

# Факторы риска и исходы острого почечного повреждения в раннем периоде после кардиохирургических операций

Базылев В. В., Горностаев А. А., Щегольков А. А., Булыгин А. В.

ФГБУ «Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии» Минздрава России. Пенза, Россия

**Цель.** Определить частоту развития острого почечного повреждения (ОПП), в т.ч. потребность в заместительной почечной терапии (ЗПТ), выявить факторы риска, оценить исходы ОПП.

**Материал и методы.** В исследование включены 2958 пациентов после различных видов кардиохирургических операций. Стадия ОПП и показания к ЗПТ выставлялись на основании критериев Kidney Disease: Improving Global Outcomes.

**Результаты.** Частота развития ОПП в общей группе составила 14%. ОПП 1 стадии диагностирована у 10,2% (n=303) пациентов, ОПП 2 стадии у 3% (n=88), ОПП 3 стадии 0,8% (n=23) пациентов. ЗПТ проводилась у 1,3% (n=38) пациентов. Частота развития ОПП после изолированного коронарного шунтирования (КШ) составила 9,5% (n=35), изолированного протезирования клапанов (ПрК) и/или пластики клапанов (ПлК) 19,8% (n=35), КШ+ПрК/ПлК 33% (n=84), комбинированные операции 19,5% (n=107). Потребность в ЗПТ после КШ — 0,3% (n=6), после ПрК/ПлК —

0,56% (n=1), после КШ+ПрК/ПлК — 5,5% (n=14), после комбинированных операций — 3% (n=17).

**Заключение.** Факторы риска ОПП: возраст, индекс массы тела, индекс объема левого предсердия, тип операции, синдром малого сердечного выброса, фибрилляция предсердий в раннем послеоперационном периоде, инотропная и вазопрессорная терапия, лактат-ацидоз. Развитие ОПП увеличивает сроки госпитализации и летальность.

**Ключевые слова:** острое почечное повреждение, факторы риска, заместительная почечная терапия.

Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2018; 17(1): 76–80  
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2018-1-76-80>

Поступила 11/08-2017

Принята к публикации 13/12-2017

## Risk factors and outcomes of acute kidney injury in early period post cardiosurgery

Bazylev V. V., Gornostaev A. A., Shchegolkov A. A., Bulygin A. V.

Federal Center of Cardiosurgery of the Ministry of Health. Penza, Russia

**Aim.** To assess the rate of acute kidney injury (AKI) development, incl. the necessity of renal replacement therapy (RRT), to evaluate the risk factors and outcomes of AKI.

**Material and methods.** In the study, 2958 patients included, after a variety of cardiosurgical operations. The stage of AKI and indications for RRT were set based on the criteria of Kidney Disease: Improving Global Outcomes.

**Results.** The rate of AKI development in general was 14%. AKI 1 stage was diagnosed in 10,2% (n=303), stage 2 in 3% (n=88) and stage 3 in 0,8% (n=23). RRT was implemented in 1,3% (n=38) of patients. The rate of AKI development post single coronary bypass (CBG) was 9,5% (n=35), single valve replacement (VR) and/or valve plastics (VP) — 19,8% (n=35), CBG+VR+VP — 33% (n=84), combination operations —

19,5% (n=107). Necessity of RRT post CBG — 0,3% (n=6), post VP/VR — 0,56% (n=1), post CBG+VR/VP — 5,5% (n=14), post combination surgeries — 3% (n=17).

**Conclusion.** The risk factors for AKI: age, body mass index, left atrium volume index, surgery type, the syndrome of low cardiac output, atrial fibrillation in early post operation period, inotropic and vasopressory support, lactat-acidosis. Development of AKI does prolong hospitalization time and increase mortality.

**Key words:** acute kidney injury, risk factors, renal replacement.

Cardiovascular Therapy and Prevention, 2018; 17(1): 76–80  
<http://dx.doi.org/10.15829/1728-8800-2018-1-76-80>

БАБК — внутриаортальная баллонная контрпульсация/ внутриаортальный баллонный контрпульсатор, ДИ — доверительный интервал, ЗПТ — заместительная почечная терапия, ИК — искусственное кровообращение, ИМТ — индекс массы тела, КШ — коронарное шунтирование, ЛП — левое предсердие, ОПП — острое почечное повреждение, ОПИТ — отделение реанимации и интенсивной терапии, ОШ — отношение шансов, ПлК — пластика клапана, ПрК — протезирование клапана, ФП — фибрилляция предсердий, KDIGO — Kidney Disease: Improving Global Outcomes.

## Введение

Острое почечное повреждение (ОПП) одно из распространенных осложнений после кардиохирургических операций, позволяющее уверенно прогнозировать результаты лечения [1]. Это клинический синдром, характеризующийся резким снижением функции почек в течение нескольких часов или

сут. В соответствии с критериями KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcomes) диагностика ОПП и определение степени тяжести этих повреждений основаны на изменениях уровня сывороточного креатинина и объема выделенной мочи. Прогрессирование степени тяжести ОПП увеличивает риск послеоперационных осложнений, летального исхода

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

Тел.: +7 (927) 375-05-69

e-mail: aagornostaev@yandex.ru

[Базылев В. В. — д.м.н., профессор, главный врач, Горностаев А.А.\* — зав. отделением анестезиологии и реанимации № 2, Щегольков А.А. — врач анестезиолог-реаниматолог отделения, Булыгин А. В. — врач анестезиолог-реаниматолог отделения].

или потребности в заместительной почечной терапии (ЗПТ) [2]. В зависимости от типа выполняемой операции частота развития ОПП колеблется от 3% до 30% [1, 3-5]. В ЗПТ нуждается от 1% до 5% пациентов с ОПП [4]. Несмотря на улучшение качества лечения этого заболевания в отделениях интенсивной терапии, уровень смертности за последние три десятилетия существенно не изменился и достигает 40-80% [5]. Поэтому проблема оценки риска развития и исходов ОПП остается актуальной.

Цель исследования — оценить частоту развития ОПП у больных кардиохирургического профиля, в т.ч. потребность в ЗПТ, выявить факторы риска, оценить исходы ОПП.

## Материал и методы

В ретроспективное исследование включили 2958 пациентов (2427 мужчин и 531 женщина) в возрасте 46-73 лет (Me=60 лет, P<sub>25</sub>=55 лет, P<sub>75</sub>=65 лет), перенесших изолированное коронарное шунтирование (КШ), изолированное протезирование клапана (ПрК) и/или пластику клапанов (ПлК), КШ с ПрК и/или ПлК, комбинированные операции (КШ+ПрК+ПлК+реконструкция левого желудочка Dog-Manhattan stitch) с января 2013г по июнь 2015г [6]. Операции выполнялись в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии (Пенза) с использованием искусственного кровообращения (ИК) и без ИК (преимущественно, КШ). Из исследования были исключены пациенты, которым операцию выполняли по экстренным показаниям, с первичными болезнями почек (хронический гломерулонефрит и пиелонефрит, мочекаменная болезнь, врожденные аномалии почек, урологическая патология больных с хронической почечной недостаточностью, находящихся на программном гемодиализе до операции), а также пациенты с неполной информацией из истории болезни.

Пациенты разделены на две группы. В группу без ОПП (ОПП-) включены все, перенесшие оперативное вмешательство на открытом сердце, у которых в раннем послеоперационном периоде не отмечались нарушения функции почек. Группу (ОПП+) составили пациенты с развившемся в той или иной степени ОПП в послеоперационном периоде.

ОПП диагностировали на основании критериев KDIGO. Решение о начале ЗПТ принималось не только на основании показателей мочевины и креатинина плазмы крови, но, в большей мере, на оценке динамики лабораторных результатов и на основании всестороннего анализа клинической ситуации в целом [2].

Все пациенты получали стандартное анестезиологическое пособие согласно принятому в клинике протоколу. ИК проводили на фоне тотальной гепаринизации, на роликовых насосах с коэффициентом перфузии 2,8-3 л/м<sup>2</sup>/мин, в нормотермическом режиме (температура венозной крови 36,6-36,7° С). Артериальное давление поддерживалось на уровне 55-70 мм рт.ст. Использовались покрытые гепарином магистраль и оксигенаторы.

После завершения операции всех пациентов транспортировали в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), где пациентов вели в соответствии со стандартными протоколами.

Мониторинг в ОРИТ включал: инвазивное артериальное давление, центральное венозное давление, газовый и электролитный составы артериальной и венозной крови, мониторинг общего и биохимического анализа крови с учетом уровня креатинина минимум 1 раз/сут. Проводился почасовой контроль диуреза.

Через 48 ч пациентов переводили в хирургическое отделение, где уровень креатинина контролировали 1 раз/сут. при относительной возможности прогрессирования ОПП. Диурез учитывался за 24 ч. При гладком течении послеоперационного периода забор крови для биохимического анализа осуществлялся на 5 сут. и/или перед выпиской пациента из стационара.

Все клинические и лабораторные данные о пациентах взяты из электронной истории болезни (“Медиалог 7.10 B0119”).

Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы IBM® SPSS® Statistics Version 21 (21.0.0.0). 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 (P<sub>25</sub> и P<sub>75</sub>). Полученные данные с ассиметричным распределением сравнивались с помощью межгруппового непараметрического критерия — Манна-Уитни. Результаты представлены как абсолютное значение критерия (U), стандартизованная статистика критерия (Z), достигнутый уровень значимости (p).

Качественные результаты сравнивали с помощью межгруппового критерия  $\chi^2$  Пирсона. Риски оценивали с использованием пошагового многофакторного логистического регрессионного анализа. Последний был использован с целью подбора множества независимых предикторов, включенных в статистическую модель, оказывающего влияние на зависимую переменную (вероятность возникновения ОПП в послеоперационном периоде). Критический уровень значимости принят за  $\leq 0,05$ . В зависимости от статистической значимости и клинической важности выявленным факторам риска дана балльная оценка. Результаты представлены как численность группы (n), доля от группы (%), абсолютное значение критерия  $\chi^2$  Пирсона, достигнутый уровень значимости (p), отношение шансов (ОШ), 95% доверительный интервал (95% ДИ).

## Результаты

Частота развития ОПП в общей группе (n=2958) составила 14% (n=414).

ОПП 1 стадии диагностирована у 10,2% (n=303) пациентов, ОПП 2 стадии у 3% (n=88), ОПП 3 стадии 0,8% (n=23) пациентов. ЗПТ проводили у 1,3% (n=38) пациентов (таблица 1).

Частота развития ОПП после КШ составила 9,5% (n=188), после изолированных ПрК/ПлК — 19,8% (n=35), КШ+ПрК/ПлК — 33% (n=84), комбинированных операций — 19,5% (n=107). Потребность в ЗПТ после КШ — у 0,3% (n=6), после ПрК/ПлК — у 0,56% (n=1), после КШ+ПрК/ПлК — у 5,5% (n=14), после комбинированных операций — у 3% (n=17) пациентов (таблица 1).

Таблица 1

Сравнение показателей функции почек в ближайшем послеоперационном периоде у пациентов с ОПП+ (n=2958)

Тип операции	n, (%)	ОПП I	ОПП II	ОПП III	ЗПТ
Шунты	1977 (66,8%)	151 (7,6%)	33 (1,7%)	4 (0,2%)	6 (0,3%)
Клапаны	177 (6%)	20 (11%)	11 (6,2%)	4 (2,25%)	1 (0,56%)
Шунты + Клапаны	254 (8,6%)	61 (24%)	17 (6,7%)	6 (2,36%)	14 (5,5%)
Комбинированные	550 (18,6%)	71 (12,9%)	27 (4,9%)	9 (1,63%)	17 (3%)
Всего	2958 (100%)	303 (10,2%)	88 (3%)	23 (0,8%)	38 (1,3%)

Таблица 2

Сравнительная характеристика качественных показателей у пациентов (n=2958)

Показатель	ОПП- (n=2544)		ОПП+ (n=414)		$\chi^2$	p	ОШ	95% ДИ	
	n	%	n	%					
Предоперационные									
Пол, Ж	431	16,9	100	24,2	12,58	<0,01	1,56	1,22-2	
Курение	1551	61	221	53,4	8,52	<0,01	0,73	0,6-0,9	
ИЗСД	81	3,2	16	3,9	0,52	0,47	1,22	0,71-2,11	
ФП в анамнезе	158	6,2	53	12,8	23,35	<0,01	2,22	1,59-3,09	
СН II ФК и выше	2311	90,8	386	93,2	2,54	0,11	1,39	0,93-2,09	
ХОБЛ в анамнезе	210	8,3	41	9,9	1,25	0,26	1,22	0,86-1,74	
ХПН в анамнезе	59	2,3	15	3,6	2,48	0,12	1,58	0,89-2,82	
Гипертоническая болезнь	2181	85,7	365	88,2	1,76	0,19	1,24	0,9-1,7	
Ожирение, ИМТ >29 кг/м <sup>2</sup>	727	28,6	142	34,3	5,62	0,02	1,3	1,05-1,63	
Стеноз ЛКА >70%	641	25,2	113	27,3	0,83	0,36	1,12	0,88-1,41	
Интраоперационные									
Тип операции	Только шунты	1789	70,3	188	45,3	128,36	<0,01	1,24	1,13-1,36
	Только клапаны	142	5,6	35	8,5				
	Шунты и клапаны	170	6,7	84	20,3				
	Комбинированные операции	443	17,4	107	25,8				
Наличие ИК	2420	95,1	400	96,6	1,78	0,18	1,46	0,83-2,57	
Hb ≤60 г/л	1546	60,8	229	55,3	4,42	0,04	0,8	0,65-0,99	
Послеоперационные									
Лактацидоз	131	5,1	68	16,4	72,14	<0,01	3,6	2,65-4,96	
Синдром малого сердечного выброса (ВАБК) в раннем п/о периоде	26	1	28	6,8	65,49	<0,01	7,03	4,08-12,11	
Инотропная/вазопрессорная поддержка	114	4,5	45	10,9	28,57	<0,01	2,6	1,81-3,73	
Индекс оксигенации ≤300 мм рт.ст.	401	16,5	84	21,3	5,49	0,02	1,37	1,05-1,78	
ФП	449	17,6	174	42	127,29	<0,01	3,38	2,71-4,22	
Госпитальная летальность	12	0,5	24	5,8	84	<0,01	12,99	6,44-26,17	

Примечание: ИЗСД — инсулин зависимый сахарный диабет, СН — сердечная недостаточность, ФК — функциональный класс, ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, ХПН — хроническая почечная недостаточность, ЛКА — левая коронарная артерия, Hb — гемоглобин.

Общая характеристика пациентов по группам представлена в таблицах 2 и 3.

Выполнен однофакторный логистический регрессионный анализ предполагаемых предикторов ОПП в виде качественных (таблица 2) и количественных (таблица 3) показателей. Результаты, полученные с помощью многофакторного логистического регрессионного анализа, представлены в таблице 4.

Факторы риска развития ОПП: Возраст, индекс массы тела (ИМТ), индекс объема левого предсердия (ЛП), тип операции, синдром малого сердечного выброса, установка внутриаортального баллонного контрпульсатора (ВАБК), фибрилляции предсердий (ФП) в раннем послеоперационном периоде, инотропная и вазопрессорная терапия в периоперационном периоде, лактацидоз.

Таблица 3

Сравнительная характеристика количественных показателей у пациентов (n=2958)

Показатель	ОПП- (n=2544)			ОПП+ (n=414)			U	Z	p
	Me	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>	Me	P <sub>25</sub>	P <sub>75</sub>			
Предоперационные									
Возраст, лет	59	54	64	61	56	66	617765,5	5,66	<0,01
ИМТ	28,73	26,2	31,9	29,76	26,72	32,64	575788,5	3,05	<0,01
ФВ, %	53	44	61	50	37	60	463018,5	-3,95	<0,01
КДО, мл	135	115	157	140,9	117	170	584899,5	3,62	<0,01
Индекс объема ЛП, мл/м <sup>2</sup>	36	29	44	42	32	55	659093,5	8,22	<0,01
Нб, г/л	145	136	154	142	131	151	462084	-4,01	<0,01
Послеоперационные									
Койко-дни всего, сут.	11	8	14	13	9	17	629030	6,38	<0,01
Койко-дни ОРИТ, сут.	1	1	2	2	1	4	681851	10,62	<0,01

Примечание: ФВ — фракция выброса сердца, измеренная по методу Симпсона, КДО — конечный диастолический объем, Нб — гемоглобин.

Таблица 4

Предикторы ОПП у кардиохирургических пациентов по данным многофакторного логистического регрессионного анализа (n=2958)

Показатель	p	ОШ	95% ДИ
Возраст, лет	<0,01	1,04	1,02-1,06
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	<0,01	1,05	1,02-1,07
Индекс объема ЛП, мл/м <sup>2</sup>	<0,01	1,01	1,01-1,02
Тип операции	Только шунты	<0,01	1,21
	Только клапаны		
	Шунты и клапаны		
	Комбинированные операции		
Синдром малого сердечного выброса (установка ВАБК) в раннем послеоперационном периоде	<0,01	2,71	1,45-5,09
ФП в раннем послеоперационном периоде	<0,01	2,22	1,75-2,82
Инотропная и вазопрессорная терапия	0,03	1,58	1,05-2,38
Лактацидоз в раннем послеоперационном периоде	<0,01	2,14	1,49-3,09

Увеличение возраста пациента на один год увеличивает шанс возникновения ОПП на 4% (ОШ 1,04; 95% ДИ 1,02-1,06; p<0,01). Увеличение ИМТ на 1 кг/м<sup>2</sup> приводит к увеличению возможности появления ОПП на 5% (ОШ 1,05; 95% ДИ 1,02-1,07; p<0,01). Увеличение индекса объема ЛП на 1 мл/м<sup>2</sup>, увеличивает возникновение ОПП на 1% (ОШ 1,01; 95% ДИ 1,01-1,02; p<0,01). В зависимости от вида выполняемого кардиохирургического вмешательства риск развития ОПП увеличивается на 21% (ОШ 1,21; 95% ДИ 1,11-1,33; p<0,01). Синдром малого сердечного выброса (с использованием ВАБК) приводит к увеличению риска развития ОПП в 2,71 раза (ОШ 2,74; 95% ДИ 1,45-5,09; p<0,01). ФП в раннем послеоперационном периоде увеличивает количество ОПП в 2,22 раза (ОШ 2,22; 95% ДИ 1,75-2,82; p<0,01). Потребность в проведении инотропной и вазопрессорной терапии приводит к увеличению случаев развития ОПП на 58% (ОШ 1,58; 95% ДИ 1,05-2,38; p=0,03). При лактацидозе увеличивается риск возникновения ОПП в 2,14 раза (ОШ 2,14; 95% ДИ 1,49-3,09; p<0,01).

Койко-день в ОРИТ (2 vs 1 сут.) и койко-день в стационаре (13 vs 11 сут.) достоверно больше в группе ОПП+ (p<0,01). Госпитальная летальность в группе ОПП+ была выше — 5,8% vs 0,5% (p<0,01).

### Обсуждение

Частота развития ОПП составила 14% среди пациентов с различными типами кардиохирургических операций, что коррелирует с исследованиями других авторов. Известно, что частота ОПП зависит от вида, выполняемой операции. Для изолированного КШ характерна самая низкая частота ОПП — 2-5%. При операциях на клапанах сердца или многокомпонентных вмешательствах, в т.ч. операций на аорте, достигает 50% [1-4]. ЗПТ проводили 1,3% пациентов, таким образом, общий уровень проведенных процедур, в целом, совпадает с результатами зарубежных исследований. Сравнивая количество процедур ЗПТ, в зависимости от типа кардиохирургических вмешательств, обнаружено, что в Федеральном центре сердечно-сосудистой хирургии (г. Пенза) частота ЗПТ после КШ составила

0,3%. Это значительно меньше, чем в исследованиях ряда авторов. В работе [7] общее количество ЗПТ составила 1,4%. После КШ ЗПТ проводилась у 1,1% пациентов, после КШ + ПрК достигала 5%. В исследовании [8] ЗПТ проводили в 1,7% случаев, после КШ — 1%, после операций изолированного протезирования клапанов — 1,59% и 3,39% после КШ и ПрК.

Факторами риска развития ОПП, как и в других работах, стали возраст пациента [3, 7-12], ИМТ [3, 13, 14], сложные или комбинированные кардиохирургические операции [3, 8, 10], применение ВАБК [8, 10-12], назначение инотропной и вазопрессорной терапии [12], ФП [15], лактатацидоз [16]. Индекс объема ЛП, также стал фактором риска развития ОПП. При обзоре отечественных и иностранных источников литературы не выявлено подобной закономерности. По всей видимости, этот показатель отражает степень дегенеративных изменений в миокарде, таким образом, подразумеваемая выполнение более сложной операции. Индекс объема ЛП также является предиктором развития послеоперационных осложнений, таких как ФП.

Развитие ОПП в представленном исследовании было связано с увеличением продолжительности пребывания в ОРИТ, в стационаре. ОПП увеличивает летальность в ближайшем послеопера-

ционном периоде. У пациентов ОПП- она составила 0,5%, а у пациентов ОПП+ — 5,8%. В исследовании [13], летальность после КШ в группе ОПП+ составила 35,3%. Для сравнения, летальность в группе без ОПП была 0,9%. Летальность в группе, в которой осуществляли ЗПТ, достигала 48%. При анализе летальности, в зависимости от продолжительности течения ОПП (за восстановление почечной функции принималась нормализация уровня креатинина до исходного уровня). Минимальный уровень летальности составил 2,3%, где функция почек восстанавливалась в течение 1-2 сут. В группе, где ОПП продолжалось >7 сут., летальность достигала 15,5% [17].

## Заключение

Частота развития ОПП после кардиохирургических операций составила 14%. Необходимость в проведении ЗПТ возникала в 1,3% случаев.

Факторы риска ОПП: возраст, ИМТ, индекс объема ЛП, тип операции, синдром малого сердечного выброса, установка ВАБК, ФП в раннем послеоперационном периоде, инотропная и вазопрессорная терапия, лактатацидоз.

Развитие ОПП достоверно увеличивает длительность нахождения в стационаре и госпитальную летальность.

## Литература

- O'Neal JB, Shaw AD, Billings FT. Acute kidney injury following cardiac surgery: current understanding and future directions. *Critical Care* 2016; 20(1): 187. DOI: 10.1186/s13054-016-1352-z.
- Khwaja A. KDIGO clinical practice guidelines for acute kidney injury. *Nephron Clinical Practice* 2012; 120 (4):179-84. DOI: 10.1159/000339789.
- Lagny M-G, Joutet 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. DOI: 10.1186/s12882-015-0066-9.
- Mariscalco G, Lorusso R, Dominici C, et al. Acute kidney injury: a relevant complication after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2011; 92(4): 1539-47. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2011.04.123.
- Eremenko AA, Minbolatova NM. Acute kidney injury in patients with multiple organ dysfunction syndrome in the early period after cardiac surgery. *Anesteziologija i reanimatologija* 2014; 60(5): 38-42. (in Russ.) Еременко А.А., Минболатова Н.М. Острое повреждение почек у больных с синдромом полиорганной недостаточности в раннем периоде после кардиохирургических операций. *Анестезиология и реаниматология* 2015; 60(5): 38-42.
- Vazylev VV, Rosseykin EV, Kobzev EE. The immediate results of surgical reconstruction of the left ventricle and the simultaneous correction of moderate ischemic mitral regurgitation: does the simultaneous approach is justified? *The Russian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2015; (6):33-9. (in Russ.) Базылев В.В., Россейкин Е.В., Кобзев Е.Е. Непосредственные результаты хирургической реконструкции левого желудочка и одномоментной коррекции умеренной ишемической митральной недостаточности: оправдан ли сочетанный подход? *Грудная и сердечно-сосудистая хирургия* 2015; (6): 33-9.
- Mehta RH, Grab JD, O'Brien SM, et al. Bedside tool for predicting the risk of postoperative dialysis in patients undergoing cardiac surgery. *Circulation* 2006; 114(21): 2208-16. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.635573.
- Thakar CV, Arrigain S, Worley S, et al. A clinical score to predict acute renal failure after cardiac surgery. *J Am Soc Nephrol* 2005; 16(1): 162-8. DOI: 10.1681/ASN.2004040331.
- Englberger L, Suri RM, Connolly HM, et al. Increased risk of acute kidney injury in patients undergoing tricuspid valve surgery. *European Journal of cardio-thoracic Surgery* 2013; 43(5): 993-9. DOI: 10.1093/ejcts/ezs515.
- Palomba H, de Castro I, Neto, et al. Acute kidney injury prediction following elective cardiac surgery: AKICS Score. *Kidney international* 2007; 72(5): 624-31. DOI: 10.1038/sj.ki.5002419.
- Landoni G, Bove T, Crivellari M, et al. Acute renal failure after isolated CABG surgery: six years of experience. *Minerva anesthesiologica* 2007; 73(11): 559-65.
- Aronson S, Fontes ML, Miao Y, et al. Risk index for perioperative renal dysfunction/failure. *Circulation* 2007; 115 (6): 733-42. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.623538.
- Danziger J, Chen KP, Lee J, et al. Obesity, acute kidney injury, and mortality in critical illness. *Critical care medicine* 2016; 44(2): 328-34. DOI: 10.1097/CCM.0000000000001398.
- Kolesnikov SV, Borisov AS. Acute kidney injury: new aspects of the well-known problem. *Circulation Pathology and Cardiac Surgery* 2013; 17(4): 69-73. (in Russ.) Колесников С.В., Борисов А.С. Острое почечное повреждение: новые аспекты известной проблемы. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2013; 17(4):69-73. DOI: 10.21688/1681-3472-2013-4-69-73.
- Rahmanian PB, Kwicien G, Langebartels G, et al. Logistic risk model predicting postoperative renal failure requiring dialysis in cardiac surgery patients. *Eur J Cardio-Thorac Surg* 2011; 40(3): 701-9. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.12.051.
- Maillet JM, Le Besnerais P, Cantoni M, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *CHEST J* 2003; 123(5): 1361-6 DOI: 10.1378/chest.123.5.1361.
- Brown JR, Kramer RS, Coca SG, et al. Duration of acute kidney injury impacts long-term survival after cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2010; 90(4): 1142-8. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2010.04.039.