

© А.А.Селиверстова, Н.Д.Савенкова, Г.Г.Хубулава, С.П.Марченко, А.Б.Наумов, 2017  
 УДК 616.12-007-053.31-089-06 : 616.61-001  
 doi: 10.24884/1561-6274-2017-3-54-60

*А.А. Селиверстова<sup>1,2</sup>, Н.Д. Савенкова<sup>1</sup>, Г.Г. Хубулава<sup>3</sup>, С.П. Марченко<sup>3</sup>,  
 А.Б. Наумов<sup>2</sup>*

## ОСТРОЕ ПОВРЕЖДЕНИЕ ПОЧЕК У НОВОРОЖДЕННЫХ И ДЕТЕЙ ГРУДНОГО ВОЗРАСТА С ВРОЖДЕННЫМИ ПОРОКАМИ СЕРДЦА ПОСЛЕ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

<sup>1</sup>Кафедра факультетской педиатрии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Российская Федерация, <sup>2</sup>Отделение анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией клиники Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Российская Федерация, <sup>3</sup>Кафедра сердечно-сосудистой хирургии Санкт-Петербургского государственного педиатрического медицинского университета, Российская Федерация

*A.A. Seliverstova<sup>1,2</sup>, N.D. Savenkova<sup>1</sup>, G.G. Hubulava<sup>3</sup>, S.P. Marchenko<sup>3</sup>,  
 A.B. Naumov<sup>2</sup>*

## ACUTE KIDNEY INJURY IN NEONATES AND INFANTS WITH CONGENITAL HEART DISORDERS AFTER CARDIAC SURGERY

<sup>1</sup>Department of faculty Pediatric, <sup>2</sup>Department of Anesthesiology and Intensive Care of children with cardiac surgical pathology, <sup>3</sup>Department of Cardiovascular Surgery of the Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation

### РЕФЕРАТ

**ЦЕЛЬ.** Определить частоту, стратифицировать тяжесть кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек (КХА-ОПП) по прогностической системе RACHS в 6 категориях риска у новорожденных и грудных детей с врожденными пороками сердца (ВПС). **ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включено 65 детей с ВПС до 1 года, из них 29(44,62%) новорожденных и 36(55,38%) от 1 месяца до 1 года, перенесших операцию. Диагноз ОПП установлен по AKIN-критериям (2007) с выделением 3-х стадий по уровню сывороточного креатинина (SCr). Тяжесть КХА-ОПП стратифицирована по прогностической системе RACHS в 6 категориях риска у новорожденных и грудных детей с ВПС. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Частота КХА-ОПП при ВПС у новорожденных в нашем исследовании составляет 72,1%, у грудных детей – 41,67%. Статистически значимых различий в частоте КХА-ОПП у новорожденных при операциях с использованием и без использования ИК ( $p>0,05$ ) не выявлено. У детей старше месяца и до 1 года выявлены статистически значимые различия в частоте ОПП в зависимости от использования искусственного кровообращения ( $p<0,001$ ). В зависимости от категорий риска по RACHS частота ОПП составила 25% во 2-й категории, 28,57% в 3-й категории, 78,95% в 4-й и 91,67% в 6-й категории. В 3 категории риска КХА-ОПП встречается чаще у новорожденных (45,45%) чем у детей грудного возраста (10%) ( $p=0,049$ ). Статистически значимых различий в развитии ОПП у новорожденных и детей грудного возраста в 4 и 6 категориях риска по RACHS не выявлено ( $p>0,05$ ). Высокая частота развития ОПП в 4-6 категориях установлена как у новорожденных, так и у детей грудного возраста. **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Высокая частота развития КХА-ОПП у новорожденных и детей грудного возраста с ВПС требует мультидисциплинарного подхода к диагностике и лечению в отделениях кардиореанимации. Распределение пациентов по категориям RACHS позволяет прогнозировать риск развития и тяжесть КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей.

**Ключевые слова:** кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек, врожденные пороки сердца, система RACHS.

### ABSTRACT

**THE AIM.** To determine frequency and severity of cardiac surgery-associated acute kidney injury (CSA-AKI) according to the predictive RACHS system of 6 risk categories in newborns and infants with CHD. **PATIENTS AND METHODS.** The study included 65 children under 1 year with CHD, 29 of them (44.62%) neonates and 36 newborns (55.38%) from 1 month to 1 year underwent surgery. The diagnosis of AKI was set up according to AKIN criteria (2007), with allocating 3 stages using the serum creatinine level (SCr). The severity of cardiac surgery associated AKI was distributed by categories of RACHS system of 6 risk categories in newborns and infants with CHD. **RESULTS.** 72,1% of neonates and 41,67% of infants developed cardiac surgery-associated AKI. Statistically significant differences in the incidence of AKI in newborns operated on with or without cardiopulmonary bypass were not revealed. In infants from 1 month to 1 year there were differences in AKI frequency with regard to using bypass for surgical correction ( $p<0,001$ ). Depending on the RACHS risk category, AKI developed in 2nd category – 25%, 3rd category in 28.57%, 4th – 78,95% and 6th – 91.67%, respectively. In the 3rd risk category CSA-AKI was increased in neonates

Селиверстова А.А. 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2. Отделение анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией клиники, кафедра факультетской педиатрии СПбГПМУ. Тел. (812) 416-53-99, E-mail: alisa-0072006@yandex.ru

(45.45%) comparing to infants (10%) ( $p=0.049$ ). Statistically significant differences in the development of AKI in neonates and infants in categories 4 and 6 RACHS were not found ( $p>0,05$ ). The high incidence of AKI in 4-6 categories established both in neonates and infants. **CONCLUSION.** The high incidence of CSA-AKI in neonates and infants requires a multidisciplinary approach for diagnosis and treatment in the cardiac ICU. The distribution of patients by RACHS categories allows to predict the risk and severity of CSA-AKI in newborns and infants.

**Key words:** Cardiac surgery-associated acute kidney injury, congenital heart disease, RACHS.

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек (КХ-ОПП) у новорожденных и грудных детей обусловлена:

- высокой категорией сложности кардиохирургических вмешательств, требующих использования длительного искусственного кровообращения (ИК);

- особенностями кровообращения при врожденных пороках сердца (ВПС) с физиологией единого желудочка;

- возрастными анатомо-функциональными особенностями (повышенное легочное сосудистое сопротивление, более высокий уровень метаболизма и потребления кислорода, повышенная проницаемость капилляров, повышенное содержание воды во внеклеточном секторе);

- анатомо-функциональными особенностями миокарда (незрелость кардиомиоцитов с низкой плотностью сократительных белков, незрелостью кальциевых каналов, митохондрий, внеклеточного матрикса, приводящая к несовершенству функций сокращения и расслабления, а также ограниченные возможности для увеличения сердечного выброса);

- анатомо-функциональными особенностями почек (низкие величина клубочковой фильтрации, порог реабсорбции бикарбонатов в проксимальных канальцах и чувствительность V2 рецепто-

ров базолатеральных мембран клеток дистальных канальцев и собирательных трубок к антидиуретическому гормону, физиологический гиперальдостеронизм).

Следует отметить отсутствие единой классификации ОПП у новорожденных, алгоритмов диагностики и лечения КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей.

По данным зарубежной литературы, частота КХА-ОПП у детей составляет от 15 до 64% [1–13]. В литературе приводится высокая частота развития КХА-ОПП у новорожденных в 45–64% [4, 7, 9, 13].

В табл. 2 представлена частота КХА-ОПП у детей различного возраста по данным зарубежной литературы [1–13].

ОПП после кардиохирургических операций чаще всего развивается в течение первых 24–72 часов раннего послеоперационного периода. В табл. 2 приведены по D.M Kwiatkowski. и C.D. Krawczeski (2015) наиболее частые факторы развития ОПП после использования искусственного кровообращения [14].

D. Klauwer, C. Neuhäuser (2013) указывают на то, что в послеоперационном периоде в условиях сниженного сердечного выброса уменьшение СКФ происходит из-за редукции почечного кровотока. Появление после кардиохирургической операции эпизодов артериальной гипотензии, а также повышенное внутриренальное сосудистое

Таблица 1

**Частота кардиохирургически-ассоциированного ОПП у детей [1–13]**

Автор	Год	Характеристика исследуемой группы	Используемая классификация ОПП	% КХА-ОПП
Zapitelli M et al [1]	2009	390 детей	pRIFLE-критерии	36%
Krawczeski CD et al [2]	2010	374 ребенка	pRIFLE-критерии	32%
Li Simon, Catherine D et al [3]	2011	311 детей в возрасте от 1 месяца до 18 лет	AKIN-критерии	41,8%
Blinder JJ et al [4]	2012	430 детей (возраст менее 90 дней жизни)	AKIN-критерии	52%
Toth R et al [5]	2012	1510 детей	pRIFLE-критерии	31,9%
Aydin SI et al [6]	2012	458 пациентов	pRIFLE-критерии	51%
Morgan CJ [7]	2012	264 новорожденных	AKIN-критерии	64%
Taylor Marnie L et al [8]	2013	693 пациентов	AKIN-критерии	15%
A.Abbas et al [9]	2013	122 новорожденных	AKIN-критерии	62%
Ricci Z et al [10]	2013	160 детей	pRIFLE-критерии	56%
M.A.Gil-Ruiz Gil-Esparza et al [11]	2014	409 детей в возрасте до 16 лет	pRIFLE-критерии	26%
J.Sanchez-de-Toledo et al [12]	2015	480 детей	AKIN-критерии	26%
K.D.Piggott et al [13]	2015	95 новорожденных	AKIN-критерии	45%

### ОПП в педиатрической популяции [14]

Таблица 2

Патофизиология ОПП
Ишемия и реперфузионное повреждение (вазоконстрикция и низкий сердечный выброс)
Воспаление
Оксидативный стресс
Нехватка АТФ
Микроэмболия
Апоптоз

сопротивление (афферентная и/или эфферентная вазоконстрикция из-за высокого симпатического тонуса или катехоламинов) способствуют уменьшению почечного кровотока и скорости клубочковой фильтрации. В дополнение к этому, происходит послеоперационная активация РААС и повышение секреции АДГ [15]. Понимание патофизиологических механизмов взаимодействия сердечно-сосудистой и почечной систем у детей с врожденными пороками сердца, оценка факторов риска КХА-ОПП в предоперационном, интраоперационном и послеоперационном периодах имеют первостепенное значение для успешного лечения и исхода после кардиохирургического лечения ВПС [16].

Цель исследования: определить частоту, стратифицировать тяжесть кардиохирургически-ассоциированного острого повреждения почек (КХА-ОПП) по прогностической системе RACHS в 6 категориях риска у новорожденных и грудных детей с врожденными пороками сердца (ВПС).

#### ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена на кафедрах факультетской педиатрии и сердечно-сосудистой хирургии СПбГПМУ. Клинической базой являлось отделение анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией (ОАРДКХП) Перинатального центра клиники СПбГПМУ. В отделении кардиореанимации находились на лечении 65 детей до 1 года из них 34 (52,31%) девочки и 31 (47,69%) мальчик, перенесших открытое кардиохирургическое вмешательство. Из 65 обследо-

ванных детей – 29 новорожденных (44,62%) и 36 детей от 1 месяца до 1 года (55,38%). У 14 детей (21,54%) подтверждены генетические синдромы (синдром Дауна, синдром Эдвардса, синдром делеции 22q11.2).

Диагноз ОПП установлен в соответствии с AKIN-критериями (2007) с выделением 3х стадий по уровню сывороточного креатинина (SCr) [17]. Классификация ОПП, разработанная общества неонатальной почки (AKIN Network) по критериям сывороточного креатинина и диуреза (Mehta R.L et al, 2007) [17], представлена в табл. 3.

Уровень SCr определялся до оперативного вмешательства, в 1-е, 3-и и 5-е послеоперационные сутки. Темп диуреза для оценки ОПП не учитывался, так как во время оперативного вмешательства применялась модифицированная ультрафильтрация и в раннем послеоперационном периоде все пациенты получали внутривенную инфузию лазикса.

Для определения прогнозируемой летальности использовали систему RACHS (Risk Adjustment in Congenital Heart Surgery, система оценки риска летального исхода при ВПС у детей до 18 лет). Система RACHS делит всех пациентов с ВПС на 6 категорий в зависимости от вида операции, отражающим ее сложность, продолжительность и др. В окончательной модели RACHS рассматриваются следующие факторы (табл. 4) [18,19]:

В соответствии с риском кардиохирургического вмешательства по системе RACHS, все 65 пациентов были распределены с 1 по 6 категорию.

Данные представлены в виде долей и частот. Значимость различия частот оценивалась по t-критерию Стьюдента с поправкой Йейтса (в программе Excel). Статистически значимыми считали различия частот при  $p < 0,05$ .

Статистический анализ результатов выполняли с использованием пакета прикладных статистических программ «Microsoft Excel 2003» («Microsoft Corporation», США). Результаты представлены в виде долей и частот. Статистическую значимость различий между группами определяли при помощи  $\chi^2$ -критерия Пирсона. Нулевую ста-

Таблица 3

### Классификация ОПП по критериям AKIN – Acute Kidney Injury Network [17]

Стадия	Креатинин плазмы	Диурез
1	Увеличение $\geq 0,3$ мг/дл ( $\geq 26,4$ мкмоль/л) или прирост более чем на 150-200% (1,5–2 раза) от исходного значения	$< 0,5$ мл/кг/ч в течение более чем 6 ч
2	Увеличение на 200–300% (более чем в 2–3 раза) от исходного значения	$< 0,5$ мл/кг/ч в течение более чем 12 ч
3	Увеличение более чем на 300% (более чем в 3 раза) от исходного значения (или увеличение $\geq 4,0$ мг/дл ( $\geq 354$ мкмоль/л) с острым приростом, по крайней мере, на 0,5 мг/дл (44 мкмоль/л)	$< 0,3$ мл/кг/ч в течение 24 ч или анурия в течение 12 ч

Таблица 4

**Окончательная модель RACHS [18,19]**

Категория риска RACHS	Отношение шансов	95%-доверительный интервал	p
1	1,00	–	–
2	1,09	(0.65, 1.82)	0.75
3	2,28	(1.31, 3.94)	0.003
4	2,78	(1.57, 4.93)	<0.001
5+6	5,16	(2.91, 9.14)	<0.001
<b>Возраст</b>			
0–28 дней	6,28	(4.54, 8.69)	<0.001
29–90 дней	2,96	(2.16, 4.07)	<0.001
91–364 дня	1,19	(0.89, 1.59)	0.23
1–17 лет	1,00	–	–
Вес при рождении 500–2499 г	1,96	(1.49, 2.59)	<0.001
Необходимость сочетанных вмешательств во время одной операции	2,19	(1.81, 2.66)	<0.001
Большие внесердечные структурные аномалии	1,27	(1.06, 1.51)	0.008
Транспортировка новорожденного	0,96	(0.76, 1.21)	0.73

Таблица 5

**Сравнительные данные оценки тяжести КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей**

Стадии ОПП по АКIN	Группа новорожденных с КХА-ОПП (n=21)		Группа грудных детей с КХА-ОПП (n=15)		p
	Число детей	Процент	Число детей	Процент	
1	7	33,33	10	66,67	>0,05
2	9	42,86	1	6,67	<0,05
3	5	23,81	4	26,67	>0,05

Таблица 6

**Сравнительные данные частоты развития КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей при операциях с использованием и без использования искусственного кровообращения**

	Операции с использованием ИК (n=39)		Операции без использования ИК (n=26)		p
	Число детей, с ОПП при ИК	Процент	Число детей, с ОПП без ИК	Процент	
Новорожденные с ОПП	11	28,2	10	38,46	p>0,05
Грудные дети с ОПП	14	35,9	1	3,8	p<0,001

статистическую гипотезу об отсутствии различий и связей отвергали при  $p < 0,05$ .

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Из 65 обследованных детей с ВПС 29(44,62%) новорожденных и 36 (55,38%) детей от 1 месяца до 1 года. Из 29 новорожденных у 21 (72,41%) развилось КХА-ОПП, из 36 пациентов грудного возраста – у 15 (41,67%) ( $p < 0,05$ ). КХА-ОПП диагностировано из 65 детей у 36 (55,38%), из которых у 17 (47,22%) – 1 стадия АКIN, у 10 (27,78%) – 2 стадия АКIN, и у 9 (25%) – 3 стадия АКIN.

В табл. 5 представлены сравнительные данные оценки тяжести КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей.

Как видно из табл. 5, ОПП 2 ст. по АКIN установлена достоверно чаще у новорожденных в сравнении с грудными детьми.

У 39 детей (60%) выполнена коррекция ВПС в условиях ИК, у 26 детей (40%) – без использования

ИК. КХА-ОПП развилось после операций с ИК у 25 детей (64,10%), без ИК у 11 детей (42,31%).

Из представленных в табл. 6 данных следует, что не выявлено статистически значимых различий в частоте КХА-ОПП у новорожденных при операциях с использованием и без использования ИК ( $p > 0,05$ ) в сравнении с детьми грудного возраста ( $p < 0,001$ ).

Стадии КХА-ОПП (АКIN-критерии) по 6 категориям риска по RACHS: во 2-й из 12 детей у 3 диагностировано ОПП 1 стадии; в 3-й из 21 ребенка у 4 диагностировано ОПП 1 стадии, у 1 – ОПП 2 стадии, у 1 – ОПП 3 стадии; в 4-й из 19 детей у 5 диагностировано ОПП 1 стадии, у 5 – ОПП 2 стадии, у 5 – ОПП 3 стадии, в 5-й у 1 ребенка диагностировано ОПП 1 стадии; в 6-й из 12 детей у 4 диагностировано ОПП 1 стадии, у 4 – ОПП 2 стадии, у 3 – ОПП 3 стадии.

Выявлена частота КХА-ОПП у 36 пациентов в зависимости от 6 категорий риска по RACHS: 2-я



категория риска по RACHS-1 – 25%, 3-я категория риска – 28,57%, 4-я категория риска – 78,95%, 6-я категория риска – 91,67% (табл. 7).

В 3 категории риска по RACHS КХА-ОПП встречается чаще у новорожденных (45,45%) в отличие от детей грудного возраста (10%) ( $p=0,049$ ). Статистически значимых различий частоты ОПП у новорожденных и детей грудного возраста в 4 и 6 категориях риска по RACHS не выявлено ( $p>0,05$ ). Высокая частота развития ОПП в 4–6 категориях установлена как у новорожденных, так и у детей грудного возраста (табл. 8).

Повышение дооперационного уровня SCr диагностировано из 65 у 10 (15,39%) детей, из которых 8 перенесли транспортировку из других стационаров.

В группе новорожденных 29 детей диагностированы ВПС: синдром гипоплазии левых отделов сердца (СГЛОС) (7), коарктация аорты с гипоплазией дуги аорты/ перерыв дуги аорты (5), транспозиция магистральных сосудов (ТМС) (3), общий артериальный ствол (ОАС) (2), функционально единственный желудочек (ФЕЖ) (4), тотальный аномальный дренаж легочных вен (ТАДЛВ) (2), стеноз аортального клапана выраженной степени (1), атриовентрикулярная коммуникация (АВК) (2), двойное отхождение сосудов от правого желудочка (ДОС от ПЖ) (2), дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП) (1).

В группе 36 детей грудного возраста диагностированы ВПС: СГЛОС (5), коарктация аорты с

гипоплазией дуги аорты/ перерыв дуги аорты (2), ТМС (1), ОАС (1), ФЕЖ (2), ТАДЛВ (2), стеноз аортального клапана выраженной степени (3), АВК (3), двойное отхождение сосудов от правого желудочка (1), ДМЖП (8), тетрада Фалло (8).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Нами представлены результаты сравнительного исследования развития КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей. Установлено, что развитие КХА-ОПП чаще наблюдалось у новорожденных в отличие от детей грудного возраста (72,41% и 41,67% соответственно).

На высокую частоту развития КХА-ОПП у новорожденных детей указывает С.Л. Morgan et al (2013) [7] и А. AlAbbas et al (2013) [9]. Однако, в литературе нам не встретилось данных сравнительного исследования частоты КХА-ОПП среди новорожденных и грудных детей.

Из 65 детей в 47,22% установлена 1 стадия ОПП, в 27,78% – 2 стадия ОПП, в 25% – 3 стадия ОПП по АКIN. Необходимо отметить, что у новорожденных и грудных детей чаще встречается 1 стадия ОПП. При сравнении групп новорожденных и грудных детей 2-ая стадия ОПП по АКIN установлена чаще у новорожденных в сравнении с грудными детьми.

У оперированных новорожденных нами не выявлено статистически значимых различий в частоте КХА-ОПП при операциях с использованием ИК и без использования ИК. Факт открытого

Таблица 7

#### Частота и тяжесть КХА-ОПП в 6 категориях риска по RACHS у новорожденных и грудных детей

Категория риска по RACHS	ОПП 1 стадия по АКIN	2 стадия ОПП по АКIN	3 стадия ОПП по АКIN
1 (n=0)	–	–	–
2 (n=12)	n=3 (25%)	–	–
3 (n=21)	n=4 (19,05%)	n=1 (4,76%)	n=1 (4,76%)
4 (n=19)	n=5 (26,32%)	n=5 (26,32%)	n=5 (26,32%)
5 (n=1)	n=1	–	–
6 (n=12)	n=4 (33,33%)	n=4 (33,33%)	n=3 (25%)

Таблица 8

#### Сравнительные данные частоты развития КХА-ОПП в 6 категориях риска по системе RACHS среди новорожденных и грудных детей

Категории по RACHS (n=65)	Группа новорожденных (n=29)		Группа грудных детей (n=36)		p
	Число новорожденных в группе/ количество детей с ОПП (n=21)	Процент КХА-ОПП	Число грудных детей в группе/ количество детей с ОПП (n=15)	Процент КХА-ОПП	
1 (n=0)	0	0	0	0	
2 (n=12)	0	0	у 3 из 12	25	
3 (n=21)	у 5 из 11	45,45	у 1 из 10	10	$p=0,049$
4 (n=19)	у 8 из 9	88,89	у 7 из 10	70	$>0,05$
5 (n=1)	0	0	1 (1)	-	
6 (n=12)	у 8 из 9	88,89	у 3 из 3	100	$>0,05$

кардиохирургического вмешательства у новорожденных определяет высокий риск развития ОПП.

В исследованиях показано, что высокие категории риска по системе RACHS связаны с риском развития КХА-ОПП у детей с ВПС [2–4, 7, 9, 14].

По данным S. Li et al (2012) [3], ОПП у детей в возрасте более 30 дней развилось в 43% и 44% с категориями риска 2 и 3 по системе RACHS соответственно, в 75% у пациентов с категорией риска 4 по системе RACHS. Однако, в исследовании S. Li et al (2012) не рассматривалась группа новорожденных, что привело к исключению категорий риска 5 и 6 по RACHS. К категориям 5 и 6 по RACHS относятся ВПС, требующие коррекции в периоде новорожденности (аномалия Эбштейна, общий артериальный ствол, синдром гипоплазии левых отделов).

Мы стратифицировали степень тяжести КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей в 6 категориях системы RACHS. Нами установлена высокая частота развития КХА-ОПП в 4–6 категориях системы RACHS (группы высокой категории сложности кардиохирургических вмешательств, требующих использования длительного искусственного кровообращения) у новорожденных и грудных детей.

Следует отметить, что у новорожденных детей чаще встречались критические (с дуктус-зависимым системным кровотоком) ВПС, такие как синдром гипоплазии левых отделов сердца (СГЛОС), коарктация аорты с гипоплазией дуги аорты, перерыв дуги аорты, а у грудных детей – тетрада Фалло и дефект межжелудочковой перегородки. При синдроме гипоплазии левых отделов сердца и других формах ВПС с физиологией единого желудочка требуется многоэтапная кардиохирургическая коррекция.

J. H. Wong et al (2016) указывают на то, что пациенты с СГЛОС и другими ВПС, сопровождающимися обструкцией левых отделов сердца, во время 1 этапа хирургического лечения (операция Норвуда) находятся в группе риска по развитию тяжелой степени КХА-ОПП [20]. Также авторами установлено, что развитие тяжелой степени КХА-ОПП после 1 этапа кардиохирургического лечения сопровождалось повышенным риском развития тяжелой степени КХА-ОПП после второго этапа кардиохирургического лечения [20].

Следует отметить, что среди исследованных нами новорожденных и грудных детей с ВПС, развивших КХА-ОПП, 10 (27,78%) уже имели проявления ОПП до оперативного вмешательства. Из 10 детей 8 (80%) с критическими ВПС были транспортированы из других стационаров.

Наиболее частыми у новорожденных и детей грудного возраста с повышенным дооперационным уровнем креатинина являлись критические ВПС с обструкцией левых отделов сердца (критическая коарктация аорты, синдром гипоплазии левых отделов сердца). Поздняя диагностика и неправильная тактика ведения критических ВПС на предыдущих этапах оказания медицинской помощи могли обусловить развитие ОПП до кардиохирургической операции у 8 из 10 детей.

Мы, как и другие авторы, считаем, что высокая категория сложности кардиохирургических вмешательств, требующая использования длительного искусственного кровообращения у новорожденных и грудных детей с критическими ВПС, обуславливает высокий риск развития тяжелой степени КХА-ОПП.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Высокая частота развития КХА-ОПП у новорожденных детей с ВПС является серьезной общей проблемой современной кардиореаниматологии, кардиохирургии, нефрологии и неонатологии. Распределение пациентов по категориям RACHS позволяет прогнозировать риск развития и тяжесть КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей. С целью прогнозирования риска летального исхода и развития КХА-ОПП у новорожденных и грудных детей с ВПС рекомендовано внедрить в практику прогностическую систему RACHS. Пренатальная диагностика критических ВПС и планирование родоразрешения в условиях специализированного перинатального центра с кардиохирургической реанимацией новорожденных позволит снизить риск развития ОПП до оперативного вмешательства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zappitelli M, Bernier PL, Saczkowski RS et al. A small post-operative rise in serum creatinine predicts acute kidney injury in children undergoing cardiac surgery. *Kidney Int* 2009; 76:885–892
2. Krawczeski CD, Vandevoorde RG, Kathman T et al. Serum cystatin C is an early predictive biomarker of acute kidney injury after pediatric cardiopulmonary bypass. *Clin J Am Soc Nephrol* 2010; 5:1552–1557
3. Li S, Krawczeski CD, Zappitelli M 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
4. Blinder JJ, Goldstein SL, Lee VV et al. Congenital heart surgery in infants: effects of acute kidney injury on outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 143:368–374
5. Toth R, Breuer T, Cserep Z 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
6. Aydin SI, Seiden HS, Blaufox AD et al. Acute kidney injury after surgery for congenital heart disease. *Ann Thorac Surg* 2012;

94:1589–1595

7. Morgan CJ, Zappitelli M, Robertson CM et al. Western Canadian Complex Pediatric Therapies Follow-Up Group Risk factors for and outcomes of acute kidney injury in neonates undergoing complex cardiac surgery. *J Pediatr* 2012; 162:120–127

8. Taylor ML, Carmona F, Thiagarajan RR et al. Mild postoperative acute kidney injury and outcomes after surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2013;146:146-152

9. AlAbbas A, Campbell A, Skippen P et al. Epidemiology of cardiac surgery-associated acute kidney injury in neonates: a retrospective study. *Pediatr Nephrol* 2013; (28): 1127-1134

10. Ricci Z, Di Nardo M, Iacolla C et al. Pediatric RIFLE for acute kidney injury diagnosis and prognosis for children undergoing cardiac surgery: a single-center prospective observational study. *Pediatr Cardiol* 2013;34:1404-1408

11. Gil-Ruiz Gil-Esparza MA, Alcaraz Romero AJ, Romero Otero A et al. Prognostic relevance of early AKI according to pRIFLE criteria in children undergoing cardiac surgery. *Pediatr Nephrol* 2014; 29:1265-1272

12. Joan Sanchez-de-Toledo, Alba Perez-Ortiz, Laura Gil et al. Abella Early Initiation of Renal Replacement Therapy in Pediatric Heart Surgery Is Associated with Lower Mortality. *Pediatr Cardiol* 2016; 37(4):623-628

13. Kurt D. Piggott, Meshal Soni, William M. Decampli et al. Pourmoghadam Acute Kidney Injury and Fluid Overload in Neonates Following Surgery for Congenital Heart Disease. *World Journal for Pediatric and Congenital Heart Surgery* 2015; 6(3): 401-406

14. Kwiatkowski D.M. and Krawczeski C.D. Acute Kidney Injury after cardiovascular surgery in children. In Perioperative Kidney Injury: Principles of Risk Assessment, Diagnosis and Treatment. Editors C.V.Thakar, C.V. Parikh, Springer 2015; 99-109

15. D. Klauwer, C. Neuhäuser, J. Thul, R. Zimmermann. Pädiatrische Intensivmedizin – Kinderkardiologische Praxis. Copyright by Deutscher Ärzte-Verlag GmbH 2013; 93-125

16. Селиверстова АА, Савенкова НД, Марченко СП, Наумов АБ. Кардиохирургически-ассоциированное острое повреждение почек у детей. *Нефрология* 2016; 20 (3): 17-27 [Seliverstova AA, Savenkova ND, Marchenko SP, Naumov AB Kardiohirurgicheski-associirovannoe ostroe povregdenie pochetk u detej. *Nephrologija* 2016; 20 (3); 17-27]

17. Mehta RL, Kellum JA, Shah SV et al. Acute Kidney Injury Network: report of an initiative to improve outcomes in acute kidney injury. *Crit Care* 2007; 11(2):R31

18. Jenkins KJ, Gauvreau K, Newburger JW et al. Consensus-based method for risk adjustment for surgery for congenital heart disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2002;123(1):110–118

19. Jenkins KJ, 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

20. J. H. Wong, D. T. Selewski, S. Yu et al. DeWitt Severe Acute Kidney Injury Following Stage 1 Norwood Palliation: Effect on Outcomes and Risk of Severe Acute Kidney Injury at Subsequent Surgical Stages. *Pediatric Critical Care Medicine* 2016; 20(30): 1-9

#### Сведения об авторах:

Селиверстова Анастасия Алексеевна

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д.2. Врач-кардиолог отделения анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией клиники СПбГПМУ, аспирант кафедры факультетской педиатрии СПбГПМУ. Тел. (812) 416-53-99, E-mail: alisa-0072006@yandex.ru

Anastasia A.Seliverstova MD

Affiliations: Russia 194100, St-Petersburg, Litovskaya str., 2. St-Petersburg State Pediatric Medical University, Cardiologist of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of children with cardiac surgical pathology clinic of St-Petersburg State Pediatric Medical University, Postgraduate The Department of faculty Pediatric of the Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation

Проф. Савенкова Надежда Дмитриевна

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. Зав.каф. факультетской педиатрии, д.м.н., профессор. Тел. 416-52-86; E-mail: Savenkova.n.spb@mail.ru  
Prof. Nadezhda D.Savenkova MD, PhD, DMedSci  
Affiliations: Russia 194100, St-Petersburg, Litovskaya str.,2. St-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation  
The Head of Department of faculty pediatrics of the St-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation. Phone (812) 4165286; E-mail: Savenkova.n.spb@mail.ru

Академик РАН, Хубулава Геннадий Григорьевич

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. заведующий кафедрой сердечно-сосудистой хирургии, профессор, д.м.н. Тел. (812) 275-73-84; E-mail: ggkh07@rambler.ru

Academician of RAS Gennadij G. Hubulava MD, PhD, DMedSci, Affiliations: Russia 194100, St-Petersburg, Litovskaya str., 2. St-Petersburg State Pediatric Medical University The Head of Department of Cardiovascular Surgery of the St-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation. Phone (812) 275-73-84; E-mail: ggkh07@rambler.ru

Проф. Марченко Сергей Павлович

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. Д.м.н., профессор кафедры сердечно-сосудистой хирургии. Тел. (812) 275-73-84; E-mail: sergeimarchenkospb@gmail.com

Prof. Sergey P.Marchenko MD PhD, DMedSci

Affiliations: Russia 194100, St-Petersburg, Litovskaya str.,2. St-Petersburg State Pediatric Medical University Department of Cardiovascular Surgery of the St-Petersburg State Pediatric Medical University, Russian Federation. Phone (812) 275-73-84; E-mail: sergeimarchenkospb@gmail.com

Наумов Алексей Борисович

194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2. Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации, Заведующий отделением анестезиологии и реанимации детей с кардиохирургической патологией клиники СПбГПМУ. Тел. (812) 416-53-99, E-mail: naumov99@gmail.com

Naumov Aleksey B. MD

Affiliations: Russia 194100, St-Petersburg, Litovskaya str., 2, St-Petersburg State Pediatric Medical University, Chief of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of children with cardiac surgical pathology clinic of St-Petersburg State Pediatric Medical University. Phone: (812) 416-53-99; E-mail: naumov99@gmail.com

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

Поступила в редакцию: 01.10.2016 г.

Принята в печать: 31.03.2017 г.