

Оценка предикторов осложнений при переводе из реанимационного отделения после кардиохирургических вмешательств

© К.В. Паромов¹, М.Ю. Киров^{1, 2}

¹ ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич», Архангельск, Российская Федерация

² ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», Министерство здравоохранения Российской Федерации, Архангельск, Российская Федерация

Поступила в редакцию 5 апреля 2017 г. Исправлена 10 августа 2017 г. Принята к печати 15 августа 2017 г.

Для корреспонденции: Константин Валентинович Паромов, kp-82@mail.ru;  orcid.org/0000-0002-5138-3617

Цель

Оценка предикторов осложнений при переводе из отделения реанимации и интенсивной терапии после кардиохирургических вмешательств.

Методы

В сплошное проспективное наблюдательное исследование вошло 60 пациентов после кардиохирургических операций, из них 41 пациент — после изолированного аортокоронарного шунтирования на работающем сердце. При переводе пациента из отделения реанимации и интенсивной терапии оценивали эхокардиографические критерии систолической и диастолической дисфункции, параметры дыхания, гемодинамики и метаболического статуса, количество и характер осложнений, общие сроки госпитализации пациента.

Результаты

Перед операцией у обследованных больных отмечалась умеренная сердечная недостаточность с сохранной фракцией выброса. Пациенты с клапанными и комбинированными вмешательствами, оперированными в условиях искусственного кровообращения, имели более высокий предоперационный риск по шкале Euroscore II, более выраженную сердечную недостаточность, большую длительность операции и искусственной вентиляции легких и большее время нахождения в отделении реанимации и интенсивной терапии и стационаре. Критерии диастолической дисфункции отмечены при переводе из отделения реанимации и интенсивной терапии в 14–77% наблюдений. При нормальных средних значениях артериального давления, параметров систолической функции левого желудочка, его преднагрузки (давления в левом предсердии), показателей кислородного транспорта и метаболического статуса веноартериальный градиент по углекислому газу и индекс производительности миокарда при переводе из отделения реанимации и интенсивной терапии превышали нормальные пределы. Корреляционный анализ показал взаимосвязь времени госпитализации в отделении реанимации и интенсивной терапии и стационаре с критериями выраженности сердечной недостаточности (давлением в левом предсердии [$r = 0,27$, 95% доверительный интервал 0,02–0,48, $p = 0,04$]) и дисфункции левого желудочка (e' [$r = 0,41$, 95% доверительный интервал 0,17–0,59, $p < 0,01$]) при переводе из отделения реанимации и интенсивной терапии. Повышение гидробаланса в отделении реанимации и интенсивной терапии после коронарного шунтирования на работающем сердце сопровождалось осложненным течением послеоперационного периода ($AUC = 0,73$, $p = 0,02$), а также увеличением риска фибрилляции предсердий.

Выводы

Снижение диастолической функции левого желудочка перед переводом из отделения реанимации и интенсивной терапии связано с увеличением времени госпитализации. Положительный гидробаланс в отделении реанимации и интенсивной терапии у больных, оперированных без искусственного кровообращения, сопровождается развитием осложнений послеоперационного периода и увеличением частоты фибрилляции предсердий и предсказывает их развитие.

Ключевые слова

послеоперационный период; осложнения; диастолическая дисфункция

Как цитировать: Паромов К.В., Киров М.Ю. Оценка предикторов осложнений при переводе из реанимационного отделения после кардиохирургических вмешательств. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2017;21(3):65-75. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3-65-75>





Рис. 1. Схема исследования

Fig. 1. Study flowchart

Введение

За последнее время по мере накопления опыта кардиохирургия стала достаточно безопасной, однако заболеваемость после кардиохирургических операций остается высокой. Средняя летальность после кардиохирургических вмешательств может достигать 5–6%, а после изолированных операций аортокоронарного шунтирования (АКШ) у пациентов до 70 лет не превышает 3% [1]. В структуре осложнений преобладают дыхательная недостаточность (59%), нестабильность гемодинамики (25%), почечная дисфункция (6%), что приводит к ухудшению исходов хирургии, в частности повторной госпитализации в реанимационное отделение в 4,8% случаев после коронарного шунтирования и 8,9% — после клапанной коррекции и комбинированных вмешательств [2]. По нашим данным, в 2016 г. только в 59,6% случаев послеоперационный период в отделении кардиохирургии расценен как неосложненный. Особое внимание уделяется прогнозированию повышенной заболеваемости в послеоперационном периоде, с этой целью исследуются прогностические критерии на основании предоперационного функционального статуса [3].

Для прогнозирования осложнений при различных заболеваниях используются различные клинические и лабораторные критерии. Эти критерии включают лактат, веноартериальный градиент по углекислому газу

(Pv-aCO₂) и центральную венозную сатурацию (ScvO₂) [4, 5]. После кардиохирургических операций данные метаболические параметры могут иметь диагностическое значение при «субкомпенсированной» сердечной недостаточности в послеоперационном периоде [6].

Еще одним ценным диагностическим инструментом в кардиохирургии является эхокардиография, с помощью которой можно выявить миокардиальную дисфункцию при сердечной недостаточности. Часто сердечная недостаточность обусловлена систолической дисфункцией миокарда на фоне сниженной фракции выброса (ФВ) [7]. Сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (диастолическая дисфункция) встречается у 22–73% госпитализированных пациентов в зависимости от возраста и критериев диагностики [7], что также отражается на летальности [8]. При этом ценность отдельных эхокардиографических параметров в прогнозировании исходов остается неизученной. Одним из интегральных индексов, оценивающих и систолическую, и в большей степени диастолическую функцию желудочка, является индекс производительности миокарда [9]. Этот индекс практически не зависит от условий пред- и постнагрузки, отражает степень выраженности сердечной недостаточности, коррелирует с функциональным классом сердечной недостаточности и степенью толерантности к физической нагрузке, а также наравне с ФВ левого желудочка (ЛЖ) является независимым предиктором

летального исхода [10]. Несмотря на возможность использования в периоперационном периоде центрального венозного давления или давления в правом предсердии [11, 12], с учетом вероятного транспульмонального градиента, более точным показателем преднагрузки служит давление в левом предсердии, прямая оценка которого достаточно инвазивна. При интерпретации диастолической функции левого желудочка происходит оценка давлений в левых камерах сердца, в частности предложены формулы для неинвазивной оценки давлений в левом предсердии (Длп) на основании скорости фронта трансмитрального кровотока (V_p) или диастолической скорости движения кольца митрального клапана (e') при тканевой доплерографии (ТДИ): $\text{Длп}(e') = 1,9 + 1,24 \times E/e'$ [13] и $\text{Длп}(V_p) = 5,27 \times E/V_p + 4,6$ [14], однако данных о клиническом применении этих показателей недостаточно.

В связи с этим целью нашего исследования явилась оценка предикторов осложнений при переводе из реанимационного отделения после кардиохирургических вмешательств.

Методы

В проспективном порядке в исследование включено 63 пациента, оперированных в отделении кардиохирургии ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич» г. Архангельска и переведенных из кардиохирургической реанимации с 25.10.2016 до 03.12.2016 (рис. 1). Исследование носило сплошной характер, критериями включения были проведение кардиохирургической операции и последующий перевод в отделение реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Критерием исключения была невозможность перевода из ОРИТ в кардиохирургическое отделение. Трое пациентов умерли на фоне сердечной недостаточности, острого нарушения мозгового кровообращения и фатального кровотечения до перевода из ОРИТ, в связи с чем эти больные исключены из исследования. Исследование было одобрено локальным этическим комитетом ГБУЗ АО «Первая городская клиническая больница им. Е.Е. Волосевич» г. Архангельска (дата заседания 21.10.2016, протокол № 10). В связи с использованием неинвазивных методик инструментальной оценки, входящих в рутинный объем обследования кардиохирургического больного, локальный этический комитет разрешил проведение исследования без информированного согласия со стороны больного.

Использовалась рутинная методика анестезии после индукции (фентанил + пропофол) и миорелаксации

пипекурония бромидом, проводили оротрахеальную интубацию, искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) с дыхательным объемом 6 мл/кг и минутной вентиляцией легких, достаточной для поддержания нормокапнии. Поддержание анестезии обеспечивалось фентанилом и севофлюраном 1–2 об%. Искусственное кровообращение проводилось в непульсирующем режиме с перфузионным индексом 2,5 л/мин/м². Кристаллоидная фармакохолодовая кардиоплегия осуществлялась раствором Кустодиол в объеме 2 000 мл. Инфузионная терапия во время операции (5–7 мл/кг/ч) и раннем послеоперационном периоде (1–2 мл/кг/ч) осуществлялась растворами кристаллоидов (Sterofundin ISO и G5, BJBraun). После операции в отделении кардиохирургической реанимации проводилась общепринятая терапия [15]; для дальнейшего лечения до выписки из стационара пациент переводился в кардиохирургическое отделение.

Всем включенным в работу больным перед переводом из кардиохирургической реанимации выполнялось трансторакальное эхокардиографическое исследование на аппарате Philips CX-50 кардиальным датчиком S 5-1 для определения параметров, характеризующих систолическую и диастолическую функции левого желудочка.

Систолическая функция оценивалась на основании фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ по формуле Тейхольц), волны пиковой систолической скорости движения кольца митрального клапана в ТДИs' и интеграла скорость — время в пульсовом доплеровском исследовании на уровне выходного тракта ЛЖ (VTIvt-лж) как детерминанты ударного объема. Среди маркеров преднагрузки исследовалось давление в левом предсердии (ДЛП). Из параметров, характеризующих диастолическую функцию, фиксировались пиковая диастолическая скорость движения кольца митрального клапана (e') в ТДИ, скорость фронта трансмитрального тока (V_p), а также соотношение E/e' . К показателям, характеризующим нормальную диастолическую функцию ЛЖ, относили $E/e' \geq 13$, $e'_{cp} < 9$ см/с, $V_p < 50$ см/с или $E/V_p > 2,5$. Интегральным показателем функции сердца считали индекс производительности миокарда (Tei-индекс). Также при переводе оценивали показатели гемодинамики (артериальное давление, частота сердечных сокращений) и дыхания (сатурация, парциальное напряжение кислорода в артериальной крови, центральная венозная сатурация, веноартериальный градиент по углекислому газу). Метаболический статус оценивали по уровню лактата и глюкозы венозной крови, конт-

ролировали выраженность анемии. При переводе оценивали гидробаланс как интраоперационно, так и в отделении реанимации, учитывали наличие осложнений послеоперационного периода.

Критериями для перевода пациента из отделения кардиохирургической реанимации являлись ясное сознание, периферическая сатурация (SpO₂) более 90% при дыхании воздухом после удаления дренажей из зоны операции, отсутствие жизнеугрожающих аритмий, инотропной, вазопрессорной поддержки, признаков ишемии на электрокардиограмме, а также темп диуреза более 0,5 мл/кг/ч. Решение о переводе принималось лечащим врачом.

С учетом ограничений в применении режима ТДИ у пациентов с имплантированными протезами или синтетическими кольцами в позиции митрального клапана, дополнительно из общей группы выделена группа пациентов после изолированных операций АКШ без искусственного кровообращения и вмешательств на клапанах (n = 41).

Отмечали длительность нахождения пациента в ОРИТ, гидробаланс для каждого пациента интраопе-

рационно и за время нахождения в ОРИТ, периоперационные показатели (ФВ, скорость клубочковой фильтрации, длительность искусственной вентиляции легких, операции), а также осложнения периоперационного периода. К осложнениям в течение всего срока госпитализации относили нарушения ритма сердца, включая пароксизмы фибрилляции предсердий, впервые возникшие в послеоперационном периоде, дыхательные нарушения, требующие повторного перевода на искусственную вентиляцию легких, энцефалопатию с клиническими проявлениями послеоперационного делирия, подтвержденный диагноз острого нарушения мозгового кровообращения, острое почечное повреждение, требующее заместительной почечной терапии, а также необходимость повторной госпитализации в реанимационное отделение. Кроме того, оценивали длительность госпитализации пациента в стационаре с даты операции до даты выписки.

Статистический анализ

Статистическая обработка данных проведена с помощью системы SPSS v. 16.0. Характер распределения

Таблица 1 Общая характеристика групп пациентов

Показатель	Общая группа, n = 60	Группа аортокоронарно-шунтирования, n = 41	Пациенты, оперированные в условиях искусственного кровообращения, n = 19	p*
Возраст, лет	64,1±10,2	63,9±8,8	67,5 (61,0–73,8)	0,21
Пол, мужской / женский, n	29/31	23/18	6/13	–
ИМТ, кг/м ²	28,5±5,1	29,3±4,5	27,7±6,8	0,12
Euroscore II, %	1,45 (0,87–4,48)	1,14 (0,84–2,45)	4,49 (1,46–7,11)	<0,01
Длительность ИК, мин	131,4±56,4	–	131,4±56,4	–
Длительность операции, мин	205,0 (175,0–243,8)	198,7±37,1	254,7±99,5	0,02
ФК СН (NYHA)	2,0 (2,0–3,0)	2,0 (2,0–2,0)	3,0 (2,0–3,0)	<0,01
СКФ, мл/м ²	76,8±23,6	80,5±23,9	71,1±20,6	0,07
ФВ до операции, %	62,0 (56,3–65,0)	60,7±10,9	63,0 (59,3–66,0)	0,55
КДО, мл	123,0±36,5	130,7±31,1	120,5 (108,0–159,0)	0,89
ГБ интраоперационно, мл	1 100,0 (872,5–1 400,0)	1181,5±345,3	1152,5±879,5	0,75
ГБ в реанимации, мл	185,0 (–665,0... 730,0)	165,7±966,6	1340,0 (575,0–1575,0)	0,31
Длительность ИВЛ, мин	405,0 (316,3–555,0)	385,0 (295,0–445,0)	535,0 (403,8–1095,0)	<0,01
Длительность нахождения в реанимации, ч	44,0 (22,0–92,8)	24,0 (22,0–69,5)	89,0 (42,9–157,5)	<0,01
Общее время госпитализации, сут.	14,0 (12,0–15,0)	13,0 (11,5–15,0)	16,5±4,8	<0,01

Примечание. ИМТ — индекс массы тела; Euroscore — прогнозируемая 28-дневная летальность, оцененная по соответствующей шкале; ИК — искусственное кровообращение; ФК СН (NYHA) — функциональный класс сердечной недостаточности (согласно критериям Нью-Йоркской ассоциации сердца); СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ФВ — фракция выброса; КДО — конечный диастолический объем; ГБ — гидробаланс; ИВЛ — искусственная вентиляция легких; * — межгрупповое сравнение группы аортокоронарного шунтирования и группы пациентов, оперированных в условиях искусственного кровообращения

установили на основании критерия Шапиро – Уилка. Количественные данные представлены в виде медианы (25–75-го перцентилей) или в виде средней величины (M) и стандартного квадратичного отклонения (SD) в зависимости от распределения. Для правильно распределенных данных применялись параметрические методы (t-критерий Стьюдента), для неправильно распределенных данных — непараметрические методы (Манна – Уитни). Корреляционный анализ проводили с помощью критериев Пирсона и Спирмена. Для оценки связи положительного гидробаланса при нахождении в реанимации и вероятности развития осложнений послеоперационного периода, включая фибрилляцию предсердий, выполняли построение ROC-кривых и оценку площади под ними (AUC). Статистически значимыми считали результаты при $p < 0,05$.

Результаты

В исследование включено 60 пациентов после открытых кардиохирургических операций, среди которых большая часть ($n = 41$) представлена АКШ на работающем сердце. Остальные вмешательства ($n = 19$) представлены одно- ($n = 1$), двух- ($n = 10$) или трехклапанными ($n = 4$) реконструкциями, а также резекцией аневризм восходящей и дуги аорты ($n = 2$), удалением миксомы левого предсердия ($n = 2$); в 8 случаях эти операции выполнены в комбинации с АКШ. Остальные параметры исследуемых групп представлены в табл. 1 и 2.

Предоперационный функциональный статус между группами не отличался: в целом у больных отмечалась умеренная сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса (табл. 1). Пациенты с клапанными и

Таблица 2 Эхокардиографические и лабораторные показатели пациентов при переводе из реанимационного отделения

Показатель	Общая группа, n = 60	Группа аортокоронарного шунтирования, n = 41	Пациенты, оперированные в условиях искусственного кровообращения, n = 19	p*
АД с, мм рт. ст.	113,4±15,4	109,2±12,7	117,5±17,0	0,06
АД д, мм рт. ст.	55,4±10,0	54,3±10,7	56,8±8,0	0,31
АД ср, мм рт. ст.	71,0 (66,0–79,0)	71,1±8,7	79,2±12,3	0,02
ЧСС, мин ⁻¹	76,4±12,0	76,7±8,7	74,4±11,9	0,48
ФВ после операции, %	58,8±14,3	57,7±14,0	59,6±13,9	0,45
VTI _{влж} , мм	23,3 (17,7–30,0)	20,1 (16,6–24,4)	27,8±10,4	<0,01
Tei	0,52 (0,43–0,67)	0,52 (0,43–0,61)	0,65 (0,43–0,80)	0,29
SpO ₂ , %	92,2±3,8	91,5±4,0	93,0±3,2	0,07
PaO ₂ , мм рт. ст.	82,0 (65,9–102,5)	79,5 (63,0–94,3)	100,9±36,0	0,10
ScvO ₂ , %	66,7 (59,6–72,5)	66,0±9,0	64,5 (59,1–72,6)	0,43
Pv-aCO ₂ , мм рт. ст.	8,4±3,1	8,0±2,9	9,2±3,6	0,19
Лактат, ммоль/л	1,6 (1,2–1,9)	1,6±0,4	1,5 (1,2–2,0)	0,99
Сахар, ммоль/л	8,8 (7,3–11,0)	8,4 (7,1–10,3)	10,4±2,9	0,11
Гемоглобин, г/л	116,9±14,3	117,8±15,4	113,0±10,8	0,10
s', см/с	7,8±1,9	7,8±1,6	6,3 (5,8–8,6)	0,43
e'ср, см/с	8,0 (6,5–9,7)	7,9 (6,7–9,9)	7,0 (5,7–8,9)	0,37
E/e'	10,3 (8,1–14,6)	8,8 (7,9–10,8)	18,8±7,0	<0,01
Vp, см/с	48,1±15,0	45,2±15,0	53,5±12,3	0,04
ΔЛП(e'), мм рт. ст.	14,7 (11,9–20,4)	12,9 (11,7–15,3)	25,2±8,7	<0,01
ΔЛП(Vp), мм рт. ст.	16,0±4,3	14,5±3,6	18,6±4,8	<0,01

Примечание. АД — артериальное давление (с — систолическое, д — диастолическое, ср — среднее); ЧСС — частота сердечных сокращений; ФВ — фракция выброса; VTI_{влж} — интеграл скорости от времени на уровне выходного тракта левого желудочка в импульсно-волновом доплере; Tei — индекс производительности миокарда; SpO₂ — периферическая сатурация; PaO₂ — парциальное напряжение кислорода в артериальной крови; ScvO₂ — центральная венозная сатурация; Pv-aCO₂ — веноартериальный градиент по углекислому газу; s' — пиковая систолическая скорость движения кольца митрального клапана при тканевой доплерографии; e'ср — пиковая диастолическая скорость движения кольца митрального клапана при тканевой доплерографии; E/e' — отношение пиковой скорости трансмитрального кровотока к e'; Vp (velocity propagation) — скорость фронта трансмитрального тока; ΔЛП — давление в левом предсердии; * — межгрупповое сравнение группы аортокоронарного шунтирования и группы пациентов, оперированных в условиях искусственного кровообращения

Таблица 3 Встречаемость критериев диастолической дисфункции левого желудочка

Показатель	Общая группа, %	Группа аортокоронарного шунтирования, %
$D_{\text{ЛП}} > 16$ мм рт. ст.	40/42 в зависимости от методики расчета	20/29 в зависимости от способа измерения
$E/e' \geq 13$	33	14
$e'_{\text{ср}} < 9$ см/с	68	68
$V_p < 50$ см/с	60	68
$Tei > 0,4$	77	73
$Tei > 0,6$	38	34

Примечание. $D_{\text{ЛП}}$ — давление в левом предсердии; E/e' — отношение пиковой скорости трансмитрального кровотока к e' ; $e'_{\text{ср}}$ — пиковая диастолическая скорость движения кольца митрального клапана при тканевой доплерографии; V_p (velocity propagation) — скорость фронта трансмитрального тока; Tei — индекс производительности миокарда

комбинированными вмешательствами, оперированными в условиях искусственного кровообращения, имели более высокий предоперационный риск по шкале Euroscore II, более выраженную сердечную недостаточность, большую длительность операции и ИВЛ и большее время нахождения в отделении реанимации и стационаре.

Во всех группах при нормальных средних значениях артериального давления, параметров систолической функции левого желудочка, его преднагрузки (давления в левом предсердии), показателей кислородного транспорта (PaO_2 , SpO_2 , $ScvO_2$) и метаболического статуса (лактат, сахар), веноартериальный градиент по углекислому газу и индекс производительности миокарда превышали нормальные значения (табл. 2). Отмечены более высокие значения среднего артериального дав-

ления, $VT_{\text{ЛП}}^{\text{ЛЖ}}$ и давления в левом предсердии в группе пациентов, оперированных в условиях искусственного кровообращения.

Частота встречаемости эхокардиографических данных, определяющих диастолическую функцию левого желудочка, давление в полостях сердца и потенциал к ремоделированию левого желудочка, приведена в табл. 3.

Осложнения послеоперационного периода представлены в табл. 4.

В общей группе осложнения послеоперационного периода приводили к увеличению времени нахождения в реанимации ($p = 0,02$) и общего времени госпитализации ($p = 0,03$). Достоверных отличий эхокардиографических показателей диастолической дисфункции не получено.

Корреляционный анализ показал взаимосвязь времени госпитализации с критериями выраженности сердечной недостаточности и дисфункции ЛЖ при переводе из реанимационного отделения: $VT_{\text{ЛП}}^{\text{ЛЖ}}$ ($\rho = 0,35$, 95% доверительный интервал (ДИ) 0,10–0,55, $p < 0,01$); давлением в ЛП, рассчитанном по V_p ($\rho = 0,27$, 95% ДИ 0,02–0,48, $p = 0,04$), и e' ($\rho = 0,41$, 95% ДИ 0,17–0,59, $p < 0,01$). Такая же связь прослеживается относительно длительности нахождения пациента в отделении реанимации с $VT_{\text{ЛП}}^{\text{ЛЖ}}$ ($\rho = 0,28$, 95% ДИ 0,03–0,49, $p = 0,03$) и давлением в ЛП (e') ($\rho = 0,40$, 95% ДИ 0,16–0,59, $p < 0,01$). Влияния ФВ и прогностической значимости оценки по шкале Euroscore на длительность и тяжесть послеоперационного периода не выявлено.

При дальнейшем анализе обнаружено, что повышение интраоперационного гидробаланса связано с увеличением центральной венозной сатурации при переводе из реанимационного отделения ($\rho = 0,4$, 95% ДИ 0,01–0,47, $p < 0,01$). Отмечена

Таблица 4 Осложнения послеоперационного периода

Показатель	Общая группа, n = 60		Группа аортокоронарного шунтирования, n = 41	
	Абс.	%	Абс.	%
Пароксизм фибрилляции предсердий	17	28,3	9	22,0
Дыхательная недостаточность	4	6,7	2	4,8
Энцефалопатия, острое нарушение мозгового кровообращения	2	3,3	2	4,8
Острое почечное повреждение, потребовавшее заместительной почечной терапии	1	1,7	0	0
Всего	24	40,0	13	31,7
Повторные госпитализации в реанимационное отделение	4	6,7	2	4,8

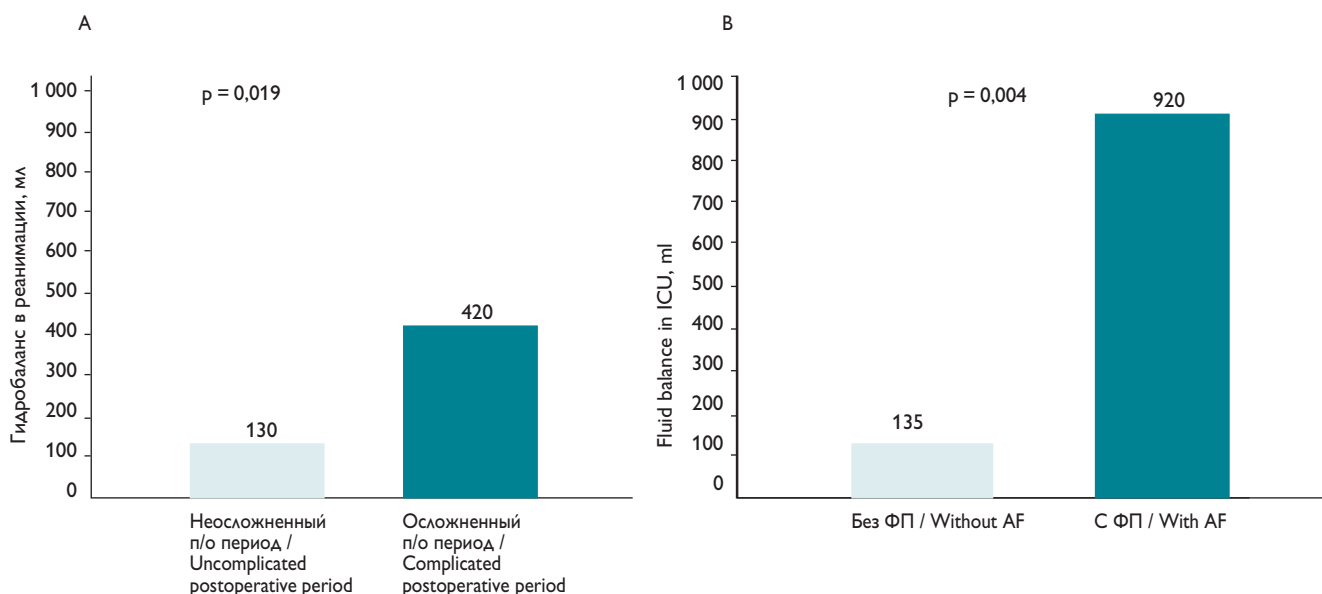


Рис. 2. Показатель гидробаланса в отделении реанимации в случае осложненного послеоперационного периода (п/о) (А) и при развитии пароксизма фибрилляции предсердий (ФП) (В) после аортокоронарного шунтирования

Fig. 2. Fluid balance indicators in intensive care unit (ICU) in the case of complicated postoperative period (A) and during atrial fibrillation (AF) paroxysm development (B) after coronary artery bypass grafting

связь интегральной функции левого желудочка на основании оценки индекса производительности миокарда (Tei) и $VT_{1\text{в}тлж}$ ($\rho = -0,35$, 95% ДИ $-0,55 \dots -0,11$, $p < 0,01$).

В группе АКШ фракция выброса левого желудочка при переводе из реанимации коррелировала с V_p ($r = 0,4$, 95% ДИ $0,11-0,63$, $p = 0,01$). При этом выявлена корреляция $\Delta p(e')$ и V_p с суррогатным показателем ударного объема $VT_{1\text{в}тлж}$ ($\rho = 0,35$, 95% ДИ $0,05-0,59$, $p = 0,03$ и $\rho = 0,43$, 95% ДИ $0,15-0,65$, $p = 0,01$ соответственно).

Примечательно, что положительный гидробаланс в ОРИТ у больных с АКШ сопровождался осложненным течением послеоперационного периода и увеличением частоты фибрилляции предсердий (рис. 2) и предсказывал их развитие (рис. 3), но достоверных различий в сроках госпитализации не получено.

Обсуждение

В общей группе частота осложнений достигла 40% наблюдений, однако влияния на этот показатель предоперационной ФВ нами не отмечено. Ряд авторов также отмечает проблему использования фракции выброса как маркера систолической дисфункции сердца ввиду отсутствия корреляций с показателями ударного объема и сердечного индекса [16, 17]. Кроме того,

этот параметр не отражает диастолическую функцию и преднагрузку левого желудочка, поэтому его интерпретация в клинических условиях должна быть особенно осторожной [18]. Фракция выброса обладает рядом недостатков, в том числе плохой корреляцией с «золотым стандартом» кардиовизуализации — магнитно-резонансной томографией [19]. Оценка фракции выброса затруднена при блокаде левой ножки пучка Гиса, нарушениях ритма сердца, диссинхронии, кроме того, существует проблема получения пригодного для интерпретации изображения. Более того, с учетом большой разницы между исследователями, этот показатель сложно воспроизводим и субъективен при двухмерной эхокардиографии без контрастного усиления [17]. В связи с этим необходим дальнейший поиск более чувствительного параметра систолической дисфункции ЛЖ в прогнозировании исходов операций. Отсутствие связи ФВ с осложнениями послеоперационного периода в нашем исследовании, вероятно объяснить относительно стабильностью гемодинамики при переводе из ОРИТ, что говорит о восстановлении систолической функции ЛЖ, маркером которой является фракция выброса.

При анализе пяти показателей, призванных характеризовать диастолическую дисфункцию миокарда [20] и использованных в нашей работе, отмечена их низкая

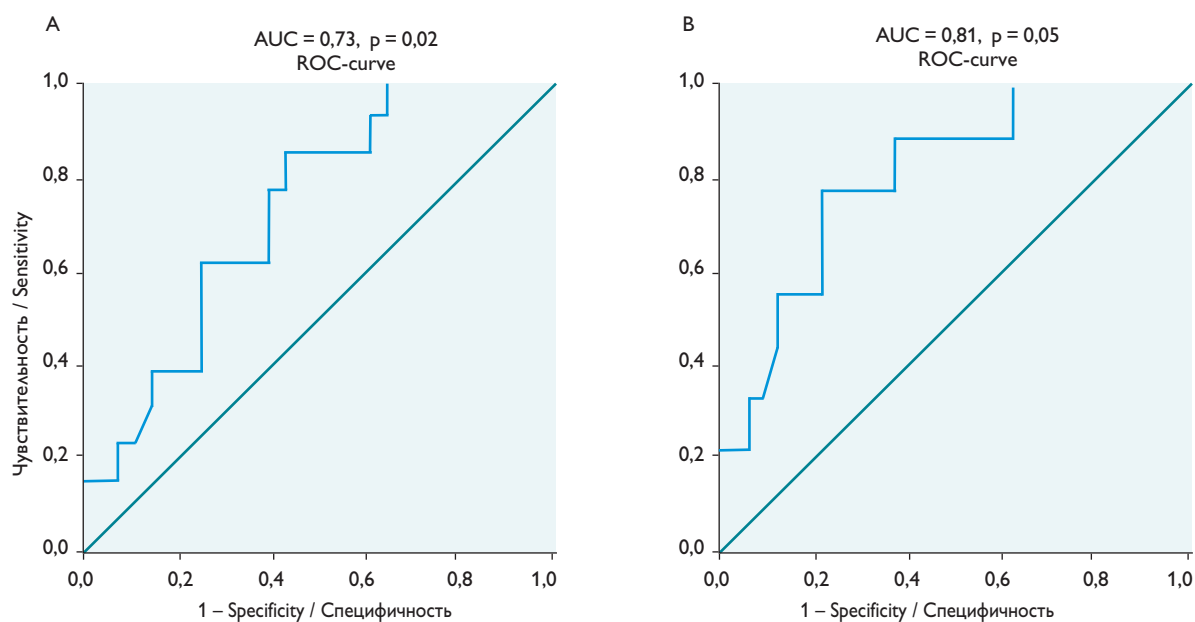


Рис. 3. Связь положительного гидробаланса при нахождении в реанимации и вероятности развития осложнений послеоперационного периода (А) и фибрилляции предсердий (В) у пациентов после коронарного шунтирования на работающем сердце

Fig. 3. Relationship between a positive fluid balance when in intensive care unit and possible development of postoperative period complications (A) and atrial fibrillation (B) in patients after coronary artery bypass grafting on a beating heart

специфичность со встречаемостью критериев диастолической дисфункции при переводе пациента из реанимации, варьирующей от 14 до 77%. Тем не менее вклад каждого из этих параметров в принятие решения и возможность их использования в алгоритмах терапии требует дальнейшего изучения. Актуальность диастолической дисфункции не вызывает сомнения. Так, в общей популяции кардиологических пациентов сердечная недостаточность с сохраненной фракцией выброса составляет более 50% случаев [7]. В нашем исследовании также показана высокая встречаемость этого варианта дисфункции миокарда после кардиохирургических операций. Диастолическая дисфункция и фибрилляция предсердий как на фоне медикаментозной терапии, так и в послеоперационном периоде рассматриваются рядом авторов как факторы риска отдаленной летальности [21]. Примечательно, что пациенты, оперированные по поводу клапанной и комбинированной патологии, обладали большим риском и требовали более длительного времени вмешательства и проводимой терапии. Более выраженная у них сердечная недостаточность сопровождалась в послеоперационном периоде арте-

риальной гипертензией и эхокардиографическими признаками дилатации левого предсердия и дисфункции левого желудочка.

В ходе нашей работы была обнаружена взаимосвязь индекса производительности миокарда с показателем лактата, что отражает зависимость перфузии тканей от работы сердца. Повышение у обследованных больных еще одного метаболического показателя — веноартериального градиента по CO_2 более 6 мм рт. ст. — свидетельствует о наличии микроциркуляторных нарушений и указывает на необходимость дальнейшей оптимизации доставки и потребления кислорода [4]. Это подтверждается и взаимосвязью между положительным интраоперационным гидробалансом с повышением сатурации гемоглобина кислородом в центральной вене при переводе из отделения реанимации и интенсивной терапии.

По данным настоящего исследования и корреляционного анализа можно предположить, что хорошая комплаентность ЛЖ к инфузионной нагрузке характеризуется стабильным неосложненным послеоперационным периодом. И напротив, избыточная ин-

фузионная программа при недооценке диастолической дисфункции ЛЖ сопровождается повышением гидробаланса в раннем послеоперационном периоде, что приводит к осложненному течению послеоперационного периода, в том числе пароксизмам фибрилляции предсердий.

Индекс производительности миокарда изучается у пациентов с коронарной патологией и пороками сердца; он используется для оценки кардиотоксичности при химиотерапии [22], выявлении дисфункции миокарда при сахарном диабете [23], а также полезен при трансплантации сердца как до операции, так и при диагностике отторжения трансплантата [24]. Нами обнаружена взаимосвязь Tei-индекса с VTвлж как суррогатным показателем ударного объема, иными словами, повышение производительности миокарда приводит к повышению ударного объема и, следовательно, сердечного выброса. Некоторые авторы указывают на перспективу ремоделирования левого желудочка и улучшение исходов после перенесенного острого инфаркта миокарда при Tei менее 0,6 [25]. Однако в настоящем исследовании не обнаружено корреляционных связей индекса производительности миокарда ЛЖ и исследуемых параметров, несмотря на то что он превышал нормальные значения у 34–77% пациентов; вероятно, его польза должна оцениваться при анализе отдаленных результатов лечения.

Повышение гидробаланса в реанимационном отделении является чувствительным предиктором осложненного послеоперационного периода, что говорит об опасности либеральной инфузионной стратегии в кардиохирургии и предъявляет дополнительные требования к мониторингу восприимчивости инфузионной нагрузки. Причины повышения гидробаланса требуют дальнейшего анализа.

Ограничения исследования

Наше исследование обладает рядом ограничений, включая выраженную гетерогенность подгруппы после клапанных и комбинированных вмешательств, выполненных в условиях искусственного кровообращения. В связи с этим анализ этой группы проводился только по ограниченному количеству параметров.

Заключение

Снижение диастолической функции левого желудочка перед переводом из ОРИТ ассоциируется с увеличением времени госпитализации. Положительный

гидробаланс в отделении реанимации и интенсивной терапии у больных с АКШ, оперированных без искусственного кровообращения, сопровождается осложненным течением послеоперационного периода и увеличением частоты фибрилляции предсердий и предсказывает их развитие.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам кардиохирургического отделения и отделения кардиохирургической реанимации за терпение и поддержку в ходе исследования.

Список литературы / References

1. Никифоров С.Ф., Олофинская И.Е., Багиян А.С. Исследование качества жизни у пожилых больных после операции на сердце. *Качественная клиническая практика*. 2003;(1):56-9. [Nikiforov S.F., Olofinskaya I.E., Bagian L.S. Evaluation quality of life after open heart operations in elderly. *Kachestvennaya klinicheskaya praktika*. 2003;(1):56-9. (In Russ.)]
2. Litmathe J., Kurt M., Feindt P., Gams E., Boeken U. Predictors and outcome of ICU readmission after cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2009;57(7):391-4. PMID: 19795324. <http://dx.doi.org/1055/s-0029-1185852>
3. Granton J., Cheng D. Risk stratification models for cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*. 2008;12(3):167-74. PMID: 18805851. <http://dx.doi.org/10.1177/1089253208323681>
4. Robin E., Futier E., Pires O., Fleyfel M., Tavernier B., Lebuffe G., Vallet B. Central venous-to-arterial CO₂ difference as prognostic tool in high-risk surgical patients. *Crit Care*. 2015;19(1):227. PMID: 25967737. <http://dx.doi.org/10.1186/s13054-015-0917-6>
5. Шевченко Ю.Л. *Системный воспалительный ответ при экстремальной хирургической агрессии*. М.: РАЕН, 2009. 276 с. [Shevchenko Yu.L. *Systemic inflammatory response after extreme surgical aggression*. Moscow, Russian Academy of Natural Science Publ.; 2009. 276 p. (In Russ.)].
6. Heinze H., Paarmann H., Heringlake M., Groesdonk H.V. Measurement of central and mixed venous-to-arterial carbon dioxide differences in cardiac surgery patients. *Cardiopulmonary pathophysiology*. 2011;(15):29-37.
7. Ponikowski P., Voors A.A., Anker S.D., Bueno H., Cleland J.G., Coats A.J., Falk V., Gonzalez-Juanatey J.R., Harjola V.P., Jankowska E.A., Jessup M., Linde C., Nihoyannopoulos P., Parissis J.T., Pieske B., Riley J.P., Rosano G.M., Ruiloope L.M., Ruschitzka F., Rutten F.H., van der Meer P. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the

- ESC. *Eur Heart J*. 2016;37(27):2129-200. PMID: 27206819. <http://dx.doi.org/10.1093/eurheartj/ehw128>
8. Lavine S.J., Al Balbissi K. Adverse cardiac events and the impaired relaxation left ventricular filling pattern. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(7):699-708. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2016.02.008>
 9. Lakoumentas J.A., Panou F.K., Kotseroglou V.K., Aggeli K.I., Harbis P.K. The Tei index of myocardial performance: applications in cardiology. *Hellenic J Cardiol*. 2005;46(1):52-8. PMID: 15807396.
 10. St John Sutton M., Wieggers S.E. The Tei index – a role in the diagnosis of heart failure? *Eur Heart J*. 2000;21(22):1822-4. PMID: 11052853. <http://dx.doi.org/10.1053/ehj.2000.2391>
 11. Marik P.E., Cavallazi R. Does the central venous pressure predict fluid responsiveness? An updated meta-analysis and a plea for some common sense. *Crit Care Med*. 2013;41(7):1774-81. PMID: 23774337. <http://dx.doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828a25fd>
 12. Rhodes A., Evans L.E., Alhazzani W., Levy M.M., Antonelli M., Ferrer R., Kumar A., Sevransky J.E., Sprung C.L., Nunnally M.E., Rockwerf B., Rubenfeld G.D., Angus D.C., Annane D., Beale R.J., Bellinhan G.J., Bernard G.R., Chiche J.D., Coopersmith C., DeBacker D.P., French C.J., Fujishia S., Gerlach H., Hidalgo J.L., Hollenberg S.M., Jones A.E., Karnad D.R., Kleinpell R.M., Koh Y., Lisboa T.C., Machado F.R., Marini J.J., Marshall J.C., Mazuski J.E., McIntyre L.A., McLean A.S., Mehta S., Moreno R.P., Myburgh J., Navalesi P., Nishida O., Osborn T.M., Perner A., Plunkett C.M., Ranieri M., Schorr C.A., Seckel M.A., Seymour C.W., Shieh L., Shukri K.A., Simpson S.Q., Singer M., Thompson B.T., Townsend S.R., Van der Poll T., Vincent J.L., Weirsinga W.J., Zimmerman J.L., Dellinder R.P. Surviving sepsis campaign: international guidelines for management of sepsis and septic shock: 2016. *Intensive Care Med*. 2017;43(3):304-77. PMID: 28101605. <http://dx.doi.org/10.1007/s00134-017-4683-6>
 13. Nagueh S.F., Middleton K.J., Kopelen H.A., Zoghbi W.A., Quinones M.A. Doppler tissue imaging: a noninvasive technique for evaluation of left ventricular relaxation and estimation of filling pressures. *J Am Coll Cardiol*. 1997;30(6):1527-33. PMID: 9362412.
 14. Garcia M.J., Ares M.A., Asher C., Rodrigues L., Vandervoort P., Thomas J.D. An index of early ventricular filling that combined with pulsed Doppler peak E velocity may estimate capillary wedge pressure. *J Am Coll Cardiol*. 1997;29(2):448-54. PMID: 9015003.
 15. Кузьков В.В., Киров М.Ю., Паромов К.В., Ленкин А.И. Целе-направленная оптимизация гемодинамики в периоперационном периоде: возможности и перспективы. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2014;18(3):59-66. <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-59-66> [Kuzkov V.V., Kirov M.Yu., Paromov K.V., Lenkin A.I. Goal-oriented optimization of hemodynamics during perioperative period: opportunities and future perspectives. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2014;18(3):59-66. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2014-3-59-66>]
 16. Concha M.R., Mertz V.F., Cortines L.I., Gonzales K.A., Butte J.M. Pulse contour analysis and transesophageal echocardiography: a comparison of measurements of cardiac output during laparoscopic colon surgery. *Anesth Analg*. 2009;109(1):114-8. PMID: 19535700. <http://dx.doi.org/10.1213/ane.0b013e3181a491b8>.
 17. Rosendal C., Almammat Uulu K., DeSimone R., Wolf I., Deckert A., Martin E.O., Bottinger B.W., Rauch H. Right ventricular function during orthopic liver transplantation: three-dimensional transesophageal echocardiography and thermodilution. *Ann Transplant*. 2012;17(1):21-30. PMID: 22466905.
 18. Maeder M.T., Karapanagiotidis S., Dewar E.M., Kaye D.M. Accuracy of echocardiographic cardiac index assessment in subjects with preserved left ventricular ejection fraction. *Echocardiography*. 2015;32(11):1628-38. PMID: 25728504. <http://dx.doi.org/10.1111/echo.12928>
 19. Soslow J.H., Xu M., Slaughter J.C., Stanley M., Crum K., Markham L.W., Parra D.A. Evaluation of echocardiographic measures of left ventricular function in patients with Duchenne muscular dystrophy: assessment of reproducibility and comparison to cardiac magnetic resonance imaging. *J Am Soc Echocardiogr*. 2016;29(10):983-91. PMID: 27544870. <http://dx.doi.org/10.1016/j.echo.2016.07.001>
 20. Nagueh S.F., Smiseth O.A., Appleton C.P., Byrd B.F. 3rd, Dokainish H., Edvardsen T., Flachskampf F.A., Gillebert T.C., Klein A.L., Lancelotti P., Marino P., Oh J.K., Popescu B.A., Waqqoner A.D. Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American society of echocardiography and European association of cardiovascular imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(12):1321-60. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jew082>
 21. Чернявский А.М., Ефремова О.С., Рузматов Т.М., Эфендиев В.У. Предикторы отдаленной летальности больных ишемической болезнью сердца с выраженной левожелудочковой дисфункцией. *Патология кровообращения и кардиохирургия*. 2015;19(2):49-54. [Cherniavsky A.M., Yefremova O.S., Ruzmatov T.M., Efendiyev V.U. Predictors of remote mortality of CHD patients with severe left ventricular dysfunction. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2015;19(2):49-54. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2015-2-49-54>]
 22. Turan T., Agac M.T., Aykan A.C., Kul S., Akyuz A.R., Gokdeniz T., Gul L., Cengiz E., Boyaci F., Erkan H., Akdemir R., Celic S. Usefulness of heart-type fatty acid-binding protein and myocardial performance index for early detection of 5-fluorouracil cardiotoxicity. *Angiology*. 2017;68(1):52-8. PMID: 26980771. <http://dx.doi.org/10.1177/0003319716637516>
 23. Goroshi M., Chand D. Myocardial performance index (Tei index): a simple tool to identify cardiac dysfunction in patients with diabetes mellitus. *Indian Heart J*. 2016;68(1):83-7. PMID: 26896273. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ihj.2015.06.022>
 24. Moorandian S.J., Goldberg C.S., Crowley D.C., Ludomirsky A. Evaluation of a noninvasive index of global ventricular function to predict rejection after pediatric cardiac transplantation. *Am J Cardiol*. 2000;86(3):358-60. PMID: 10922454.
 25. Uzunhasan I., Bader K., Okcun B., Hatemi A.C., Mutlu H. Correlation of the Tei index with left ventricular dilatation and mortality in patients with acute myocardial infarction. *Int Heart J*. 2006;47(3):331-42. PMID: 16823239.

Predictors of complications when transferring postoperative cardiac patients from the intensive care unit

Konstantin V. Paromov¹, Mikhail Yu. Kirov^{1,2}

¹E. Volosevich City Hospital, Arkhangelsk, Russian Federation

²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russian Federation

Corresponding author. Konstantin V. Paromov, kp-82@mail.ru;  orcid.org/0000-0002-5138-3617

Aim. Emphasis in the study was placed on the evaluation of predictors of complications when transferring postoperative cardiac patients from the intensive care unit (ICU).

Methods. 60 patients after cardiac surgery were included into this prospective observational study, with 41 of them undergoing off-pump coronary artery bypass grafting (CABG). Before the transfer from ICU, echocardiographical criteria of their systolic and diastolic dysfunction, parameters of oxygenation, hemodynamic and metabolism status, as well as postoperative complications and duration of hospitalization were evaluated.

Results. Preoperatively, the patients had a moderate degree of heart failure and preserved ejection fraction. Those patients who had undergone valvular and combined procedures using cardiopulmonary bypass had higher Euroscore II values, more severe heart failure, prolonged duration of surgery, respiratory support and hospitalization in ICU and in hospital. The echocardiographical criteria of diastolic dysfunction before transfer from ICU were recorded in 14-77% patients. Despite a normal range of blood pressure, the systolic function of the left ventricle and preload (left atrial pressure), oxygenation and metabolic status, venous to arterial carbon dioxide difference (Pv-aCO₂) and left ventricle performance index (Tei) exceeded the normal values before transfer from ICU. The correlation analysis revealed a relationship between duration of ICU and hospital stay and the criteria of heart failure severity (left atrial pressure [$\rho = 0.27$, 95% CI 0.02–0.48, $p = 0.04$]) and left ventricle dysfunction (e' [$\rho = 0.41$, 95% CI 0.17–0.59, $p < 0.01$]) before the transfer. The increase in fluid balance during ICU stay after off-pump coronary artery bypass surgery tended to result in a complicated postoperative period (AUC = 0.73, $p = 0.02$) and a higher risk of atrial fibrillation.

Conclusion. The impairment of the left ventricle diastolic function before transferring from ICU correlates with the duration of hospitalization. A positive fluid balance during ICU period after off-pump surgery might bring about postoperative complications and atrial fibrillation, thus predicting their onset.

Keywords: postoperative period; complications; diastolic dysfunction

Received 5 April 2017. Revised 10 August 2017. Accepted 15 August 2017.

Funding: The study did not have sponsorship.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgement

The authors express their gratitude for patience and support during the study to the staff of Cardiac Surgery Department and Resuscitation Department.

Copyright: © 2017 Paromov et al. This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

How to cite: Paromov K.V., Kirov M.Yu. Predictors of complications when transferring postoperative cardiac patients from the intensive care unit. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokhirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery*. 2017;21(3):65-75. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.21688/1681-3472-2017-3-65-75>