

Бессонова О.В.¹, Голомидов А.В.¹, Иванова А.В.^{1,3}, Фурман А.Э.¹, Григорьев Е.В.^{2,3}

ОПТИМИЗАЦИЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ОСТРОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК У НОВОРОЖДЕННЫХ В КРИТИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ

МБУЗ Детская городская клиническая больница № 5, Россия, 650056, г. Кемерово; ФГБУ НИИ комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний СО РАН, г. Кемерово; ГБОУ ВПО Кемеровская государственная медицинская академия, г. Кемерово

Своевременная диагностика острого повреждения почек (ОПП) является одной из актуальных проблем у новорожденных в критическом состоянии. Цель исследования – определить диагностическую значимость показателей ренального кровообращения как маркеров ОПП у новорожденных в критическом состоянии. Материал и методы. В исследование включено 40 новорожденных в критическом состоянии. При поступлении клиническая оценка тяжести состояния проводилась с использованием шкал Neonatal Multiple Organ Dysfunction Score (NEOMOD) и Neonatal Therapeutic Intervention Scoring System (NTISS). Всем больным проводили оценку клинико-инструментальных показателей, включая УЗИ почечных сосудов, индексы сопротивления почечных сосудов и скоростные показатели. Результаты. В группах детей с олигоурией и нормальным темпом диуреза не выявлено достоверных различий по уровню креатинина сыворотки крови, скорости клубочковой фильтрации (СКФ) и оценке по шкале RIFLE при поступлении. Наибольшая вероятность развития ОПП отмечалась у детей, которые при поступлении имели нарушения почечного кровотока с высокими индексами резистентности в магистральных почечных артериях. Из всех исследованных методов диагностики ОПП только оценка почечного кровотока обладала одновременно высокими показателями чувствительности и специфичности. Выводы. 1. Используемые в рутинной практике клинические и биохимические маркеры недостаточно информативны для диагностики ОПП. 2. Для более достоверной оценки риска развития ОПП с помощью уровня креатинина, расчета СКФ и оценки по шкале RIFLE нужно ориентироваться на нормативные показатели, соответствующие гестационному возрасту и массе тела ребенка при рождении. 3. Оценка кровотока с определением индексов резистентности в магистральных почечных артериях обладает наибольшей прогностической ценностью и имеет достаточно высокие показатели чувствительности и специфичности для диагностики ОПП.

Ключевые слова: новорожденные в критическом состоянии; острое повреждение почек; ренальный кровоток.

Для цитирования: Анестезиология и реаниматология. 2015; 60 (3): 7-10.

OPTIMIZATION OF EARLY DIAGNOSIS OF ACUTE KIDNEY INJURY IN NEWBORNS IN CRITICAL CONDITION

Bessonova O.V.¹, Golomidov A.V.¹, Ivanova A.V.^{1,3}, Furman A.E.¹, Grigoriev E.V.^{2,3}

¹Kemerovo City Pediatric Clinical Hospital 5, 650056, Kemerovo, Russian Federation; ²Research Institute for Complex Problems of Cardiovascular Disease, 650056, Kemerovo, Russian Federation; ³Kemerovo State Medical Academy, 650056, Kemerovo, Russian Federation

Current diagnosis of acute kidney injury (AKI) is one of the most pressing problems in the newborn in critical condition. Objective: To determine the diagnostic value of indicators of renal blood flow as a marker of acute kidney injury in critically ill newborns. Materials and methods: The study included 40 infants in critical condition. A clinical assessment of severity of the condition during admission was carried out with Neonatal Multiple Organ Dysfunction Score (NEOMOD) and Neonatal Therapeutic Intervention Scoring System (NTISS). All patients underwent evaluation of clinical and instrumental parameters, including ultrasound of the renal vessels, renal vascular resistance index and speed performance. Conclusions: 1) biochemical markers used in routine clinical practice were not sufficiently informative for the diagnosis of AKI. 2) For a more accurate assessment of the risk of AKI using serum creatinine, GFR calculation and evaluation on a scale RIFLE it is should be focused on performance standards, appropriate for gestational age and birth weight. 3) Evaluation of blood flow at a particular index in the resistance of the main renal arteries had the greatest predictive value and had a relatively high sensitivity and specificity for the diagnosis of AKI.

Key words: newborn in critical condition, acute kidney injury, renal blood flow.

Citation: Anesteziologiya i reanimatologiya. 2015; 60 (3): 7-10. (in Russ.)

Введение. В связи с активным развитием реаниматологии и интенсивной терапии, появлением новых возможностей выхаживания новорожденных в критическом состоянии возникает необходимость улучшения диагностических алгоритмов различных органных нарушений. Одной из актуальных проблем неонатальной реаниматологии остается острая почечная недостаточность.

Согласно определению Acute Kidney Injury Network (2004), термин “острая почечная недостаточность” (ОПН) предложено заменить термином “острое повреждение почек (ОПП)”, а термин ОПН применять только в наиболее

тяжелых случаях [1]. ОПП определяется как сложный полиэтиологический синдром, который клинически характеризуется быстрым нарастанием концентрации креатинина от несколько повышенных значений до собственно ОПН и/или появлением олигоурии [1, 2]. Актуальность проблемы диагностики и лечения ОПН обусловлены распространенностью, тяжестью течения, неблагоприятными исходами во все периоды жизни, а также довольно высокой частотой встречаемости ОПП в рамках полиорганной недостаточности (ПОН) [2, 3]. У новорожденных отсутствуют четкие критерии постановки данного диагноза, существуют естественные трудности для выявления почечной недостаточности [3]. Данная категория больных имеет также ряд морфофункциональных особенностей, predisposing к развитию почечной недостаточности: дольчатое строение почек, низкая скорость клубочковой

Информация для контакта:

Голомидов Александр Владимирович

Correspondence to:

Golomidov A.V.; e-mail: alex_oritn@mail.ru

Таблица 1

Характеристика обследованных групп

Показатель	1-я группа (n = 17)	2-я группа (n = 23)
Срок гестации, нед	34 (29,5–39)	32 (28–37)
из них недоношенных	11 (65%)	18 (78%)
Масса тела, г	2020 (1400–3440)	1620 (1180–2700)
Апгар на 1-й минуте, баллы	3 (2–6)	4 (2–6)
из них менее 3 баллов	10 (59%)	11 (48%)
Потребность в кардиотонических препаратах (дофамин и/или добутамин 5–10 мкг/кг/мин)	10 (59%)	13 (57%)
Оценка по шкале NEOMOD, баллы	4 (3–4)	4 (3–5)
Оценка по шкале NTISS, баллы	23 (19–25)	22,5 (20–24)

фильтрации (СКФ), ограниченная способность к выведению жидкости, снижение тубулярной и концентрационной функции, замедление реабсорбции натрия, физиологическая олигоурия в 1-е сутки жизни [1, 2, 4].

Долгое время общепринятым методом диагностики ОПН являлось определение уровня сывороточного креатинина и расчет СКФ. На сегодняшний день диагностика ОПН по уровню креатинина ограничена в связи с его поздним повышением. Установлено, что во многих случаях увеличение концентрации креатинина происходит лишь через 24–48 ч после развития ОПН [5, 6], поэтому существуют объективные трудности для оценки функции почек в раннем неонатальном периоде. Диагностика ОПН во многом осложняется также из-за различия авторских трактовок, критериев, принципов формирования выборок [2, 5, 7].

В 2004 г. с целью унификации материала для глубоких исследований и оценки клинической практики предложена эмпирическая классификация ОПН RIFLE, по первым буквам каждой из последовательно выделенных стадий ОПН: риск (Risk), повреждение (Injury), недостаточность (Failure), потеря (Loss), терминальная хроническая почечная недостаточность (End stage renal disease) [8, 9]. Оценка по RIFLE включает 3 начальных уровня почечной дисфункции (R, I, F) и 2 конечных результата течения ОПН: L и E. Таким образом, подчеркивается разница адаптивных процессов между пациентами с обратимой и необратимой почечной дисфункцией. В 2007 г. Аксан-Агикан предложил модифицированную педиатрическую версию шкалы RIFLE (pRIFLE) для описания эпидемиологии и клинического течения ОПН у детей в критических состояниях. Однако относительно новорожденных детей высказываются сомнения о применимости pRIFLE, поскольку использование в оценке СКФ ограничено из-за зависимости показателя СКФ от уровня креатинина сыворотки крови [7, 9].

Большую роль в диагностике ОПН у новорожденных в критическом состоянии в настоящее время играет ультразвуковое исследование (УЗИ). УЗИ почек с оценкой ренального кровотока – относительно простой в выпол-

нении, неинвазивный метод лучевой диагностики, позволяющий визуализировать структуру органа, оценить его перфузию, и максимально безопасный для новорожденного. Отмечено, что изменение параметров ренального кровотока происходит раньше, чем появление клинико-лабораторных симптомов ОПН, а нормализация почечного кровотока по данным УЗИ при ликвидации причины нарушения функции почек происходит в течение 1–2 сут, что также опережает клиническую картину [10, 11].

Цель исследования – определить диагностическую значимость показателей ренального кровообращения как маркеров ОПН у новорожденных в критическом состоянии.

Материал и методы. Исследование проводили на базе отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных детской городской клинической больницы № 5 г. Кемерово с ноября 2012 по июнь 2014 г. Обследованы новорожденные, доставленные в отделение в первые 2 сут жизни выездной неонатальной реанимационно-консультативной бригадой из родильных домов г. Кемерово и Кемеровской области. Из исследования исключали детей с врожденными пороками развития, хирургической патологией, генетическими и хромосомными аномалиями. В исследование включено 40 новорожденных в критическом состоянии. Гестационный возраст детей составлял от 24 до 40,5 нед, средний возраст – 32 нед (интерквартильный размах от 28,2 до 38,0 нед), при этом недоношенных новорожденных было 27 (67,5%). Масса тела составляла от 894 до 3980 г (медиана 1790 г, интерквартильный размах от 1300 до 2850 г). Оценку по шкале Апгар при рождении менее 3 баллов имели 20 (50%) детей. На момент поступления все дети находились на ИВЛ, 23 (57,5%) детям требовалась кардиотоническая поддержка.

При поступлении клиническая оценка тяжести состояния проводилась с использованием шкал Neonatal Multiple Organ Dysfunction Score (NEOMOD) и Neonatal Therapeutic Intervention Scoring System (NTISS). Оценка по шкале NEOMOD при поступлении составляла от 2 до 9 баллов, в среднем 4 (3–5) балла, по шкале NTISS – от 15 до 31 балла, в среднем 23 (20–24) балла. При поступлении всем детям проводилась оценка соматического и лабораторного статуса: мониторинг жизненно важных функций (ЧСС, ЧД, АД, сатурация, темп диуреза), лабораторно-инструментальное обследование, включающее общеклинические анализы крови и мочи, биохимическое исследование крови, контроль кислотно-основного и электролитного состава крови, проведение комплексного УЗИ с оценкой ренального кровотока. В 1-е сутки жизни проводилась оценка уровня креатинина сыворотки крови. При уровне креатинина выше 100 мкм/л считали, что у ребенка имеется ОПН [12]. СКФ рассчитывали по модифицированной формуле Шварца [13]. Нормальной СКФ у новорожденного считали $26,2 \pm 2,0$ мл/мин/1,73 м² [12]. С учетом уровня снижения СКФ все дети были оценены по шкале pRIFLE. При снижении СКФ более чем на 25% от нормы пациенты относились к тому или иному классу RIFLE. УЗИ проводили аппаратом GE Logic Book XP (США) в В, CF, PW-режимах с оценкой V_{max} – пиковой максимальной систолической скорости артериального потока, V_{min} – конечной диастолической скорости потока, RI – индекса резистентности. При проведении УЗИ определяли индексы резистентности RI в магистральных почечных артериях (МПА), при RI от 0,8 до 0,85 считали, что имеется гипоперфузия органа, при RI выше 0,85 – дисфункция или недостаточность [10].

Основным клиническим признаком имеющегося ОПН у новорожденного считали сохраняющийся низким темп диуреза к началу 3-х суток жизни. По этому признаку все новорожденные были разделены на 2 группы. В 1-ю группу вошли 17 новорожденных, темп диуреза у которых на 3-и сутки жизни оставался сниженным и составлял ≤ 1 мл/кг/ч, во 2-ю – 23 новорожденных с темпом диуреза > 1 мл/кг/ч.

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета компьютерных программ Statistica 6,0. Для каждого признака вычисляли медиану и интерквартильный размах. Нормальность распределения признака определялась с помощью теста Шапиро–Уилка. Статистическая значимость различия признаков в сравниваемых группах определялась с помощью непараметрического U-критерия Манна–Уитни для независимых выборок. Сравнение частот бинарного признака проводили, рассчитывая отношения шансов события в одной

Таблица 2

Оценка шансов развития ОПН

Группа пациентов	Креатинин		СКФ		RI		pRIFLE	
	> N	< N	< N	> N	> 0,8	< 0,8	есть ОПН	нет ОПН
1-я (n = 17)	4	8	12	5	10	7	8	9
2-я (n = 23)	13	15	19	4	12	11	12	11
ОШ	0,57		0,5		1,3		0,8	

Таблица 3

Нормативные показатели креатинина и СКФ для детей с разной массой тела при рождении

Рост, см	Масса тела, г	Креатинин, мкм/л	СКФ, мл/мин/1,73 м ²
36–40,5	< 1500	90–100	10,5–13,4
40,5–44	1501–2000	85–95	12,5–15,1
44–46,5	2001–2500	78–88	19,9–23,7
> 46,5	> 2500	63–69	> 26,2

группе к шансам этого же события в другой группе. Точность диагностических методов оценивали путем расчета их чувствительности и специфичности. Статистическая значимость полученных результатов принималась при вероятности ошибки не более 5% ($p < 0,05$).

Результаты исследований и обсуждение. Наряду с множеством адаптационных процессов, у новорожденных имеет место физиологическая олигоурия. Величина диуреза в 1-е сутки жизни новорожденного может составлять до 0,5–1 мл/кг/ч, а первый акт мочеиспускания происходит ближе к концу 1-х суток жизни [1, 12, 13]. Однако в критическом состоянии, при котором у ребенка имеется существенное ограничение либо полное отсутствие одной или нескольких жизненно важных функций организма, данное состояние может выражено усугубить течение основного заболевания. Летальность у детей с низким диурезом считается достоверно более высокой, чем у детей с нормальным темпом диуреза [2]. Ряд авторов [1, 9, 14, 15] подчеркивают, что темп диуреза у новорожденного к 3-м суткам жизни должен составлять > 1 мл/кг/ч, в противном случае можно говорить о нарушении функции почек. На основании темпа диуреза к 3-м суткам жизни все включенные в исследование новорожденные были разделены на 2 группы. При сравнении групп детей с олигоурией и нормальным диурезом достоверных различий клинико-анамнестических показателей не найдено ($p > 0,05$) (табл. 1).

Не выявлено достоверных различий в группах по уровню креатинина сыворотки крови. Уровень креатинина при поступлении в 1-й группе составлял 68,1 (52–93) мкмоль/л, во 2-й группе – 67,8 (57,4–110) мкмоль/л ($z = 0,49$; $p = 0,62$). Отсутствие различий по уровню креатинина в обеих группах подтверждает низкую значимость этого показателя как маркера ОПП у новорожденных. Ряд исследователей получили схожие результаты у разных групп новорожденных [3, 14]. Повышение уровня креатинина в 1-е сутки жизни может быть обусловлено морфофункциональными особенностями почек, низкой фильтрационной и концентрационной способностью почек новорожденного, высокой скоростью распада креатинфосфата у больных в критических состояниях [2, 3]. Кроме того, существуют различия динамики уровня сывороточного креатинина в зависимости от возраста у доношенных и недоношенных новорожденных. У доношенных новорожденных уровень креатинина в сыворотке крови максимальный в 1-е сутки, затем он постепенно снижается в течение 2 нед, у недоношенных же детей в течение первых 4 дней уровень сывороточного креатинина повышается, затем происходит его постепенное снижение со стабилизацией на 7–8-й неделе [15, 16]. Таким образом, высокий уровень креатинина сыворотки крови у новорожденного отражает скорее адаптационные процессы в почках и незрелость почечных канальцев, чем их повреждение.

Группы детей также не различались при определении СКФ, которая у обследованных детей 1-й группы при поступлении составляла 20,5 (14,5–28,1) мл/мин/1,73 м², у детей 2-й группы – 18,3 (14,1–23,4) мл/мин/1,73 м² ($z = -0,92$; $p = 0,36$). В работе Ю.В. Пашковой [5] показано, что расчет СКФ на уровень креатинина является недостаточно точ-

Таблица 4

Значимость рассчитанных показателей СКФ и шкалы pRIFLE для детей с разной массой тела при рождении

Группа пациентов	СКФ		pRIFLE	
	< N	> N	есть ОПП	нет ОПП
1-я (n = 17)	5	12	4	13
2-я (n = 23)	9	14	5	18
ОШ	0,67		1,1	

ным. Показатель СКФ в период новорожденности чрезвычайно лабилен, а метод стандартизации не определен [2].

В интенсивной терапии взрослых широкое использование для оценки тяжести ОПП имеет шкала RIFLE, подтверждается прогностическая связь оценки по шкале RIFLE с исходами критических состояний [8]. Однако существующая педиатрическая модификация шкалы RIFLE, по мнению некоторых исследователей [2, 4, 7, 15], требует дополнительной оценки ее прогностической значимости для новорожденных. В работах зарубежных авторов появились данные по разработке неонатальной модификации шкалы RIFLE [15, 17]. Все вошедшие в исследование новорожденные были оценены по шкале pRIFLE, стадия RIFLE определялась в соответствии с уровнем СКФ при поступлении, как более значимым по сравнению с темпом диуреза.

Для оценки значимости методов ранней диагностики ОПП определяли отношение шансов (ОШ) изменения уровня креатинина, СКФ, RI, а также оценки по шкале pRIFLE при поступлении у новорожденных обеих групп (табл. 2).

Для детей с разной массой тела при рождении существуют различные нормативные показатели креатинина [12, 15]. Однако в литературе нормативный показатель СКФ приводится одинаковым для всех новорожденных и составляет 26,2±2 мл/мин/1,73 м². Зарубежные авторы [15] отмечают, что показатель СКФ должен быть различным для детей разного гестационного возраста, имеющихся различные нормативные показатели креатинина сыворотки крови. Результаты пересчета СКФ на нормативные показатели креатинина в зависимости от гестационного возраста представлены в табл. 3, 4.

Оценка вероятности развития ОПП с использованием креатинина и СКФ показала низкое прогностическое значение. Большая вероятность развития ОПП отмечалась у детей, которые при поступлении имели нарушения почечного кровотока с высокими RI в магистральных почечных артериях. Для всех исследуемых критериев ранней диагностики ОПП были определены чувствительность и специфичность (табл. 5).

Наименьшая чувствительность выявлена у креатинина сыворотки крови и при оценке по шкале RIFLE с учетом массы тела при рождении. Также низкое значение чув-

Таблица 5

Чувствительность и специфичность методов диагностики ОПП

Метод	Чувствительность	Специфичность
Определение креатинина сыворотки крови	24%	65%
Оценка СКФ (при норме 26,2±2)	70%	17%
Оценка СКФ (с учетом массы при рождении)	29%	61%
Оценка по шкале pRIFLE (при норме СКФ 26,2±2)	47%	48%
Оценка по шкале pRIFLE (с учетом массы тела при рождении)	24%	78%
Оценка RI в МПА	59%	49%

ствительности определялось у уровня СКФ, рассчитанной в зависимости от гестационного возраста. Эти же признаки являлись наиболее специфичными для ранней диагностики ОПП. При оценке СКФ и RIFLE без учета массы тела при рождении чувствительность этих методов повышалась, но при этом резко снижалась специфичность. Одинаково высокими показателями чувствительности и специфичности обладал только УЗ-метод оценки кровотока в магистральных почечных артериях. Между тем оценка ренальной гемодинамики представляет определенные трудности из-за разнообразия ее изменений и множества факторов, на нее влияющих. Нарушения ренальной гемодинамики при ОПН новорожденных крайне вариабельны и количественные показатели артериального ренального кровотока должны оцениваться только в совокупности с другими клиническими и параклиническими данными [10, 11].

ВЫВОДЫ

1. Используемые в рутинной практике клинические и биохимические маркеры недостаточно информативны для прогнозирования развития и ранней диагностики ОПП.

2. Для более достоверной оценки риска развития ОПП с помощью уровня креатинина, расчета СКФ и оценки по шкале RIFLE нужно ориентироваться на нормативные показатели, соответствующие гестационному возрасту и массе тела при рождении.

3. Оценка кровотока с определением индексов резистентности в магистральных почечных артериях обладает наибольшей прогностической ценностью и имеет достаточно высокие показатели чувствительности и специфичности для диагностики ОПП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафина А.И., Даминова М.А. Острая почечная недостаточность у новорожденных. *Педиатрия*. 2011; 5 (11): 43–50.
2. Данченко С.В., Шмаков А.Н., Лоскутова С.А. Острое почечное повреждение как фактор риска смерти новорожденных детей. В кн.: *Сборник материалов XVI Конгресса педиатров России с международным участием "Актуальные проблемы педиатрии"*. М.; 2012: 195–8.
3. Козлова Е.М. *Нарушения функции почек у новорожденных, перенесших гипоксию: Дисс. ... канд. мед. наук*. Н. Новгород; 2003.
4. Akcan-Arkan A., Zappitelli M., Loftis L.L., Washburn K.K., Jefferson L.S., Goldstein S.L. Modified RIFLE criteria in critically ill children with acute kidney injury. *Kidney Int*. 2007; 71: 1028–35.
5. Пашкова Ю.В. *Диагностические критерии острого повреждения почек у детей раннего возраста: Дисс. ... канд. мед. наук*. Воронеж; 2013.
6. Вельков В.В., Резникова О.И. Современная лабораторная диагностика ренальных патологий: от ранних стадий до острой почечной недостаточности. В кн.: *Сборник тезисов Научно-практической конференции «Современные лабораторные тесты: новые технологии и клиническая значимость»*. Челябинск; 2013: 18–23.
7. Данченко С.В. *Прогнозирование поражения почек у новорожденных в критических состояниях: Дисс. ... канд. мед. наук*. Новосибирск; 2013.
8. Чингаева Г.Н., Жумабекова М.А., Мамуова Г.Б., Оразымбетова М.Б., Бакыт А.Б., Бакаева А.Б. Острое повреждение почек – современный взгляд. *Вестник КАЗНГМУ*. 2013; 4 (1): 86–91.
9. Jetton J.G., Askenazi D.J. Update on acute kidney injury in the neonate. *Curr. Opin*. 2012; 24: 191–6.
10. Ольхова Е.Б. Эхографические варианты нарушений ренальной гемодинамики у новорожденных. *Радиология-Практика*. 2012; 2: 53–67.
11. Le Dorze M., Bougle A., Derudder S. Renal Doppler ultrasound: a

new tool to assess renal perfusion in critical illness. *Shock*. 2012; (4): 360–5.

12. Володин Н.Н., ред. *Неонатология: Национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007.
13. Рига Е.А., Бойченко А.Д., Сенаторова А.В., Калиновская О.И., Меркулов В.В. Состояние функции почек у недоношенных детей в раннем неонатальном периоде. *Здоровье ребенка*. 2009; 4: 102–5.
14. Даминова М.А., Сафина А.И., Хамзина Г.А. Новое в классификации и диагностике острого повреждения почек у новорожденных. *Вестник современной клинической медицины*. 2013; 6: 62–70.
15. Liborio A.B., Branco K.M., Torres de Melo Bezerra C. Acute kidney injury in neonates: from urine output to new biomarkers. *Biomed Res. Int*. 2014; Mar 5. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/601568>
16. Рооз Р., Генцель-Боровичени О., Прокитте Г. *Неонатология: Практические рекомендации*: Пер. с нем. М.: Медицинская литература; 2011.
17. Askenazi D.J., Ambalavanan N., Goldstein S.L. Acute kidney injury in critically ill newborns: what do we know? What do we need to learn? *Pediatr. Nephrol*. 2009; 24: 265–74.

REFERENCES

1. Safina A.I., Daminova M.A. Acute renal failure in neonates. *Pediatratriya*. 2011; 5 (11): 43–50. (in Russian)
2. Danchenko S.V., Shmakov A.N., Loskutova S.A. Acute kidney injury as a risk factor for death of newborns. In: *Proceedings of the XVI Congress of Pediatricians of Russia with International Participation "Actual Problems of Pediatrics"*. Moscow; 2012: 195–8. (in Russian)
3. Kozlova E.M. *Renal Dysfunction in Neonates Undergoing Hypoxia: Diss. N. Novgorod*; 2003. (in Russian)
4. Akcan-Arkan A., Zappitelli M., Loftis L.L., Washburn K.K., Jefferson L.S., Goldstein S.L. Modified RIFLE criteria in critically ill children with acute kidney injury. *Kidney Int*. 2007; 71: 1028–35.
5. Pashkova Yu.V. *Diagnostic Criteria for acute Kidney Injury in Young Children: Diss. Voronezh*; 2013. (in Russian)
6. Vel'kov V.V., Reznikova O.I. Modern laboratory diagnosis of renal pathologies: from the early stages to acute renal failure. In: *Abstracts of Scientific-practical Conference "Modern Laboratory Tests: New Technologies and Clinical Significance"*. Chelyabinsk; 2013: 18–23. (in Russian)
7. Danchenko S.V. *Prediction of Renal Disease in Newborns in Critical Conditions: Diss. Novosibirsk*; 2013. (in Russian)
8. Chingava G.N., Zhumabekova M.A., Mamuova G.B., Orazyimbetova M.B., Bakyt A.B., Bakaeva A.B. Acute kidney injury – a modern look. *Vestnik KAZNGMU*. 2013; 4 (1): 86–91. (in Russian)
9. Jetton J.G., Askenazi D.J. Update on acute kidney injury in the neonate. *Curr. Opin*. 2012; 24: 191–6.
10. Ol'khova E.B. Sonographic renal hemodynamics options disorders in newborns. *Radiologiya-Praktika*. 2012; 2: 53–67. (in Russian)
11. Le Dorze M., Bougle A., Derudder S. Renal Doppler ultrasound: a new tool to assess renal perfusion in critical illness. *Shock*. 2012; (4): 360–5.
12. Volodin N.N., ed. *Neonatology: National Leadership*. Moscow: GEOTAR-Media; 2007. (in Russian)
13. Riga E.A., Boychenko A.D., Senatorova A.V., Kalinovskaya O.I., Merkulov V.V. State of renal function in preterm infants in the early neonatal period. *Zdorov'e rebenka*. 2009; 4: 102–5. (in Russian)
14. Daminova M.A., Safina A.I., Khamzina G.A. New in the classification and diagnosis of acute kidney injury in neonates. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny*. 2013; 6: 62–70. (in Russian)
15. Liborio A.B., Branco K.M., Torres de Melo Bezerra C. Acute kidney injury in neonates: from urine output to new biomarkers. *Biomed Res. Int*. 2014; Mar 5. <http://dx.doi.org/10.1155/2014/601568>
16. Roos R., Gentsel'-Borovicheni O., Prokitt G. *Neonatology: Practical Recommendations: Transl. form German*. Moscow: Meditsinskaya literatura; 2011. (in Russian)
17. Askenazi D.J., Ambalavanan N., Goldstein S.L. Acute kidney injury in critically ill newborns: what do we know? What do we need to learn? *Pediatr. Nephrol*. 2009; 24: 265–74.

Received. Поступила 18.01.15