113	109	105	101	98	94	91	88	148	143	138	133	129	124	120	116	112	108	104	101	97		
60	126	122	118	114	110	106	102	99	95	92	89	86	83	138	133	128	124	120	115	111	108	104	100	97	93	90		
70	108	104	100	97	94	90	87	84	81	79	76	73	71	129	125	120	116	112	108	105	101	98	94	91	88	85		
80	92	89	86	83	80	77	74	72	69	67	65	62	60	122	118	113	110	106	102	99	95	92	89	86	83	80		
90	80	77	74	72	69	67	64	62	60	58	56	54	52	106	102	98	95	92	89	85	83	80	77	74	72	69		
100	70	68	65	63	61	59	57	55	53	51	49	48	46	93	90	87	84	81	78	75	73	70	68	65	63	61		
110	62	60	58	56	54	52	51	49	47	46	44	42	41	83	80	77	75	72	69	67	65	63	60	58	56	54		
120	56	54	52	51	49	47	46	44	42	41	40	38	37	75	72	69	67	65	63	60	58	56	54	52	51	49		
130	51	49	48	46	44	43	41	40	39	37	36	35	33	68	65	63	61	59	57	55	53	51	49	48	46	44		
140	47	45	43	42	41	39	38	36	35	34	33	32	31	62	60	58	56	54	52	50	48	47	45	44	42	41		
150	43	41	40	39	37	36	35	34	32	31	30	29	28	57	55	53	51	49	48	46	45	43	41	40	39	37		
160	40	38	37	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	53	51	49	47	46	44	43	41	40	38	37	36	35		
170	37	36	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	49	47	46	44	43	41	40	38	37	36	34	33	32		
180	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	23	46	44	43	41	40	38	37	36	34	33	32	31	30		
190	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	23	22	21	43	41	40	38	37	36	35	33	32	31	30	29	28		
200	30	29	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20	40	39	37	36	35	34	33	31	30	29	28	27	26		
230	26	25	24	23	22	21	21	20	19	19	18	17	17	34	33	32	31	29	28	27	27	26	25	24	23	22		
260	22	21	21	20	19	19	18	17	17	16	16	15	14	29	28	27	26	25	25	24	23	22	21	21	20	19		
300	19	18	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	25	24	23	22	21	21	20	19	19	18	17	17	16		
330	17	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	22	21	20	20	19	18	18	17	17	16	15	15	14		
360	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10	10	10	20	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13	13		
400	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10	9	9	9	17	17	16	16	15	15	14	14	13	13	12	12	11		
430	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	16	15	15	14	14	13	13	12	12	12	11	11	10		
460	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	15	14	14	13	13	12	12	11	11	11	10	10	10		
500	10	10	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	13	13	12	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9		
530	9	9	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	7	12	12	12	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8		
560	9	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	12	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8		
600	8	8	7	7	7	7	7	6	6	6	6	5	5	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	7	7	7		
Мкмоль/л	СКФ, мл/мин (СКД-ЕПІ)														СКФ, мл/мин (СКД-ЕПІ)													

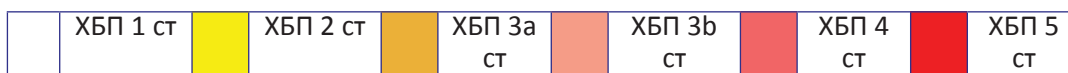


Рисунок 3. Номограмма расчета СКФ по СКД-ЕПІ



Рисунок 4. Скриншот экрана калькулятора для расчета СКФ по СКД-ЕПІ для i-Phone.

Медицинский калькулятор может быть установлен на телефон врача или пациента. В режиме онлайн представляется возможным в течение нескольких секунд осуществить необходимые расчеты. Пример такого калькулятора представлен на рис. 4.

Среди интернет-ссылок на калькуляторы для расчета СКФ по СКД-ЕРІ наиболее популярными русифицированными являются следующие:

- <http://www.okhotin.net/calcs/ckd-epi.html>
- <http://medsoftpro.ru/index.php?Itemid=184>
- <http://www.cardioneurology.ru/skf/>
- <http://boris.bikbov.ru/2013/07/21/kalkulyator-skf-rascheta-skorosti-klubochkovoy-filtratsii/>
- <http://gormonoff.com/tools/raschet-skorosti-klubochkovoj-filtratsii>

Заключение

В настоящее время сформированы методи-

ческие основы для единого подхода к оценке почечной функции у пациентов с урологической патологией. Оценка СКФ приветствуется в числе первых методов анализа почечной функции. Для удобства и формирования универсального подхода рекомендуется в широкой практике применять расчетные способы определения СКФ, среди которых наиболее точным считается формула СКД-ЕРІ. Применение клиренсовых радиоизотопных методик остается «золотым стандартом», однако технические сложности и дороговизна их проведения оставляют для них лишь отдельные ниши в виде клинических ситуаций, при которых требуется более точная оценка почечной функции.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(suppl 2):1-266.
2. KDIGO 2012 Clinical Practice Guidelines for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int.* 2013;3(1):1-163.
3. Национальные рекомендации. Хроническая болезнь почек: основные принципы скрининга, диагностики, профилактики и подходы к лечению. Санкт-Петербург. Левша. 2012:51.
4. Stake G. *Estimation of the glomerular filtration rate in infants and children using iohexol and X-ray fluorescence technique, in Department of Radiology, Section of Paediatric Radiology.* Oslo: Norway. University of Oslo; 1992.
5. Inker LA, Astor BC, Fox CH, Isakova T, Lash JP et al. KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(5):713-735. doi: 10.1053/j.ajkd.2014.01.416
6. Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium, Matsushita K, van der Velde M, Astor BC, Woodward M et al. Association of estimated glomerular filtration rate and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality in general population cohorts: a collaborative meta-analysis. *Lancet.* 2010;375(9731):2073-81. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60674-5
7. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med.* 2009;150(9): 604-612
8. Сердечно-сосудистый риск и хроническая болезнь почек: стратегии кардио-нефропротекции. Клинические рекомендации РКО, НОНР, РАЭ, РМОАГ, НОА, РНМОТ. *Российский кардиологический журнал.* 2014;8(112):7-37.
9. *Российские клинические рекомендации. Урология.* Под ред. Алеява Ю.Г., Глыбочко П.В., Пушкаря Д.Ю. Москва: Геотер-Медиа; 2016.
10. European Association of Urology (EAU). 23.01.2017. Guidelines. Доступно по: <http://uroweb.org/individual-guidelines/non-oncology-guidelines/>. Ссылка активна на 12.12.2016.
11. American Urological Association (AUA). Guidelines. 23.01.2017. Доступно по: <https://www.auanet.org/education/clinical-practice-guidelines.cfm>. Ссылка активна на 24.01.2017.
12. Dong W, Zhang Z, Zhao J, Wu J, Suk-Ouichai C et al. Excised Parenchymal Mass During Partial Nephrectomy: Functional Implications. *Urology.* 2016;S0090-4295(16)30966-9. doi: 10.1016/j.urology.2016.12.021
13. Song W, Sung HH, Han DH, Jeong BC, Seo SI et al. Song The effect of contralateral kidney volume on renal function after radical nephroureterectomy: Implications for eligibility for neoadjuvant chemotherapy for upper tract urothelial cancer. *Urol Oncol.* 2016;1078(16)30363-30365. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.10.022
14. Momtaz HE, Dehghan A, Karimian M. Correlation of cystatin C and creatinine based estimates of renal function in children with hydronephrosis. *J Renal Inj Prev.* 2016;5(1):25-28. doi: 10.15171/jrip.2016.06
15. Hoarau N, Martin F, Lebdaï S, Chautard D, Culty T et al. Impact of retrograde flexible ureteroscopy and intracorporeal lithotripsy on kidney functional outcomes. *Int Braz J Urol.* 2015;41(5):920-926. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0402
16. Евсеев С.В., Гусев А.А. Значение почечной функции при почечно-клеточном раке. *Вестник урологии.* 2013;(3):39-53
17. Маслякова Г.Н., Россоловский А.Н., Напшева А.М., Захарова Н.Б. Методы оценки тубулоинтерстициальных изменений при хирургическом лечении больных с мочекаменной болезнью. *Вестник урологии.* 2014;(1):3-10.
18. Батюшин М.М. Механизмы повреждения почечной паренхимы при рефлюкс-нефропатии. Обзор. *Вестник урологии.* 2013;(2):43-51
19. Мационис А.Э., Батюшин М.М., Повилайтите П.Е., Дмитриева О.В. Терентьев В.П. Клинико-морфологический анализ лекарственных поражений почек при терапии нестероидными противовоспалительными препаратами. *Нефрология и диализ.* 2009;11(1):44-49

REFERENCES

1. National Kidney Foundation. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(suppl 2):1-266.
2. KDIGO 2012 Clinical Practice Guidelines for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney Int.* 2013;3(1):1-163
3. National guidelines. Chronic kidney disease: the basic principles of screening, diagnosis, prevention and treatment approaches. St. Petersburg. Levsha. 2012:51. (in Russ.)
4. Stake G. *Estimation of the glomerular filtration rate in infants and children using iohexol and X-ray fluorescence technique, in Department of Radiology, Section of Paediatric Radiology.* Oslo: Norway. University of Oslo; 1992.
5. Inker LA, Astor BC, Fox CH, Isakova T, Lash JP et al. KDOQI US Commentary on the 2012 KDIGO Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of CKD. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(5):713-735. doi: 10.1053/j.ajkd.2014.01.416
6. Chronic Kidney Disease Prognosis Consortium, Matsushita K, van der Velde M, Astor BC, Woodward M et al. Association of estimated glomerular filtration rate and albuminuria with all-cause and cardiovascular mortality in general population cohorts: a collaborative meta-analysis. *Lancet.* 2010;375(9731):2073-81. doi: 10.1016/S0140-6736(10)60674-5
7. Levey AS, Stevens LA, Schmid CH, Zhang YL, Castro AF 3rd et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate. *Ann Intern Med.* 2009;150(9): 604-612
8. Cardiovascular risk and chronic kidney disease: cardiovascular-nephroprotective strategy. Clinical recommendations of RCO, SRNS, RAE, RMSAHO, SAO, RSMTO. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal.* 2014;8(112):7-37. (in Russ.)
9. Russian clinical guidelines. *Urology.* Under. Ed. JuG Aljaeva, PV Glybochko, DJu Pushkarja. Moskva. Geoter-Media. 2016:496. (in Russ.)
10. European Association of Urology (EAU). 23.01.2017. Guidelines. Доступно по: <http://uroweb.org/individual-guidelines/non-oncology-guidelines/>. Accessed December 12, 2016.
11. Americal Urological Association (AUA). Guidelines. 23.01.2017. Доступно по: <https://www.auanet.org/education/clinical-practice-guidelines.cfm>. Accessed January 24, 2017.
12. Dong W, Zhang Z, Zhao J, Wu J, Suk-Ouichai C et al. Excised Parenchymal Mass During Partial Nephrectomy: Functional Implications. *Urology.* 2016:S0090-4295(16)30966-9. doi: 10.1016/j.urology.2016.12.021
13. Song W, Sung HH, Han DH, Jeong BC, Seo SI et al. Song The effect of contralateral kidney volume on renal function after radical nephroureterectomy: Implications for eligibility for neoadjuvant chemotherapy for upper tract urothelial cancer. *Urol Oncol.* 2016;1078(16)30363-30365. doi: 10.1016/j.urolonc.2016.10.022
14. Momtaz HE, Dehghan A, Karimian M. Correlation of cystatin C and creatinine based estimates of renal function in children with hydronephrosis. *J Renal Inj Prev.* 2016;5(1):25-28. doi: 10.15171/jrip.2016.06
15. Hoarau N, Martin F, Lebdaï S, Chautard D, Culty T et al. Impact of retrograde flexible ureteroscopy and intracorporeal lithotripsy on kidney functional outcomes. *Int Braz J Urol.* 2015;41(5):920-926. doi: 10.1590/S1677-5538.IBJU.2014.0402
16. Evseev SV, Gusev AA. Meaning of renal function in renal cell carcinoma. *Vestnik urologii.* 2013;3:39-53. (in Russ.)
17. Masljakova GN, Rossolovskij AN, Napsheva AM, Zaharova NB. Methods for assessing tubulointerstitial changes in the surgical treatment of patients with urolithiasis. *Vestnik urologii.* 2014;1:3-10. (in Russ.)
18. Batiushin MM. The mechanisms of renal parenchymal damage in reflux nephropathy. Overview. *Vestnik urologii.* 2013;2:43-51. (in Russ.)
19. Macionis AJe, Batiushin MM, Povilajtite PE et al. Clinical and morphological analysis of medicinal defeats of kidneys in the treatment of non-steroidal anti-inflammatory drugs. *Nefrologija i dializ.* 2009;1:44-49. (in Russ.)

Сведения об авторе

Батюшин Михаил Михайлович, доктор медицинских наук, профессор кафедры внутренних болезней с основами общей физиотерапии №2, заведующий нефрологическим отделением ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России
Тел.: +7 (863) 201-44-23; e-mail: batjushin-m@rambler.ru

Поступила: 26 января 2017

Received: January 26, 2017