

Факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных и грудных детей с врожденными пороками сердца

А.А. Селиверстова, Н.Д. Савенкова, С.П. Марченко

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Risk factors of acute cardiac surgery-associated kidney injury in newborns and infants with congenital heart defects

A.A. Seliverstova, N.D. Savenkova, S.P. Marchenko

Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Saint-Petersburg, Russia

Цель исследования. Выявить факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у 214 новорожденных и детей грудного возраста с врожденными пороками сердца.

Результаты. Частота кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у 95 новорожденных составила 54,7%, у 119 детей грудного возраста – 46,2%. Установлены статистически значимые факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек: у новорожденных – уровень лактата в плазме крови более 2,5 ммоль/л и проведение искусственной вентиляции легких (87,1% по сравнению с 39,1% без таких факторов; 93,8 и 46,8% соответственно; $p < 0,001$), у грудных детей – уровень лактата в плазме крови более 2,5 ммоль/л перед оперативным вмешательством таковыми, не имеющими этого фактора (96,4% по сравнению с 30,8% без этого фактора; $p < 0,001$).

Ключевые слова: новорожденные, дети грудного возраста, кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек, факторы риска, лактат в крови, искусственная вентиляция легких.

Для цитирования: Селиверстова А.А., Савенкова Н.Д., Марченко С.П. Факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных и грудных детей с врожденными пороками сердца. Рос вестн перинатол и педиатр 2019; 64:(2): 63–67. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-2-63-67>

Objective. To identify risk factors for acute cardiac surgery-associated kidney damage in 214 newborns and infants with congenital heart defects.

Results. 54.7% of 95 newborns and 46.2% of 119 infants have acute cardiac surgery-associated kidney injury. There have been determined statistically significant risk factors of acute cardiac surgery-associated kidney injury: in newborns – the level of lactate in blood plasma more than 2.5 mmol/l and artificial lung ventilation (87.1% as compared to 39.1% without these factors; 93.8 and 46.8% accordingly; $p < 0.001$), in infants – level of lactate in blood plasma more than 2.5 mmol/l before surgery as compared to those without these factors (96.4% as compared to 30.8% without this factor; $p < 0.001$).

Key words: newborns, infants, acute cardiac surgery-associated kidney damage, risk factors, lactate in the blood, artificial lung ventilation.

For citation: Seliverstova A.A., Savenkova N.D., Marchenko S.P. Research risk factors of cardiac surgery-associated acute kidney injury in newborns and infants with congenital heart defects. Ros Vestn Perinatol i PEDIATR 2019; 64:(2): 63–67 (in Russ). <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-2-63-67>

Кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек у детей с врожденными пороками сердца возникает вследствие различных причин. Патогенез повреждения почек после кардиохирургических операций может быть связан с множеством факторов: использованием искусственного кровообращения, сопровождающегося системным

© Коллектив авторов, 2019

Адрес для корреспонденции: Селиверстова Анастасия Алексеевна – аспирант кафедры факультетской педиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, врач-кардиолог отделения анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией клиники Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID 0000-0003-2992-2255
e-mail: alisa-0072006@yandex.ru

Савенкова Надежда Дмитриевна – д.м.н., проф., зав. кафедрой факультетской педиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, ORCID 0000-0002-9415-4785

Марченко Сергей Павлович – д.м.н., проф. кафедры сердечно-сосудистой хирургии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета

194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2.

воспалительным ответом; сниженным сердечным выбросом и артериальной гипотензией (сниженное перфузионное давление почек из-за низкого среднего артериального давления); повышенным «ретроградным давлением» (вследствие асцита, положительного давления в легких, высокого центрального венозного давления, легочной гипертензии); применением потенциально нефротоксичных препаратов в послеоперационном периоде и др. [1].

В отечественной и зарубежной литературе активно обсуждаются результаты исследования факторов риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у детей [2–13]. По данным литературы, частота этого состояния у новорожденных и детей грудного возраста достигает 45–64% [2–13]. Ранее нами были выделены до-, интра- и послеоперационные факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек в детском возрасте [14]. Однако в отечественной нефрологии и кардиохирургии недостаточно внимания уделяется изучению прогно-

стического значения до-, интра- и послеоперационных факторов риска возникновения этого состояния у детей с врожденными пороками сердца [15, 16].

На основании данных литературы среди предоперационных факторов риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у детей выделяют следующие: период новорожденности (гестационный возраст у недоношенных детей), низкая масса тела, высокий показатель категории по системе оценки риска RACHS-1, развитие предоперационного шока, искусственная вентиляция легких до операции, использование нефротоксичных препаратов, физиология единого желудочка и др. [14, 16–18]. Интраоперационные факторы риска: искусственное кровообращение, длительность искусственного кровообращения, длительность пережатия аорты, гипотермия во время искусственного кровообращения, интраоперационная гипотония, циркуляторный арест и др. [14, 15]. К послеоперационным факторам риска относятся артериальная гипертензия, длительная искусственная вентиляция легких, эпизод остановки кровообращения, низкий сердечный выброс, использование нефротоксичных препаратов, экстракорпоральная мембранная оксигенация, пассивная венозная гипертензия (правожелудочковая недостаточность, тампонада, трикуспидальная недостаточность, обструкция правых отделов сердца, высокое центральное венозное давление) и др. [9–15]. Эффективная профилактика и лечение кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек подразумевают анализ факторов риска развития этого состояния [14], особенностей гемодинамики в до-, интра- и послеоперационном периодах, учет анатомо-функциональных особенностей почек и миокарда у новорожденных и детей грудного возраста при проведении искусственного кровообращения [13, 15, 16].

Цель исследования: выявить статистически значимые факторы риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных и детей грудного возраста с врожденными пороками сердца.

Характеристика детей и методы исследования

В исследование были включены 214 доношенных детей в возрасте до 1 года с врожденными пороками сердца, находившиеся в отделении кардиореанимации Перинатального центра клиники Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета после кардиохирургического вмешательства в период с 2014 по 2017 г. В исследование вошли 95 новорожденных (средний возраст на момент операции 11 ± 8 дней, средняя масса $3 \pm 0,6$ кг) и 119 детей в возрасте от 1 мес до 1 года жизни (средний возраст на момент операции 144 ± 90 дней, средняя масса $5 \pm 2,2$ кг).

Диагноз острого повреждения почек устанавливали в соответствии с критериями AKIN

(Acute Kidney Injury Network) [19] по 3 стадиям с учетом нарастания уровня креатинина в сыворотке крови и снижения почасового объема мочи. Уровень креатинина в сыворотке крови и концентрацию мочевины определяли у всех пациентов до оперативного вмешательства, а также в 1, 3 и 5-е сутки после операции. В послеоперационном периоде содержание лактата в плазме крови определяли каждые 3 ч, почасовой темп диуреза учитывали с помощью установленного мочевого катетера.

Статистический анализ. Данные представлены в виде долей и частот. Статистическую значимость различия частот оценивали по *t*-критерию Стьюдента с поправкой Йейтса (в программе Excel). Статистически значимыми считали различия частот при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Изучено влияние следующих предоперационных факторов риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек: уровень молочной кислоты (лактата) в плазме крови более 2,5 ммоль/л, физиология функционально единого желудочка сердца, искусственная вентиляция легких. Среди интраоперационных факторов проанализировано влияние использования искусственного кровообращения на развитие острого повреждения почек.

Из 95 новорожденных у 52 (54,7%) развилось кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек; из них I стадия острого повреждения почек была диагностирована у 31 (59,6%), II стадия – у 16 (30,8%), III стадия – у 5 (9,6%). Из 119 детей грудного возраста острое повреждение почек диагностировано у 55 (46,2%); из них I стадия установлена у 28 (50,9%), II стадия – у 18 (32,7%), III стадия – у 9 (16,4%).

По данным эпидемиологических исследований [2–13] частота кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных выше, чем у грудных детей. По результатам нашего исследования статистически значимых различий по частоте поражения почек у новорожденных (54,7%) и детей грудного возраста (59,6%) не выявлено ($p > 0,05$).

Нами обследованы 42 пациента (31 новорожденный и 11 детей грудного возраста) с гемодинамикой функционально единого желудочка, которым требовались последовательные этапы хирургического вмешательства. К врожденным порокам сердца с физиологией функционально единого желудочка относят следующие: синдром гипоплазии левых отделов сердца, несбалансированные формы атриовентрикулярной коммуникации, атрезия трикуспидального клапана, крайние формы аномалии Эбштейна и др. Особенностью гемодинамики при функционально едином желудочке является смешивание потоков оксигенированной крови

из легочных вен (сатурация кислорода — SatO₂ 95–100%) и крови из системных вен (SatO₂ 40–45%) в одной камере сердца, что приводит к артериальной гипоксемии (при сбалансированном системном и легочном кровотоках результирующая оксигенация составляет 75–80%). Доставка кислорода у этих пациентов обеспечивается за счет поддержания уровня гемоглобина более 130–140 г/л.

У 31 (32,6%) из 95 новорожденных диагностирован врожденный порок сердца с физиологией функционально единого желудочка. Кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек возникло у 20 (64,5%) больных: I стадия диагностирована у 10 (32,3%), II стадия — у 6 (19,4%), III стадия — у 4 (12,9%). У 64 (67,4%) новорожденных были зарегистрированы врожденные пороки сердца с двухжелудочковой физиологией. Из них острое повреждение почек было установлено у 32 (50%): I стадия — у 21 (32,8%), II стадия — у 10 (15,6%), III стадия — у 1 (1,6%).

Из 119 детей грудного возраста врожденный порок сердца с физиологией функционально единого желудочка диагностирован у 11 (9,2%); из них острое повреждение почек развилось у 7 (63,6%): I стадия установлена у 5 (45,5%), II стадия — у 1 (9,1%), III стадия — у 1 (9,1%). У 108 (90,8%) детей грудного возраста был выявлен врожденный порок сердца с двухжелудочковой физиологией. Из них острое повреждение почек наблюдалось у 48 (44,4%): I стадия — у 23 (21,3%), II стадия — у 17 (15,7%), III стадия — у 8 (7,4%).

Повышенный уровень лактата в плазме крови (более 2,5 ммоль/л) перед оперативным вмешательством отмечен у 31 (32,6%) из 95 новорожденных. Из них кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек было диагностировано у 27 (87,1%) пациентов: I стадия — у 12 (38,7%), II стадия — у 10 (32,3%), III стадия — у 5 (16,1%). У 64 (67,4%) новорожденных перед оперативным вмешательством не было выявлено повышения уровня лактата более 2,5 ммоль/л. Из них острое повреждение почек отмечено у 25 (39,1%): I стадия — у 19 (29,7%), II стадия — у 6 (9,4%), с III стадией пациентов не было.

Из 119 детей грудного возраста повышенный уровень лактата в плазме крови (более 2,5 ммоль/л) перед оперативным вмешательством диагностирован у 28 (23,5%). Из них кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек возникло у 27 (96,4%): I стадии — у 1 (3,6%), II стадия — у 18 (64,3%), III стадия — у 8 (28,6%). У 91 (76,5%) ребенка грудного возраста не было выявлено повышения уровня лактата более 2,5 ммоль/л перед оперативным вмешательством; острое повреждение почек наблюдалось у 28 (30,8%): I стадия — у 27 (29,7%), III стадия — у 1 (1,1%), II стадия не выявлена.

На искусственной вентиляции легких в клинику для оперативного вмешательства были доставлены

16 (16,8%) из 95 новорожденных и 5 (4,2%) из 119 детей грудного возраста. Кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек наблюдалось у 15 (93,8%) новорожденных: I стадия — у 6 (37,5%), II стадия — у 6 (37,5%), III стадия — у 3 (18,8%). Среди 79 новорожденных, находившихся на самостоятельном дыхании, острое повреждение почек было диагностировано у 37 (46,8%): I стадия — у 25 (31,6%), II стадия — у 10 (12,7%), III стадия — у 2 (2,5%).

Среди детей грудного возраста, доставленных в клинику на искусственной вентиляции легких, острое повреждение почек развилось у 4 из 5: I стадия — у 2 и II стадия — тоже у 2. На самостоятельном дыхании перед оперативным вмешательством находились 114 (95,8%) детей; среди них острое повреждение почек было диагностировано у 51 (44,7%): I стадия — у 26 (22,8%), II стадия — у 16 (14%), III стадия — у 9 (7,9%).

У 38 (40%) из 95 новорожденных оперативное лечение врожденного порока сердца выполнено в условиях искусственного кровообращения. Острое повреждение почек развилось у 25 (65,8%): I стадия — у 17 (44,7%), II стадия — у 8 (21,1%). У 57 (60%) новорожденных оперативное лечение произведено без использования искусственного кровообращения. Среди этих больных острое повреждение почек возникло у 27 (47,4%): I стадия — у 14 (24,6%), II стадия — у 8 (14,0%), III стадия — у 5 (8,8%).

Среди детей грудного возраста оперативное лечение врожденного порока сердца с использованием аппарата искусственного кровообращения было выполнено у 96 (80,7%) из 119. Острое повреждение почек диагностировано у 43 (44,8%) пациентов: I стадия — у 21 (21,9%), II стадия — у 13 (13,5%), III стадия — у 9 (9,4%). У 23 (19,3%) детей грудного возраста оперативное лечение врожденного порока сердца было выполнено без использования искусственного кровообращения. В этой группе острое повреждение почек возникло у 12 (52,2%) больных: I стадия — у 7 (30,4%), II стадия — у 5 (21,7%).

Частота развития кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных с учетом наличия или отсутствия оцениваемого фактора риска отражена в табл. 1. Из представленных данных следует, что не было выявлено статистически значимых различий по частоте острого повреждения почек у новорожденных при операциях с использованием и без использования искусственного кровообращения ($p>0,05$), а также с наличием и в отсутствие функционально единого желудочка ($p>0,05$). Острое повреждение почек развивалось достоверно чаще у новорожденных с уровнем молочной кислоты в плазме крови, превышавшим 2,5 ммоль/л, и при проведении искусственной вентиляции легких перед оперативным вмешательством (87,1 и 39,1%; 93,8 и 46,8% соответственно; $p<0,001$).

В литературе отмечалось, что эпизоды снижения доставки кислорода, сопровождающиеся повышением уровня лактата в крови более 2 ммоль/л в послеоперационном периоде, являются фактором риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у детей [14].

Полученные нами результаты соответствуют данным Л.А. Бокерия и соавт. (2011) [15], которые указывают на искусственную вентиляцию легких с рождения в качестве нехирургического фактора риска неблагоприятного исхода кардиохирургических вмешательств в неонатальном периоде.

Частота кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у детей грудного возраста с учетом наличия или отсутствия оцениваемого фактора риска отражена в табл. 2. Как следует из представленных данных, не было выявлено статистически значимых различий по частоте острого повреждения почек у детей грудного возраста при операциях с использованием и без использования искусственного кровообращения, с функционально единым желудочком, при врожденных пороках сердца с двухжелудочковой физиологией и с наличием или в отсутствие искусственной вентиляции легких перед оперативным вмешательством ($p > 0,05$).

Кардиохирургически-ассоциированные острые повреждения почек достоверно чаще развивались у детей грудного возраста с уровнем лактата в плазме крови, превышавшим 2,5 ммоль/л перед оперативным вмешательством (96,4 и 30,8% соответственно; $p < 0,001$).

J.J. Blinder и соавт. (2012) [3] провели ретроспективное исследование данных 430 детей в возрасте до 90 дней с врожденными пороками сердца; средний возраст больных на момент кардиохирургической операции составил 7 дней, масса тела 3,1 кг. Диагноз функционально единого желудочка установлен у 47% детей, из которых у 53% развилось кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек [3]. Наши результаты соответствуют данным этих авторов [3], которые выявили, что наличие функционально единого желудочка ассоциировано с более тяжелыми стадиями острого повреждения почек после операции в соответствии с критериями AKIN.

Заключение

Среди 214 доношенных детей в возрасте до 1 года с врожденными пороками сердца, перенесших операцию, кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек развилось у 54,7% новорожденных и у 46,2% детей грудного возраста. Одним из стати-

Таблица 1. Частота кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных ($n=95$) в зависимости от оцениваемого фактора риска

Table 1. Frequency of cardiac surgery-associated acute kidney injury in newborns ($n=95$) with or without risk factors

Фактор риска	Новорожденные с наличием оцениваемого фактора риска		Новорожденные без оцениваемого фактора риска		p
	число детей с ОПП/ общее число детей	%	число детей с ОПП/ общее число детей	%	
Уровень лактата в плазме крови $>2,5$ ммоль/л перед оперативным вмешательством	27/31	87,1	25/64	39,1	$<0,001$
Функционально единый желудочек	20/31	64,5	32/64	50	$>0,05$
Проведение ИВЛ перед оперативным вмешательством	15/16	93,8	37/79	46,8	$<0,001$
Использование ИК во время операции	25/38	65,8	27/57	47,4	$>0,05$

Примечание. ОПП – острое повреждение почек; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение.

Таблица 2. Частота развития кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у детей грудного возраста ($n=119$) с учетом наличия или отсутствия фактора риска

Table 2. Frequency of cardiac surgery-associated acute kidney injury in infants ($n=119$) with or without risk factors

Фактор риска	Грудные дети с наличием оцениваемого фактора риска		Грудные дети без оцениваемого фактора риска		p
	число детей с ОПП/ общее число детей	%	число детей с ОПП/ общее число детей	%	
Уровень лактата в плазме крови $>2,5$ ммоль/л перед оперативным вмешательством	27/28	96,4	28/91	30,8	$<0,001$
Функционально единый желудочек	7/11	63,6	48/108	44,4	$>0,05$
Проведение ИВЛ перед оперативным вмешательством	4/5	80	51/114	44,7	$>0,05$
Использование ИК	43/96	44,8	12/23	52,2	$>0,05$

ОПП – острое повреждение почек; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; ИК – искусственное кровообращение.

стически значимых факторов риска кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек у новорожденных явилось проведение искусственной вентиляции легких перед оперативным вмешательством. Установлено, что повышение уровня лактата

в плазме крови более 2,5 ммоль/л перед кардиохирургическим вмешательством является фактором риска кардиохирургически ассоциированного повреждения почек как у новорожденных, так и у детей грудного возраста с врожденными пороками сердца.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Klauwer D., Neuhauser C., Thul J., Zimmermann R. Pädiatrische Intensivmedizin – Kinderkardiologische Praxis. Copyright by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH 2013; 93–125
2. Li S., Krawczeski C.D., Zappitelli M., Devarajan P., Thiessen-Philbrook H., Coca S.G. et al. Incidence, risk factors, and outcomes of acute kidney injury after pediatric cardiac surgery – a prospective multicenter study. *Crit Care Med* 2011; 39(6): 1493–1499. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31821201d3
3. Blinder J.J., Goldstein S.L., Lee V.V., Baycroft A., Fraser C.D., Nelson D., Jefferies J.L. Congenital heart surgery in infants: effects of acute kidney injury on outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 143: 368–374. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2011.06.021
4. Toth R., Breuer T., Cserep Z., Lex D., Fazekas L., Sapi E., et al. Acute kidney injury is associated with higher morbidity and resource utilization in pediatric patients undergoing heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2012; 93: 1984–1990. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2011.10.046
5. Aydin S.I., Seiden H.S., Blaufox A.D., Parnell V.A., Choudhury T., Punnoose A., Schneider J. Acute kidney injury after surgery for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2012; 94: 1589–1595. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.06.050
6. Morgan C.J., Zappitelli M., Robertson C.M., Alton G.Y., Sauve R.S., et al. Risk factors for and outcomes of acute kidney injury in neonates undergoing complex cardiac surgery. *J Pediatr* 2012; 162(1): 120–127.e1. DOI: 10.1016/j.jpeds.2012.06.054
7. Taylor M.L., Carmona F., Thiagarajan R.R., Westgate L., Ferguson M.A., et al. Mild postoperative acute kidney injury and outcomes after surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013; 146(1): 146–152. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2012.09.008
8. Alabbas A., Campbell A., Skippen P., Human D., Matsell D., Mammen C. Epidemiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury in neonates: a retrospective study. *Pediatr Nephrol* 2013; 28(7): 1127–1134. DOI: 10.1007/s00467-0132454-3
9. Ricci Z., Di Nardo M., Iacoella C., Netto R., Picca S., Cogo P. Pediatric RIFLE for acute kidney injury diagnosis and prognosis for children undergoing cardiac surgery: a single-center prospective observational study. *Pediatr Cardiol* 2013; 34(6): 1404–1408. DOI: 10.1007/s00246-013-0662-z
10. Gil-Ruiz Gil-Esparza M.A., Alcaraz Romero A.J., Romero Otero A., Gil Villanueva N., Sanavia Morán E., Rodríguez Sánchez de la Blanca A. et al. Prognostic relevance of early AKI according to pRIFLE criteria in children undergoing cardiac surgery. *Pediatr Nephrol* 2014; 29(7): 1265–1272. DOI: 10.1007/s00467-014-2757-z
11. Piggott K.D., Soni M., Decampli W.M., Ramirez J.A., Holbein D., Fakioglu H., Blanco C.J., Pourmoghadam K.K. Acute Kidney Injury and Fluid Overload in Neonates Following Surgery for Congenital Heart Disease. *World J Pediatr Congenit Heart Surg* 2015; 6(3): 401–406. DOI: 10.1177/2150135115586814
12. Greenberg J.H., Zappitelli M., Devarajan P., Thiessen-Philbrook H.R., Krawczeski C., Li S. et al. Kidney outcomes 5 years after pediatric cardiac surgery: The TRIBE-AKI Study. *JAMA Pediatr* 2016; 170(11): 1071–1078. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2016.1532. 80
13. Селиверстова А.А., Савенкова Н.Д., Хубулава Г.Г., Марченко С.П., Наумов А.Б. Острое повреждение почек у новорожденных и детей грудного возраста с врожденными пороками сердца после кардиохирургических вмешательств. *Нефрология* 2017; 21(3): 54–60. DOI: 10.24884/1561-6274-2017-3-54-60. [Seliverstova A.A., Savenkova N.D., Hubulava G.G., Marchenko S.P., Naumov A.B. Acute kidney injury rate in neonates and infants after cardiac surgery. *Nefrologiya (Nefrologia)* 2017; 21(3): 54–60. DOI: 10.24884/1561-6274-2017-3-54-60 (in Russ)]
14. Селиверстова А.А., Савенкова Н.Д., Марченко С.П., Наумов А.Б. Кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек у детей. *Нефрология* 2016; 20(3): 17–27 [Seliverstova A.A., Savenkova N.D., Marchenko S.P., Naumov A.B. Cardiac surgery-associated acute kidney injury in children. *Nefrologiya (Nefrologia)* 2016; 20(3): 17–27 (in Russ)]
15. Бокерия Л.А., Туманян М.Ф., Филаретова О.В., Андерсон А.Г., Трунина И.И., Харьков А.В. Нехирургические факторы риска неблагоприятного исхода кардиохирургических вмешательств в неонатальном периоде. *Российский вестник перинатологии и педиатрии* 2011; 56(6): 19–25. [Bockeria L.A., Tumanyan O.V., Filaretova O.V., Anderson A.G., Trunina I.I., Khar'kin A.V. Non-surgical risk factors of cardiosurgical interventions. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)* 2011; 56(6): 19–25. (in Russ)]
16. Seliverstova A.A., Savenkova N.D., Marchenko S.P. Cardiac surgery-associated acute kidney injury. *Pediatr Nephrol* 2017; 32(9): 1689
17. Jenkins K.J., Gauvreau K., Newburger J.W., Spray T., Moller J.H., Iezzoni L.I. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 123(1): 110–118.
18. Jenkins K.J., Gauvreau K. Center-specific differences in mortality: preliminary analyses using the risk adjustment in congenital heart surgery (RACHS-1) method. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 124(1): 97–104.
19. Mehta R.L., Kellum J.A., Shah S.V., Molitoris B.A., Ronco C., Warnock D.G., Levin A. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care* 2007; 11(2): R31. DOI: 10.1186/cc5713

Поступила: 17.12.18

Received on: 2018.12.17

Конфликт интересов:

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest:

The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.