© В.В.Базылев, А.А.Горностаев, А.А.Щегольников, А.В.Булыгин, 2018

УДК [616.132-089.86 : 616.61-036.12]-06 : 616.61-001-036.11

Для цитирования: Базылев ВВ, Горностаев АА, Щегольников АА, Булыгин АВ. Распространенность, факторы риска и исходы острого повреждения почек в раннем послеоперационном периоде у пациентов с хронической болезнью почек после коронарного шунтирования. Нефрология 2018; 22 (4): 96–101

DOI:10.24884/1561-6274-2018-22-4-96-101

For citation: Bazylev VV, Gornostaev AA, Schegol'kov AA, Bulygin AV. Frequency risk factors and outcomes acute kidney injury in the early period in patients with chronic kidney disease after CABG surgery. Nephrology (Saint-Petersburg) 2018; 22 (4): 96–101 (In Russ.)

DOI:10.24884/1561-6274-2018-22-4-96-101

В.В. Базылев, А.А. Горностаев, А.А. Щегольников, А.В. Булыгин*

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ, ФАКТОРЫ РИСКА И ИСХОДЫ ОСТРОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ПОЧЕК В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПОЧЕК ПОСЛЕ КОРОНАРНОГО ШУНТИРОВАНИЯ

Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения России, г. Пенза, Россия

V.V. Bazylev, A.A. Gornostaev, A.A. Schegol'kov, A.V. Bulygin

FREQUENCY RISK FACTORS AND OUTCOMES ACUTE KIDNEY INJURY IN THE EARLY PERIOD IN PATIENTS WITH CHRONIC KIDNEY DISEASE AFTER CABG SURGERY

Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation, Penza, Russian Federation

РЕФЕРАТ

ЦЕЛЬ: оценить факторы риска и распространенность острого повреждения почек (ОПП) у пациентов с хронической болезнью почек (ХБП) после изолированного коронарного шунтирования (КШ) в раннем послеоперационном периоде. **ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ.** В исследование включены 830 пациентов с изолированным КШ. Все операции выполнены в 2016 году. Для оценки функции почек в предоперационном периоде рассчитывали скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI). ОПП диагностировали в соответствии с критериями Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). Пациенты стратифицированы в группы в зависимости от величины СКФ. **РЕЗУЛЬТАТЫ.** Частота развития ОПП в группе пациентов без ХБП в анамнезе после КШ составила 11,5% (n=59), в группе ОПП, осложняющего течение ХБП (ОПП-ХБП), 12,3% (n=39). При наличии в анамнезе у пациента ХБП и проведении интраоперационно инотропной/вазопрессорной терапии, используя два лекарственных препарата этой группы и более, вероятность развития ОПП возрастает в 11,16 раза (OR 11,46; 95% CI 3,47–37,83; p<0,01). При снижении гематокрита во время искусственного кровообращения (ИК) на 1% вероятность развития ОПП возрастает на 12,36% (OR 0,89; 95% CI 0,81–0,98; p=0,02). Необходимость проведения сеансов гемодиализа, длительность пребывания в отделении интенсивной терапии и длительность госпитализации между группами не различались. Развитие ОПП-ХБП достоверно увеличивает внутригоспитальную летальность (p<0,05). **ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Наличие в анамнезе ХБП увеличивает вероятность тяжелого течения ОПП, а также летальность в раннем послеоперационном периоде. Выявленные факторы риска развития ОПП являются потенциально модифицируемыми.

Ключевые слова: хроническая болезнь почек, острое повреждение почек, коронарное шунтирование, заместительная почечная терапия

ABSTRACT

AIM: To evaluate risk factors and prevalence of acute kidney injury (AKI) in patients with chronic kidney disease (CKD) in the early period after isolated coronary artery bypass graft (CABG). **PATIENTS AND METHODS:** The study included 830 patients with isolated CABG. All surgeries were performed in 2016. To evaluate kidney function in preoperative period glomerular filtration rate (GFR) was estimated by Chronic Kidney Disease Epidemiology Collaboration (CKD-EPI) formula. AKI was diagnosed according to KDIGO criteria. Patients were stratified into two groups according to estimated glomerular filtration rate (eGFR). **RESULTS:** The prevalence of AKI in patients group without CKD after CABG was 11,5% (n=59), in CKD-AKI group – 12,3% (n=39). In patients with CKD and after intraoperative inotropic/vasopressor therapy use of only 2 medicinal drugs of this group the probability of AKI development increases 11,16 times (OR 11,46; 95% CI 3,47-37,83; p<0,01). During complete bypass (CB) when haematocrit decreases on 1% AKI probability increases on 12,36% (OR 0,89; 95% CI 0,81-0,98; p=0,02). The

* Щегольников А.А. 440071, Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии Министерства здравоохранения России». Тел./факс: (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: shchegolkov@gmail.com

necessity of haemodialysis, duration of stay in intensive care unit and hospitalization duration were equal to all groups. AKI-CKD development significantly increases intrahospital mortality ($p < 0,05$). **CONCLUSIONS:** History of CKD increases probability of severe AKI and also mortality in early postoperative period. Revealed risk factors for AKI development are potentially modifiable.

Keywords: chronic kidney disease, acute kidney injury, coronary artery bypass graft, renal replacement therapy

ВВЕДЕНИЕ

Острое повреждение почек (ОПП) – одно из самых частых осложнений после кардиохирургических вмешательств [1–3]. Частота развития ОПП составляет около 30%, при этом у 5% пациентов возникает необходимость в проведении заместительной почечной терапии, как правило, – гемодиализа (ГД), составляет 1–5%, при развитии менее тяжёлых вариантов достигает 30% [1–7]. В свою очередь, ОПП служит предиктором не только ближайших, но и отдалённых неблагоприятных исходов [2]. Госпитальная летальность в случае развития ОПП достигает 10–20% у пациентов, не требующих проведения ГД, и 80% у пациентов, которым ГД проводят [1–7]. ОПП увеличивает заболеваемость, длительность пребывания в стационаре и, соответственно, затраты на лечение [8].

Факторы риска развития ОПП хорошо известны и включают возраст, мужской пол, сахарный диабет (СД), застойную сердечную недостаточность, заболевания периферических сосудов, хроническую обструктивную болезнь лёгких, хроническую болезнь почек (ХБП), инотропную и вазопрессорную терапию, продолжительность искусственного кровообращения (ИК), время ишемии миокарда, тип операции и др. [1–7]. Пациенты с ХБП особенно подвержены развитию ОПП, которое, в свою очередь, является фактором, ускоряющим прогрессирование имеющейся ХБП [4]. Риск развития ОПП у пациентов с ХБП увеличивается пропорционально стадии ХБП. Число случаев ОПП у пациентов с ХБП в 10 раз выше по сравнению с пациентами с сохранной функцией почек [10]. Остаётся неясным вопрос, каким образом ОПП, осложняющее течение послеоперационного периода у пациентов с ХБП (ОПП–ХБП), влияет на заболеваемость и летальность. Известные на данный момент времени результаты исследований противоречивы [10–13].

Цель исследования: оценить частоту развития ОПП–ХБП, факторы риска, исходы ближайшего послеоперационного периода (летальность, длительность пребывания в отделении интенсивной терапии/стационаре, применение процедуры ГД).

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективное исследование включили

пациентов после операции изолированного коронарного шунтирования (КШ). Операции выполняли в условиях ИК. Исключены пациенты, которым операцию выполняли по экстренным показаниям, и пациенты с первичной патологией мочевыделительной системы.

Для оценки функции почек в предоперационном периоде рассчитывали скорость клубочковой фильтрации (СКФ) по формуле СКД-EPI. В зависимости от уровня СКФ пациенты стратифицированы на две группы: с сохранной функцией почек при СКФ более 60 мл/мин/1,73 м² (ХБП–) и с ХБП при СКФ менее 60 мл/мин/1,73 м² (ХБП+) в соответствии с рекомендациями KDIGO [14].

ОПП диагностировали на основании критериев KDIGO. Решение о начале ГД принимали после всестороннего анализа клинической ситуации в целом [1, 2, 4].

При КШ с ИК проводилась комбинированная анестезия (внутривенная и ингаляционная) согласно протоколу. Индукция начиналась с введения фентанила, пропофола и рокурония бромида для выполнения интубации. Анестезия поддерживалась фентанилом до общей дозы 20–25 мкг/кг и севофлюраном 1,5–2,5%об, во время ИК седацию поддерживали ингаляцией севофлорана в контур оксигенатора 1,5–2,5 об% (МАК 1,3–1,7). Искусственную вентиляцию лёгких (ИВЛ) проводили в режиме управления по объёму кислородно-воздушной смесью. ИК проводилось на фоне тотальной гепаринизации на роликовых насосах с коэффициентом перфузии 2,8–3 л/м²/мин в нормотермическом режиме (температура венозной крови 36,6–36,7 °С). Перфузионное давление поддерживалось на уровне 55–70 мм рт. ст. Использовались покрытые гепарином магистраль и оксигенаторы.

После завершения операции все пациенты транспортировались в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где ведение пациентов осуществлялось в соответствии со стандартными протоколами.

Мониторинг в ОРИТ включал: инвазивный контроль артериального давления (иАД), центрального венозного давления (ЦВД), газового и электролитного состава артериальной и венозной крови, мониторинг общего и биохимического ана-

Таблица 1 / Table 1

Частота ОПП после КШ в сравниваемых группах (n (%))**The frequency of AKI after coronary artery bypass graft in the compared groups, n (%)**

Стадия ОПП	ХБП —, n=513	ХБП +, n=317	p
I	56 (10,9)	28 (8,8)	0,33
II	3 (0,6)	9 (2,8)	0,01
III	0 (0)	2 (0,6)	0,28
ОПП всего	59 (11,5)	39 (12,3)	0,79

Примечание. ОПП – острое повреждение почек; КШ – коронарное шунтирование; ХБП – хроническая болезнь почек.

лиза крови с учётом уровня креатинина. Проводили почасовой контроль диуреза.

Через 48 ч пациентов переводили в хирургическое отделение, где уровень креатинина контролировали один раз в сутки при настороженности относительно возможного прогрессирования ОПП. Проводили контроль суточного диуреза. При неосложненном течении послеоперационного периода контроль биохимического анализа крови осуществляли на 5-е сутки и/или перед выпиской пациента из стационара.

Все клинические и лабораторные данные о пациентах взяты из электронной истории болезни («Медиадиалог 7.10 В0119»). Статистический анализ полученных результатов осуществляли с помощью программы «SPSS Statistics 21.0» («SPSS Inc IBM Company», США). Результаты представлены как численность группы (n), доля от группы (%), достигнутый уровень значимости (p), отношение шансов (OR), 95% интервал отношения шансов [OR (95%CI)]. Выполнена проверка всех количественных переменных на тип распределения с помощью критерия Колмогорова–Смирнова, графически – с помощью квантильных диаграмм, а также показателей асимметрии и эксцесса. Результаты представлены как медиана (Me) и квартили (P₂₅ и P₇₅). Полученные данные с асимметричным распределением сравнивали с помощью межгруппового непараметрического критерия Манна–Уитни.

Качественные данные сравнивали с помощью межгруппового критерия χ^2 Пирсона. Риски оценивали при проведении пошагового многофакторного логистического регрессионного анализа. Последний был использован с целью подбора множества независимых предикторов, включенных в статистическую модель, оказывающих влияние на зависимую переменную (вероятность возникновения ОПП в послеоперационном периоде). Нулевую статистическую гипотезу об отсутствии различий и связей отвергали при p<0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Частота ОПП в группах «ХБП—» и «ХБП +» после КШ составила 11,5 (n=59) и 12,3% (n=39) соответственно, p>0,1 (табл. 1).

В группе больных «ХБП+» преобладали женщины, средний возраст пациентов, а также индекс массы тела (ИМТ) были достоверно выше, чаще, выявляли СД, был ниже предоперационный уровень гематокрита, отмечали более высокий риск неблагоприятного исхода коронарного шунтирования по шкале Euroscore II (1,68% против 2,24%; p<0,01), во время ИК выявлена более выраженная гемодилюция, чаще проводилась гемотрансфузия, чем в чем у пациентов в группе «ХБП—» (табл. 2).

В послеоперационном периоде в группе «ХБП+» была выше продолжительность ИВЛ. Частота проведения ГД, длительность пребывания в ОРИТ/стационаре статистически не отличались между группами (p>0,05) (табл. 3).

Выявлены следующие интраоперационные факторы риска развития ОПП у пациентов с исходной ХБП: применение инотропной/вазопрессорной терапии (OR 11,46; 95% CI 3,47–37,83; p<0,01), снижение Ht во время ИК на 1% увеличивает риск развития ОПП на 12,36% (OR 0,89; 95% CI 0,81–0,98; p=0,02) (табл. 4).

Развитие ОПП–ХБП достоверно увеличивает госпитальную летальность (p<0,05) (табл. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты нашего исследования коррелируют с работами других авторов. В исследовании S.Y. Li и соавт. частота развития ОПП среди 964 пациентов после изолированного КШ была 19,8%. ОПП 1 стадии зафиксировано у 7,9% пациентов, ОПП 2 стадии у 3,5% и ОПП у 38,4%. Вероятность развития ОПП 3 стадии после КШ увеличивалась у пациентов с ХБП. Проведение ГД требовалось 7% пациентов, причём, количество проводимых процедур резко увеличивалось у пациентов с ХБП 4–5 стадии: 38 и 75% соответственно [15]. R. Lombardi и соавт. выявили, что среди 1749 пациентов после различных видов кардиохирургических вмешательств ОПП развилась в 42,5% случаев. В группе с СКФ более 60 мл/мин/1,73 м² частота ОПП составила 41,9 и 43,4%, в группе с СКФ – менее 60 мл/мин/1,73 м². Необходимость в проведении ГД была у 0,6 и 3,7% соответственно (p<0,05) [16].

Факторами риска ОПП–ХБП, как и в других исследованиях, оказались применение вазопрессорной/инотропной терапии [16,17] и уровень гематокрита во время ИК. Что касается гематокрита, то вопрос о его оптимальном уровне во

Таблица 2 / Table 2

Сравнительная характеристика предоперационных и интраоперационных показателей у пациентов [n (%), Me (ДИ)]
Comparative characteristics of preoperative and intraoperative parameters in patients, n (%), Me (CI)

Показатель	ХБП — n=513	ХБП + n=317	p
Пол мужской	445 (86,7)	222 (70)	<0,01
Возраст, лет	59 (55–64)	63 (59–67)	<0,01
ИМТ	29,01 (25,96–32,4)	29,73 (26,89–33,25)	0,02
Euroscore II, %	1,68 (1,33–2,63)	2,24 (1,52–3,55)	<0,01
СД	96 (18,7)	79 (24,9)	0,03
ФВ, %	55,29 (47,47–61,62)	56,33 (47,5–63,44)	0,2
ИЭУО, мл/м ²	35,72 (31,54–39,19)	35,15 (30,99–39,41)	0,59
Ht исходно, %	43,6 (41,4–45,8)	43,2 (40,4–45,4)	0,01
Ht мин во время ИК, %	23 (20–26)	22 (19–24)	<0,01
Длительность ИК, мин	62 (48–87)	60 (45–86)	0,12
Длительность ИМ, мин	39 (28–54)	36 (27–52)	0,15
Эр. масса	80 (15,6)	85 (26,8)	<0,01
Лас макс, ммоль/л	3 (2,2–3,9)	3 (2,2–4,1)	0,9
Кардиотоники/вазопрессоры ≥2 препарата	20 (3,9)	13 (4,1)	0,89

Примечание. Здесь и в табл. 4: ХБП – хроническая болезнь почек; ИМТ – индекс массы тела; Euroscore II – процент летальности, рассчитанный по прогностической шкале Евроскор II; СД – сахарный диабет; ФВ – фракция выброса сердца, измеренная по методу Симпсона; ИЭУО – индекс эффективного ударного объема, измеренный по методу Симпсона; Ht исходно – гематокрит, полученный в общем анализе крови при предоперационном обследовании; Ht во время ИК – гематокрит, полученный во время искусственного кровообращения, при анализе крови на газовый состав и кислотно-основное состояние; ИК – искусственное кровообращение; ИМ – ишемия миокарда; эр. масса – эритроцитная масса; Лас – максимальный уровень лактата, полученный при интраоперационном и послеоперационном анализе артериальной крови.

время ИК остаётся открытым. Безусловных доказательств положительного или отрицательного воздействия трансфузии эритроцитной массы к настоящему времени не получено. R.H. Nabib и

соавт. провели ретроспективный анализ 1760 операций, выполненных в условиях ИК. Повышение сывороточного креатинина отмечалось при уровне гематокрита во время ИК ниже 22% [18]. Парадоксально, но переливание эритроцитной массы увеличивает риск развития ОПП от 2 до 3,5 раз [19]. Стандартно цель данной процедуры определяют как гемодилюцию. Однако гемотрансфузия не только не способствует этому, но может, наоборот, ассоциироваться с увеличением вязкости крови и, соответственно, усугублять ишемию почек. По этой причине любую гемотрансфузию нужно проводить с осторожностью, с учетом данного волемического статуса в соответствии с существующими рекомендациями [20].

Таблица 3 / Table 3

Сравнительная характеристика послеоперационных показателей у пациентов [n (%), Me (ДИ)]
Comparative characteristics of postoperative parameters in patients (n (%), Me (CI))

Показатель	ХБП — (n=513)	ХБП + (n=317)	p
Койко-дни всего, сут	10 (8–13)	10 (8–13)	0,51
Койко-дни ОРИТ, сут	1 (1–2)	1 (1–2)	0,2
Длительность ИВЛ, ч	5:18 (3:55–7:05)	5:50 (4:20–7:57)	<0,01
Кр. макс, мкмоль/л	109,5 (98,2–120,2)	121 (107,2–140,4)	<0,01
ВАБК	0 (0)	2 (0,6)	0,07
ЗПТ	0 (0)	1 (0,3)	0,81
Госпитальная летальность	1 (0,2)	4 (1,3)	0,05

Примечание. ХБП – хроническая болезнь почек; ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии; ИВЛ – искусственная вентиляция легких; Кр. макс. – максимальное значение креатинина, полученное за все время стационарного лечения; ВАБК – внутриаортальная баллонная контрпульсация; ЗПТ – заместительная почечная терапия.

Таблица 4 / Table 4

Предикторы ОПП у кардиохирургических пациентов с ХБП по данным многофакторного логистического регрессионного анализа (n=317)
Predictors of AKI in cardiothoracic patients with CKD according to multivariate logistic regression analysis

Показатель	OR	OR (95% CI)	p
Кардиотоники/вазопрессоры ≥2 препарата	11,46	3,47–37,83	<0,01
Ht мин во время ИК, %	0,89	0,81–0,98	0,02

Развитие ОПП–ХБП в нашем исследовании было связано с увеличением летальности. Подобные результаты были получены V.C. Wu и соавт., которые включили в своё исследование 17 778 пациентов ОРИТ хирургического профиля. Частота развития ОПП, которое классифицировалось в соответствии с критериями RIFLE, и летальность были выше в группе пациентов с ХБП. Впрочем, когда анализ показателей летальности был ограничен только F-стадией ОПП (недостаточность), которую клинически можно считать наиболее значимой, показатели летальности были практически одинаковы: в группе ОПП–ХБП 47% и в группе ОПП 45% ($p < 0,01$) [13]. A. Weerasinghe и соавт. на примере 1427 пациентов после КШ отмечали увеличение летальности у пациентов с ХБП. Авторы разделили больных на три группы в зависимости от исходного уровня сывороточного креатинина. В группе, где он перед операцией был менее 130 ммоль/л, летальность составила 2,3%, 130–149 ммоль/л – 7,6% и при уровне креатинина более 150 ммоль/л достигала 18,5% ($p < 0,05$). Общая летальность была 3,2% ($n=45$) [21]. Также и другие исследования, выполненные у пациентов кардиохирургического профиля, демонстрировали увеличение летальности при ХБП в анамнезе [22, 23]. Однако стоит отметить, что по данным некоторых исследований при ОПП–ХБП было отмечено парадоксальное снижение летальности. S.S. Waikar и соавт. проводили эпидемиологический анализ ОПП с 1988 по 2002 год. В группе пациентов ОПП–ХБП летальность была ниже, причём, данная тенденция сохранялась на протяжении 15 лет дальнейшего наблюдения. Общий уровень летальности в группе ОПП–ХБП составил 22%, а в группе ОПП с изначально сохранной функцией почек – 30% [10]. В похожем исследовании G.J. Prescott и соавт. также обнаружили снижение летальности в группе ОПП–ХБП, как в перспективе краткосрочной (10 дней: 20 против 30% соответственно), так и долгосрочной (90 дней: 43 против 50% соответственно) [11]. В работе N. Khosla и соавт., включавшей 618 пациентов ОРИТ, также обнаружено снижение летальности в группе ОПП–ХБП: 31 и 40% соответственно. Авторы связывали снижение летальности в данной группе с тем, что пациенты с ОПП–ХБП были консультированы нефрологом на 2 дня раньше [12]. Следует отметить, что в нашем исследовании пациенты в группе «ХБП +» имели более высокий операционный риск по Euroscore II, т.е. более тяжёлое исходное состояние в предоперационном периоде,

определяющееся, в частности, наличием сопутствующих заболеваний.

К ограничениям проведенного исследования можно отнести следующие. Во-первых, оно выполнено на изолированной когорте пациентов после КШ нашего центра, и поэтому полученные результаты едва ли могут быть распространены на другие клиники. Во-вторых, оно являлось ретроспективным и, возможно, нами не были включены какие-либо факторы, имеющие влияние на особенности течения послеоперационного периода

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное исследование, выполненное на изолированной когорте пациентов нашего центра, показало, что наиболее тяжёлые формы ОПП чаще развиваются у пациентов с предшествующей ХБП. Выявленные факторы риска развития ОПП: применение инотропной/вазопрессорной терапии, уровень гематокрита во время искусственного кровообращения являются потенциально модифицируемыми. Наличие в анамнезе ХБП увеличивает летальность в ближайшем послеоперационном периоде.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов АВ, Добронравов ВА, Румянцев АШ и др. Национальные рекомендации. острое повреждение почек: основные принципы диагностики, профилактики и терапии. ЧАСТЬ I. *Нефрология* 2016;20(1):79-104. <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2016-20-1-8-15> [Smirnov AV, Dobronravov VA, Rumyantsev ASH et al. National guidelines acute kidney injury: basic principles of diagnosis, prevention and therapy. Part I. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2016;20(1):79-104. (In Russ.) <https://doi.org/10.24884/1561-6274-2016-20-1-8-15>]
2. Смирнов АВ, Добронравов ВА, Румянцев АШ и др. Национальные рекомендации. острое повреждение почек: основные принципы диагностики, профилактики и терапии. Часть II. *Нефрология*. 2016;20(2):86-100 [Smirnov AV, Dobronravov VA, Rumyantsev ASH et al. National guidelines acute kidney injury: basic principles of diagnosis, prevention and therapy. PART II. *Nephrology (Saint-Petersburg)*. 2016;20(2):86-100. (In Russ.)]
3. O'Neal JB, Shaw AD, Billings FT. Acute kidney injury following cardiac surgery: current understanding and future directions. *Critical Care* 2016; 20(1): 187
4. Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clinical Practice* 2012; 120 (4):179-184
5. Lagny Marc-Gilbert, Jouret F, Koch JN et al. Incidence and outcomes of acute kidney injury after cardiac surgery using either criteria of the RIFLE classification. *BMC nephrology* 2015;16(1): 76
6. Mariscalco G, Lorusso R, Dominici C et al. Acute kidney injury: a relevant complication after cardiac surgery. *The Annals of thoracic surgery* 2011; 92 (4): 1539-1547
7. Еременко АА, Минболатова НМ. Острое почечное повреждение у пациентов с синдромом множественной органной дисфункции в раннем периоде после кардиохирургии. *Анестезиология и реаниматология* 2014; 60 (5): 38-42. [Eremenko AA, Minbolatova NM. Acute kidney injury in patients with multiple organ dysfunction syndrome in the early period after cardiac surgery. *Anesteziology i reanimatologiya* 2014; 60 (5): 38-42. (in Russian)]

8. Chertow GM, Burdick E, Honour M et al. Acute kidney injury, mortality, length of stay, and costs in hospitalized patients. *Journal of the American Society of Nephrology* 2005; 16(11): 3365-3370
9. Yi Q, Li K, Jian Z et al. Risk factors for acute kidney injury after cardiovascular surgery: evidence from 2,157 cases and 49,777 controls—a meta-analysis. *Cardiorenal medicine* 2016; 6(3): 237-250
10. Waikar SS, Curhan GC, Wald R et al. Declining mortality in patients with acute renal failure, 1988 to 2002. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17(4): 1143–1150
11. Prescott GJ, Metcalfe W, Baharani J et al. A prospective national study of acute renal failure treated with RRT: incidence, aetiology and outcomes. *Nephrol Dial Transplant* 2007; 22(9): 2513–2519
12. Khosla N, Soroko SB, Chertow GM et al. Preexisting chronic kidney disease: a potential for improved outcomes from acute kidney injury. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology* 2009; 4(12): 1914-1919
13. Wu VC, Huang TM, Lai CF et al. Acute-on-chronic kidney injury at hospital discharge is associated with long-term dialysis and mortality. *Kidney Int* 2011; 80 (11): 1222–1230
14. KDIGO 2012 clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease. *Kidney Int Suppl* 2013 Jan; 3(1): 1-150
15. Li SY, Chen JY, Yang WC et al. Acute kidney injury network classification predicts in-hospital and long-term mortality in patients undergoing elective coronary artery bypass grafting surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 2011; 39(3): 323-328
16. Lombardi R, Ferreira A. Risk factors profile for acute kidney injury after cardiac surgery is different according to the level of baseline renal function. *Renal failure* 2008; 30(2): 155-160
17. Cartin-Ceba R, Kashiouris M, Platakis M et al. Risk factors for development of acute kidney injury in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Critical care research and practice* 2012
18. Habib RH, Zacharias A, Schwann TA et al. Adverse effects of low hematocrit during cardiopulmonary bypass in the adult: should current practice be changed? *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 125(6): 1438-1450
19. Murphy GS, Hessel EA et al. Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence-based approach. *Anesthesia & Analgesia* 2009; 108(5): 1394-1417
20. Ferraris VA, Ferraris SP, Saha SP et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery: the Society of Thoracic Surgeons and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists clinical practice guideline. *The Annals of thoracic surgery* 2007; 83(5): S27-S86
21. Weerasinghe A, Hornick P, Smith P et al. Coronary artery bypass grafting in non-dialysis-dependent mild-to-moderate renal dysfunction. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2001; 121(6): 1083-1089
22. Zakeri R, Freemantle N, Barnett V et al. Relation between mild renal dysfunction and outcomes after coronary artery bypass grafting. *Circulation* 2005; 112(9): 1-270
23. Litmathe J, Kurt M, Feindt P et al. The impact of pre- and postoperative renal dysfunction on outcome of patients undergoing coronary artery bypass grafting (CABG). *The Thoracic and cardiovascular surgeon* 2009; 57(08): 460-463

Сведения об авторах:

Проф. Базылев Владлен Владленович, д-р мед. наук 440071, Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии министерства здравоохранения России», главный врач. Тел./факс: (8412)41-23-11, (8412)41-23-77. E-mail: cardio-penza@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

Prof. Vladlen V. Bazylev MD, DMedSci

Affiliation: 440071 Russian Federation Penza, Stasova St. 6, Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation, Chief Medical Officer. Phone /fax (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: cardio-penza@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6089-9722>

Горностаев Александр Александрович

440071, Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии министерства здравоохранения России», заведующий отделением анестезиологии и реанимации № 2. Тел./факс: (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: aagornostaev@yandex.ru, Моб. +7 927 375-05-69, <http://orcid.org/0000-0002-4477-0037>

Aleksander A. Gornostaev, MD

Affiliation: 440071 Russian Federation Penza, Stasova St. 6, Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation (Penza), Chief of Anesthesiology and Intensive Care Unit №2, Phone /fax (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: aagornostaev@yandex.ru, Моб. +7 927 375-05-69, <http://orcid.org/0000-0002-4477-0037>

Щегольков Алексей Александрович

440071, Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии министерства здравоохранения России», врач отделения анестезиологии и реанимации № 2. Тел./факс: (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: shchegolkov@gmail.com, Моб. +7 927 388-93-55, <http://orcid.org/0000-0001-7463-7731>

Aleksey A. Schegolkov, MD

Affiliation: 440071 Russian Federation, Penza, Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation, Stasova St. 6, Critical care physician of Anesthesiology and Intensive Care Unit №2. Phone /fax (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: shchegolkov@gmail.com, Моб. +7 927 388-93-55, <http://orcid.org/0000-0001-7463-7731>

Булыгин Алексей Владимирович

440071, Россия, Пензенская область, г. Пенза, ул. Стасова, д. 6. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии министерства здравоохранения России», врач отделения анестезиологии и реанимации № 2. Тел./факс: (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: anesthar@gmail.com, Моб. +7 927 378-68-09, <http://orcid.org/0000-0002-8360-2722>

Aleksey V. Bulygin

Affiliation: 440071 Russian Federation, Penza, Federal Center for Cardiovascular Surgery, Ministry of Health Care of Russian Federation, Stasova St. 6, Critical care physician of Anesthesiology and Intensive Care Unit №2. Phone /fax (8412)41-23-11, (8412)41-23-77, E-mail: anesthar@gmail.com, Моб. +7 927 378-68-09, <http://orcid.org/0000-0002-8360-2722>

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию: 19.12.2017

Принята в печать: 22.05.2018

Article received: 19.12.2017

Accepted for publication: 22.05.2018