









DOI 10.22363/2313-0245-2023-27-2-182-194  
EDN VPRRBXОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
ORIGINAL RESEARCH

## Функциональное состояние респираторной системы у пациентов после геометрической реконструкции левого желудочка с последующей конвенциональной респираторной реабилитацией

Г.В. Лобачева  , М.М. Алшибая , М.Л. Мамалыга , М.А. Затенко ,  
С.А. Данилов , М.А. Арзуманян Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева,  
г. Москва, Российская Федерация  
 [gvlobacheva@bakulev.ru](mailto:gvlobacheva@bakulev.ru)

**Аннотация.** *Актуальность.* Постинфарктная аневризма левого желудочка (ПИАЛЖ) является наиболее тяжелым осложнением инфаркта миокарда у пациентов с ишемической болезнью сердца. Нарушения системной гемодинамики при ПИАЛЖ могут приводить к респираторной дисфункции до операции и усугублять кардиореспираторную недостаточность в послеоперационном периоде. Несмотря на современные возможности ранней диагностики и лечения респираторной дисфункции, до настоящего времени не разработано эффективных методов послеоперационного восстановления функции внешнего дыхания у пациентов после геометрической реконструкции левого желудочка (ГРЛЖ). Цель исследования: изучить кардиореспираторный статус пациентов до и после геометрической реконструкции левого желудочка и оценить эффективность конвенциональной респираторной реабилитации для данной категории больных. Материалы и методы. Исследовано 43 пациента, которым выполнено два типа операций: 1) операция аортокоронарное шунтирование (АКШ), 2) АКШ с геометрической реконструкцией левого желудочка (ГРЛЖ). Пациентов разделили на две группы: I группа — пациенты после операции АКШ; II группа — пациенты после АКШ с ГРЛЖ. Сбор данных проводился в три этапа: I — до операции, II — на 2-е сутки после операции и III — на 10-е сутки после операции. В обеих группах проводили конвенциональную респираторную реабилитацию. *Результаты и обсуждение.* Во группе II выявлено ухудшение дооперационных респираторных показателей (FVC [10,3 %,  $p=0,039$ ]; FEV<sub>1</sub> [11,9 %,  $p=0,027$ ]) и кардиальной дисфункции (ФВ [30,2 %,  $p<0,001$ ]; КДО [56,4 %,  $p<0,001$ ]) по сравнению с группой I. К моменту выписки в группе II не выявлено положительной динамики по большинству исследуемых показателей спирометрии. В группе I динамика отмечалась практически по всему спектру анализируемых показателей ( $p<0,05$ ). Анализ индекса десатурации (ИД) выявил во всех группах в ночное время наличие выраженных сонно-дыхательных расстройств на второй послеоперационный день. На 10–12 послеоперационный день ИД в I группе достигает дооперационного уровня, тогда как во II группе этот показатель остается повышенным в 1,56 раза ( $p=0,006$ ). Выводы. У пациентов после ГРЛЖ выявлено более выраженное снижение

© Лобачева Г.В., Алшибая М.М., Мамалыга М.Л., Затенко М.А., Данилов С.А., Арзуманян М.А., 2023

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

оксигенации, которое обусловлено как нарушением проходимости на уровне проксимальных и средних бронхиол, так и рестриктивными нарушениями, связанными с увеличением объема внеклеточной жидкости. В значительной мере это является патогенетической основой развития респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде.

**Ключевые слова:** аортокоронарное шунтирование, геометрическая реконструкция левого желудочка, конвенциональная респираторная реабилитация; спирометрия

**Информация о финансировании.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Вклад авторов. Г.В. Лобачева, М.М. Алшибая, М.Л. Мамалыга, М.А. Затенко — концепция и дизайн исследования, М.Л. Мамалыга, М.А. Затенко, С.А. Данилов — сбор и обработка материала, М.А. Затенко — статистическая обработка, М.А. Затенко — написание текста, Г.В. Лобачева, М.М. Алшибая, М.Л. Мамалыга, М.А. Затенко, М.А. Арзуманян — редактирование. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

**Информация о конфликте интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Этическое утверждение** — неприменимо.

**Благодарности** — неприменимо.


**Информированное согласие на публикацию.** Перед госпитализацией от всех пациентов получено информированное согласие на обработку персональных данных, обследование, проведение научных исследований и опубликование научных исследований в научных изданиях в соответствии со Ст. 13 ФЗ РФ, 2011 г., а также Хельсинкской декларацией WMA, 2013 г.

Поступила 22.03.2023. Принята 24.04.2023.

**Для цитирования:** Лобачева Г.В., Алшибая М.М., Мамалыга М.Л., Затенко М.А., Данилов С.А., Арзуманян М.А. Функциональное состояние респираторной системы у пациентов после геометрической реконструкции левого желудочка с последующей конвенциональной респираторной реабилитацией // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2023. Т. 27. No 2. С. 182—194. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-182-194

## Respiratory system functional state in patients after the left ventricle geometric reconstruction followed by conventional respiratory rehabilitation

Galina V. Lobacheva  , Mikhail M. Alshibaya , Maksim L. Mamalyga ,  
Mark A. Zatenko , Sergey A. Danilov , Milena A. Arzumanyan 

A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Russian Ministry of Health,  
Moscow, Russian Federation  
 gvlobacheva@bakulev.ru

**Abstract. Relevance.** Post-infarction left ventricular aneurysm (PILVA) is the most severe complication of myocardial infarction in patients with ischemic heart disease. Systemic hemodynamic disorders in PILVA can lead to respiratory

dysfunction before surgery and worsen cardiorespiratory failure in the postoperative period. Despite modern opportunities for early diagnosis and treatment of respiratory dysfunction, effective methods of postoperative respiratory function recovery have not yet been developed for patients after the left ventricle geometric reconstruction (LVGR). *The aim:* to investigate the cardiorespiratory status of patients before and after LVGR and to evaluate the effectiveness of conventional respiratory rehabilitation for this category of patients. *Materials and Methods.* The study involved 43 patients who underwent two types of surgeries: 1) coronary artery bypass grafting (CABG), and 2) CABG with LVGR. Patients were divided into two groups: group I — patients after CABG, and group II — patients after CABG with LVGR. Data collection was carried out in three stages: I — before surgery, II — on the 2nd day after surgery, and III — on the 10th day after surgery. Conventional respiratory rehabilitation was conducted in both groups. *Results and Discussion.* The results showed a deterioration in preoperative respiratory parameters (FVC [10.3 %,  $p = 0.039$ ];  $FEV_1$  [11.9 %,  $p = 0.027$ ]) and cardiac dysfunction (EF [30.2 %,  $p < 0.001$ ]; EDV [56.4 %,  $p < 0.001$ ]) in group II compared to group I. By the time of discharge, no positive dynamics were observed in most of the examined spirometry parameters in group II. In group I, dynamics were noted in almost all analyzed parameters ( $p < 0.05$ ). Analysis of the desaturation index (DI) revealed the presence of pronounced sleep-disordered breathing in all groups during the second postoperative night. On the 10–12th postoperative day, DI in group I reached the preoperative level, while in group II this index remained elevated by 1.56 times ( $p = 0.006$ ). *Conclusion.* Patients after LVGR have more pronounced oxygenation reduction, which is caused by both impaired patency at the level of the proximal and middle bronchioles and restrictive disorders associated with increased extracellular fluid volume. This largely forms the pathogenetic basis for the development of respiratory complications in the early postoperative period.

**Keywords:** coronary artery bypass grafting, left ventricle geometric reconstruction, conventional respiratory rehabilitation, spirometry

**Funding.** The authors received no financial support for the research.

**Author contributions.** G.V.Lobacheva, M.M. Alshibaya, M.L. Mamalyga, M.A. Zatenko — concept and design of the study, M.L. Mamalyga, M.A. Zatenko, S.A. Danilov — collection and processing of material, M.A. Zatenko — statistical processing, M.A. Zatenko — writing the text, G.V.Lobacheva, M.M. Alshibaya, M.L. Mamalyga, M.A. Zatenko, M.A. Arzumanyan — editing. All authors made a significant contribution to the development of the concept, research, and preparation of the manuscript, read and approved the final version before publication.

**Conflicts of interest statement.** Authors declare no conflict of interest.

**Ethics approval** — not applicable.

**Acknowledgements** — not applicable.

**Consent for publication.** Before hospitalization, informed consent was obtained from all patients for the processing of personal data, examination, scientific research, and publication of scientific research in scientific journals in accordance with Art. 13 of the Federal Law of the Russian Federation, 2011, as well as the Helsinki Declaration of WMA, 2013.

Received 22.03.2023. Accepted 24.04.2023.

**For citation:** Lobacheva GV, Alshibaya MM, Zatenko MA, Mamalyga ML, Danilov SA, Arzumanyan MA. Functional state of the respiratory system in patients after the left ventricle geometric reconstruction followed by conventional respiratory rehabilitation. *RUDN Journal of Medicine*. 2023;27(2):182—194. doi: 10.22363/2313-0245-2023-27-2-182-194

## Введение

Одной из актуальных проблем современного здравоохранения является увеличение частоты респираторных осложнений после хирургического лечения ишемической болезни сердца, приводящее к увеличению летальности и продолжительности пребывания в стационаре. При этом наиболее тяжелым осложнением ИБС является развитие обширного инфаркта миокарда левого желудочка (ЛЖ), приводящим не только к снижению фракции выброса (ФВ), но и нарушению геометрии левого желудочка с образованием постинфарктной аневризмы (ПИАЛЖ) (Tikiz et al., 2002). Частота развития аневризмы ЛЖ у пациентов с инфарктом миокарда составляет от 10 % до 35 % (Sui et al., 2019). Несмотря на усовершенствование диагностики и достижения в профилактической медицине, количество ПИАЛЖ продолжает увеличиваться.

Нарушения системной гемодинамики при ПИАЛЖ могут приводить к респираторной дисфункции до операции и усугублять кардиореспираторную недостаточность в послеоперационном периоде. Для хирургической коррекции данной патологии применяются реваскуляризация миокарда и геометрическая реконструкция ЛЖ (ГРЛЖ). Однако такие подходы требуют значительно большей продолжительности искусственного кровообращения (ИК) и искусственной вентиляции легких (ИВЛ), что создает дополнительные риски послеоперационных осложнений, в том числе со стороны дыхательной системы, увеличивает длительность пребывания в стационаре и стоимость лечения, а также возможного летального исхода (Vallabhajosyula et al., 2020).

У пациентов с ИБС, особенно на фоне хронической сердечной недостаточности, часто наблюдаются нарушения функции внешнего дыхания (ФВД) различных типов. Многочисленными исследованиями установлено, что нарушение ФВД связано с застойными явлениями в малом круге кровообращения (МКК), возникновением легочной гипертензии и интерстициальным отеком легочной ткани (Melenovsky et al., 2015; Баздырев и др., 2017b). Следует учитывать, что нарушение ФВД у пациентов с ИБС повышает риски развития респираторных

осложнений, особенно в раннем послеоперационном периоде.

Несмотря на современные возможности ранней диагностики и лечения респираторной дисфункции, до настоящего времени не разработано эффективных методов послеоперационного восстановления функции внешнего дыхания у пациентов после геометрической реконструкции левого желудочка (ГРЛЖ). Восстановление коморбидных респираторных дисфункций у пациентов с ИБС позволяет в раннем послеоперационном периоде предупредить жизнеугрожающие осложнения (Баздырев и др., 2017а). В настоящее время для восстановления дыхательной системы у пациентов с ИБС после аортокоронарного шунтирования обычно используют конвенциональную (традиционную) респираторную реабилитацию (Westerdahl et al., 2001). В то же время отсутствуют данные об эффективности применения конвенциональной реабилитации у пациентов после ГРЛЖ.

В связи с этим цель данного исследования заключалась в изучении кардиопульмонального статуса пациентов до и после геометрической реконструкции левого желудочка и оценке эффективности конвенциональной респираторной реабилитации для данной категории больных.

## Материалы и методы

В исследование включили 43 пациента (29 мужчин и 14 женщин) в возрасте от 44 до 79 лет ( $63 \pm 7$ ), прооперированных на базе Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева (НМИЦ ССХ имени А.Н. Бакулева МЗ РФ).

Пациенты разделены на две группы: группа I — пациенты после операции аортокоронарное шунтирование (АКШ) ( $n = 28$ ) и группа II — пациенты после АКШ с геометрической реконструкции левого желудочка ( $n = 15$ ).

Критерии исключения: 1) наличие хронических заболеваний легких; 2) затрудненный контакт с пациентом; 3) гемодинамическая нестабильность в день поступления; 4) осложненный послеоперационный

период (кровотечения, периоперационный инфаркт миокарда или ОНМК, вторичная инфекция, дыхательная или сердечная недостаточность).

В послеоперационном периоде всем пациентам проводили конвенциональную респираторную реабилитацию, которая включает: 1) комплекс дыхательной гимнастики статического и динамического характера, а также диафрагмальное дыхание — 5 раз в день; 2) обучение откашливанию и безопасным дренажным положениям; 3) постуральный и вибрационный массаж грудной клетки — 3 раза в день; 4) гимнастика для верхних и нижних конечностей — 2 раз в день; 5) дозированная ходьба. Курс начинали за несколько дней до оперативного вмешательства, проводили обучение дыхательной гимнастике и правильному поведению в раннем послеоперационном периоде. Восстановительное лечение продолжалось после перевода пациентов из отделения реанимации в хирургическое отделение вплоть до выписки из стационара.

Исследование разделили на три этапа: I — плановая госпитализация в стационар; II — 2–3 сутки после операции; III — 10–12 сутки (выписка из стационара). Спирометрию выполняли согласно методическим рекомендациям, утвержденным Российским респираторным сообществом и согласованным Научным советом Министерства Здравоохранения РФ (Российское респираторное общество, 2021). Исследование проводили на аппарате СМП-2101-Р-Д (Россия). Учитывали следующие показатели: форсированная жизненная емкость легких (FVC), объем форсированного выдоха за 1, 3 и 6 секунд ( $FEV_1$ ,  $FEV_3$  и  $FEV_6$ ), индекс Генслера ( $FEV_1/FVC$ ), продолжительность форсированного выдоха (FET), пиковый поток выдоха (PEF), максимальная объемная скорость потока выдоха ( $FEF_{25}$ ,  $FEF_{50}$ ,  $FEF_{75}$ ,  $FEF_{25-75}$ ) и максимальный вентиляционный объем (MVV). Полученные значения показателей выражались в процентах от ожидаемого результата (%Pred), рассчитанного на основании антропометрических, демографических и возрастных характеристик пациентов.

Эхокардиографию выполняли на аппарате Philips HD15 (Philips, Нидерланды) согласно рекомендациям Американского эхокардиографического

общества (Mitchell et al., 2019). Оценивали следующие данные ЭХО-КГ левого желудочка: фракция выброса (ФВ [EF]), конечный диастолический объем (КДО [EDV]), конечный систолический объем (КСО [ESV]), ударный объем (УО [SV]), конечный диастолический размер (КДР [EDD]), конечный систолический размер (КСР [ESD]) и наличие зон гипокинеза ЛЖ.

Суточную пульсоксиметрию выполняли на аппарате CMS50I Pulse Oximeter (Contec, Китай) и оценивали  $SpO_2$  минимальное,  $SpO_2$  максимальное,  $SpO_2$  среднее значение, индекс десатурации (ИД).

Объем общей и интерстициальной жидкости определяли при помощи интегрального реовазографа «Диамант-Р» (Диамант, Россия).

Статистический анализ проводили в программах Stattech 2.8.8 и SPSS 26.0. Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро — Уилка. При нормальном распределении показатели описывали с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD) и границ 95 % доверительного интервала (95 % ДИ). При отсутствии нормального распределения данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 — Q3). Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. Сравнение двух групп при нормальном распределении выполняли с помощью t-критерия Стьюдента, при отсутствии нормального распределения — с помощью U-критерия Манна — Уитни. Направление и тесноту корреляционной связи оценивали с помощью коэффициента корреляции Пирсона и коэффициента Спирмена. Значения считались значимыми при  $p < 0,05$ .

## Результаты и обсуждение

Результаты исследования показали отсутствие значительных демографических показателей между пациентами двух групп, однако они различались по ряду клинических и хирургических характеристик (табл. 1).

Таблица 1.

## Клинико-демографическая характеристика пациентов

Table 1.

## Clinical and demographic characteristics of patients

Показатели / Indicators	Группа I / group I (n = 28)	Группа II / group II (n = 15)	p
Демографические различия / Demographic differences			
Возраст, полных лет / Age, completed years	64 ± 8 [61–67]	62 ± 6 [59–66]	0,587
Рост, см / Height, cm	169 ± 10 [165–173]	174 ± 8 [169–178]	0,134
Масса тела, кг / Body weight, kg	81 ± 15 [75–86]	85 ± 12 [78–91]	0,385
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup> / Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	28 ± 4 [26–29]	28 ± 3 [26–30]	0,813
Женский пол, абс. (%) / Female sex, abs. (%)	10 (35,7)	4 (26,7)	0,735
Мужской пол, абс. (%) / Male sex, abs. (%)	18 (64,3)	11 (73,3)	
Курение, абс. (%) / Smoking, abs. (%)	11 (39,3)	8 (53,3)	0,521
Сопутствующие заболевания в анамнезе / Concomitant diseases in anamnesis			
COVID-19, абс. (%) / COVID-19, abs. (%)	12 (42,9)	8 (53,3)	0,540
Инфаркт миокарда, абс. (%) / Myocardial infarction, abs. (%)	9 (32,1)	15 (100,0)	< 0,001
Хирургическая характеристика пациентов / Surgical characteristics of patients			
Продолжительность операции, час / Duration of operation, hour	5 [5–6]	6 [5–8]	0,081
Продолжительность ИК, мин / Duration of cardiopulmonary bypass, min	76 ± 34 [63–89]	142 ± 65 [102–181]	< 0,001
Время пережатия аорты, мин / Aortic compression time, min	0 [0–38]	68 [45–77]	< 0,001
Продолжительность пребывания в ОРИТ, час / Duration of stay in the ICU, hour	20 [17–21]	43 [22–139]	< 0,001
Продолжительность ИВЛ в ОРИТ, час / Duration of ventilation in the ICU, hour	7 [5–11]	22 [20–93]	< 0,001

Данные компьютерной томографии грудной клетки, при поступлении в стационар, выявили у большей части пациентов поствоспалительные изменения в легких различной этиологии. Межгрупповых различий не обнаружено ( $p > 0,05$ ).

Анализ операционного и реанимационного этапов лечения пациентов выявил в группе II по сравнению с группой I увеличение продолжительности ИК (86,8 %,  $p < 0,001$ ), продолжительности пребывания

в ОРИТ (115 %,  $p < 0,001$ ), а также продолжительности ИВЛ в ОРИТ (214,2 %,  $p < 0,001$ ) (табл. 1).

В ходе анализа показателей ФВД до оперативного вмешательства (I этап), между группами I и II выявлены статистически значимые различия. В группе II объемные показатели (FVC, FEV1 и др.), а также скоростной показатель (FEF<sub>75</sub>) были ниже в сравнении с результатами группы I (табл. 2) ( $p < 0,05$ ). Причем по показателю FEF<sub>75</sub> разница составила 26 % ( $p = 0,044$ ).

Таблица 2.

Межгрупповые различия в показателях спирометрии на I этапе исследования

Table 2.

Intergroup differences in spirometry indicators at the I stage of the study

Показатели, (%Pred) / Indicators, (%Pred)	Группа I / group I (n = 28)	Группа II / group II (n = 15)	p
FVC (M ± SD [95 % CI])	96 ± 15 [91–102]	87 ± 13 [80–94]	0,039
FEV <sub>1</sub> (M ± SD [95 % CI])	94 ± 13 [89–99]	84 ± 16 [75–93]	0,027
FEV <sub>3</sub> (M ± SD [95 % CI])	91 ± 12 [86–95]	81 ± 14 [73–89]	0,020
FEV <sub>6</sub> (M ± SD [95 % CI])	94 ± 14 [88–99]	83 ± 14 [77–92]	0,042
FEF <sub>75</sub> (M ± SD [95 % CI])	82 ± 25 [72–92]	65 ± 25 [51–79]	0,044

Данные предоперационной ЭХО-КГ показали статистически значимые межгрупповые различия по всем исследуемым показателям (например, ФВ [30,2 %, p < 0,001]; КДО [56,4 %, p < 0,001]) (рис. 1).

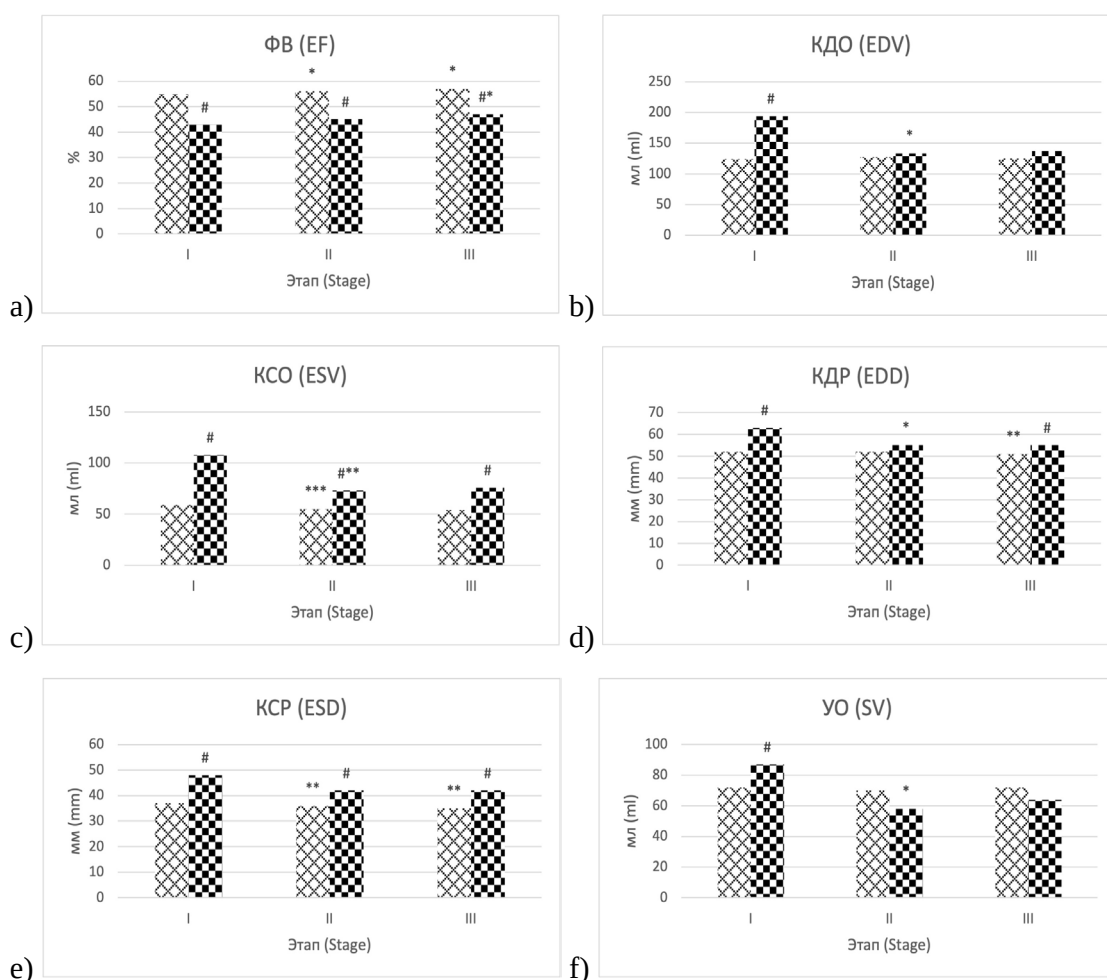
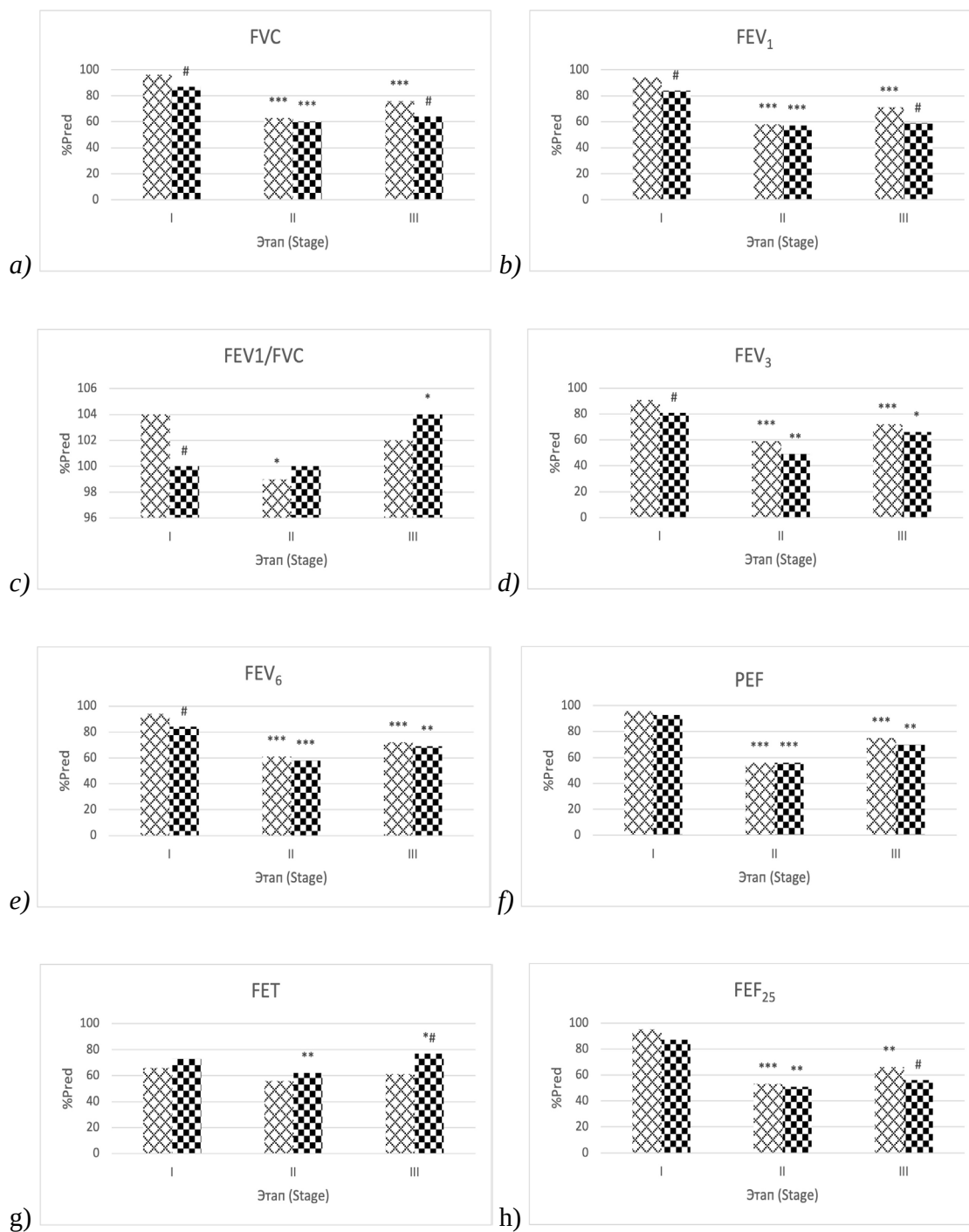


Рис. 1. (a-f) Динамика показателей эхокардиографии у пациентов I и II группы на всех этапах исследования. □ – группа I; ▣ – группа II. Внутригрупповые различия: \* p < 0,05; \*\* p < 0,01; \*\*\* p < 0,001; # – наличие межгрупповых различий

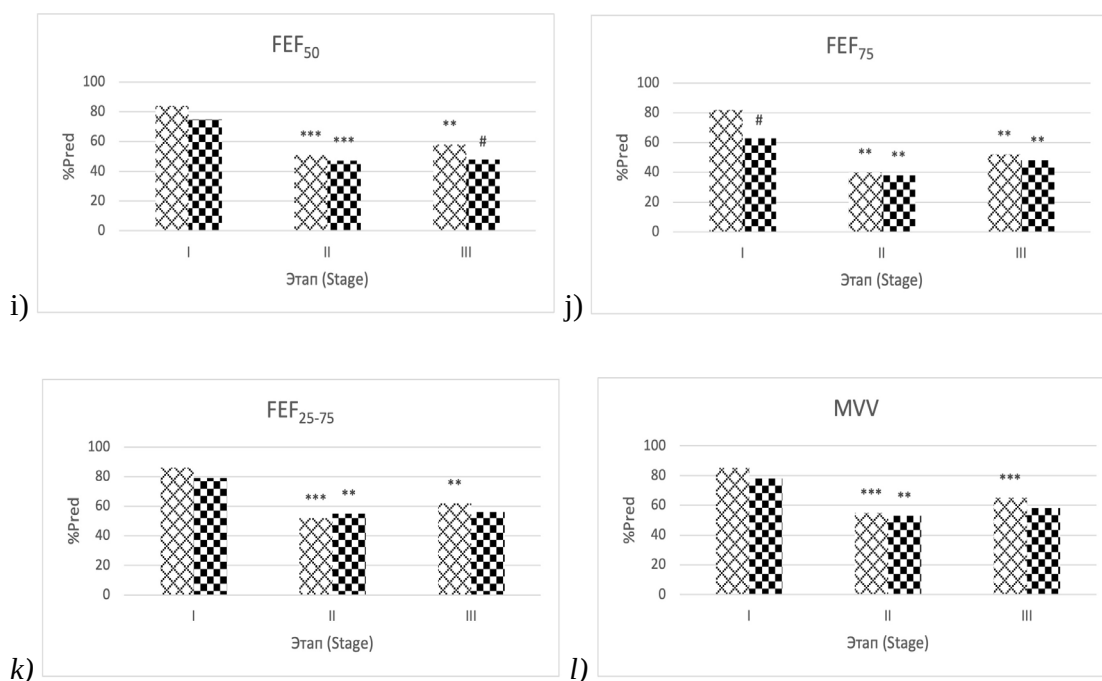
Fig. 1. (a-f) Dynamics of echocardiography indicators in patients of group I and II at all stages of the study. □ – group I; ▣ – group II. Intra-group differences: \* p < 0.05; \*\* p < 0.01; \*\*\* p < 0.001; # – the presence of intergroup differences

На II этапе спирометрические показатели обеих групп снижались по сравнению с результатами до оперативного вмешательства ( $p < 0,05$ ). Причем

выявлено снижение как объемных, так и скоростных показателей (рис. 2). Значимых различий между группами не обнаружено ( $p > 0,05$ ).







**Рис. 2. (а-л)** Динамика показателей спирометрии (%Pred) у пациентов I и II группы на всех этапах исследования на фоне конвенциональной респираторной реабилитации. □ – группа I; ▣ – группа II. Внутригрупповые различия: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; # – наличие межгрупповых различий.

**Fig. 2. (a-l)** Dynamics of spirometry indicators (%Pred) in patients of group I and II at all stages of the study against the background of conventional respiratory rehabilitation. □ – group I; ▣ – group II. Intra-group differences: \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ ; # – the presence of intergroup differences.

Показатели ЭХО-КГ на 2-е сутки после операции (II этап) снижались в обеих группах. В группе II установлено выраженное уменьшение объемных показателей ЛЖ: КДО (22 %,  $p = 0,012$ ), КСО (24 %,  $p = 0,006$ ) и УО (20 %,  $p = 0,014$ ). Кроме того, наблюдались межгрупповые различия показателей ФВ ( $p < 0,001$ ), КСР ( $p = 0,001$ ) и КСО ( $p = 0,006$ ) (рис. 1).

В ходе корреляционного анализа в группе II обнаружена отчетливая обратная взаимосвязь между КДО ЛЖ и скоростными показателями  $FEF_{25}$  ( $r = -0,696$ ,  $p = 0,002$ ) и  $PEF$  ( $r = -0,700$ ,  $p = 0,004$ ).

Анализ индекса десатурации (ИД) выявил во всех группах в ночное время наличие выраженных сонно-дыхательных расстройств на второй послеоперационный день. Так, в I и II группах ИД статистически значимо увеличивается в 2,1 ( $p = 0,008$ ) и 3,4 ( $p < 0,001$ ) раза соответственно. При этом во всех исследованных группах среднее значение  $SpO_2$  в течение сна более 90 %.

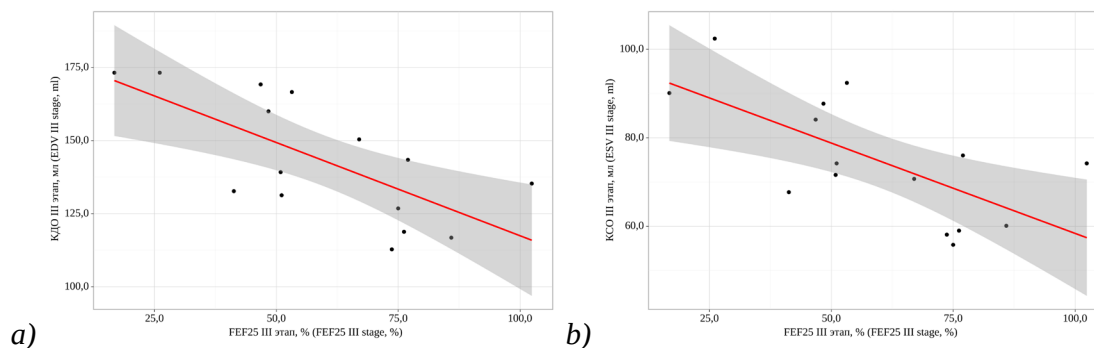
Оценка гидробаланса с помощью интегральной реовазографии на 2–3 сутки после операции показала, что в I и II группах объем общей жидкости (ООЖ) и внеклеточной жидкости (ОВЖ) увеличивается на 21 % ( $p = 0,038$ ), 27 % ( $p = 0,026$ ) и 29 % ( $p = 0,014$ ), 36 % ( $p < 0,001$ ) соответственно.

На III этапе у пациентов группы II не обнаружено статистически значимой положительной динамики по большинству исследуемых показателей спирометрии. В то же время в группе I динамика отмечалась практически по всему спектру анализируемых показателей ( $p < 0,05$ ) (рис. 2). Также обнаружены межгрупповые различия как по объемным (FVC: 15,7 % [ $p = 0,031$ ] и  $FEV_1$ : 16,9 % [ $p = 0,012$ ]), так и по скоростным показателям спирометрии ( $FEF_{25}$ : 15,1 % [ $p = 0,009$ ]);  $FEF_{50}$ : 18,9 % [ $p < 0,001$ ] и FET: 20,7 % [ $p < 0,001$ ]).

По данным ЭХО-КГ к моменту выписки из стационара в группе I происходит постепенное

уменьшение линейных размеров ЛЖ. В группе II показатели ЭХО-КГ с момента операции практически не изменялись. Также обнаружены межгрупповые различия в линейных размерах и объемных показателях ЛЖ (рис. 1).

Корреляционный анализ данных III этапа исследования выявил в группе II обратную взаимосвязь между восстановлением показателя  $FEF_{25}$  и значениями КДО ( $r = -0,689$ ,  $p = 0,024$ ), КСО ( $r = -0,684$ ,  $p = 0,005$ ), а также между PEF и КСР ( $r = -0,669$ ,  $p = 0,049$ ) (рис. 3).



**Рис. 3.** (а–б) Графики регрессионных функций, характеризующие зависимость показателя  $FEF_{25}$  (%Pred) от значений: а) КДО и б) КСО в группе II на III этапе исследования.

**Fig. 3.** (a–b) Graphs of regression functions characterizing the dependence of the  $FEF_{25}$  indicator (%Pred) on the values of: a) EDV and b) ESV in the group II at the III stage of the study.

На 10–12 послеоперационный день ИД в I группе достигает дооперационного уровня, тогда как во II группе этот показатель остается повышенным в 1,56 раза ( $p = 0,006$ ). При выписке у пациентов I группы восстанавливается ООЖ и ОВЖ, тогда как во II группе ОВЖ сохраняется повышенным на 23 % ( $p = 0,022$ ).

Установлено, что в обеих группах изучаемые показатели ФВД не вернулись к своим дооперационным значениям к моменту выписки из стационара как по объемным, так и по скоростным показателям.

Таким образом, анализ результатов исследования показал, что в дооперационном периоде у пациентов с ПИАЛЖ наблюдается снижение объемно-скоростных показателей спирометрии, что, вероятно, обусловлено нарушением системной гемодинамики и развитием ХСН в результате формирования аневризмы левого желудочка. Влияние внутрисердечной гемодинамики на показатели респираторной системы пациентов после ГРЛЖ на II и III этапах исследования также подтверждается наличием обратных корреляционных связей между

объемными, а также линейными характеристиками ЛЖ и скоростными показателями спирометрии у пациентов после ГРЛЖ ( $p < 0,05$ ).

У пациентов обеих групп на 2-е сутки после операции наблюдалось значительное снижение как объемных, так и скоростных показателей ФВД. Причем у пациентов после АКШ снижение было более выраженным, что, очевидно, связано с более высоким исходным уровнем респираторных характеристик в данной группе. Снижение FVC,  $FEV_1$  свидетельствует о рестриктивных нарушениях на 2–3 сутки после операции. Данный характер респираторных нарушений, очевидно, обусловлен увеличением объема внеклеточной жидкости и снижением комплаенса легочной ткани (Magnussen et al., 2017). Кроме того, уменьшение объемных показателей спирометрии является предиктором возникновения воспалительных процессов в легких (Mannino et al., 2003).

В нашем исследовании результаты восстановления респираторных показателей у пациентов после ГРЛЖ к моменту выписки хуже, чем в группе после

АКШ, как по объемным (FVC: 64 % от ожидаемого против 76 % у АКШ), так и по скоростным показателям (FEF<sub>25</sub>: 56 % от ожидаемого против 66 % у АКШ). Анализ скоростных показателей воздушного потока перед выпиской показал, что во II-й группе присутствуют более выраженные нарушения проходимости на уровне проксимальных и средних отделов бронхиального дерева. Так, во II группе FEF<sub>25</sub> и FEF<sub>50</sub> на 15,1 % ( $p=0,009$ ) и 18,9 % ( $p<0,001$ ) меньше, чем в I группе. Выявленные изменения в значительной мере могут быть обусловлены как обструктивными нарушениями, так и сниженным мукоцилиарным клиренсом (Баздырев и др., 2017b), и сохраняющейся кардиальной дисфункцией (Georgiopoulou et al., 2015), так как с момента реконструкции ЛЖ положительная динамика в объемных и линейных показателях ЭХО-КГ в данной группе отсутствовала. Также на восстановление дыхательной функции пациентов с ПИАЛЖ могут влиять более продолжительные этапы хирургического (Баздырев, 2017) и реанимационного лечения (Давидов и др., 2016).

Исходя из результатов исследования видно, что курса конвенциональной респираторной реабилитации длительностью 10–12 дней недостаточно для полного восстановления легочной функции пациентов не только после ГРЛЖ, но и после АКШ. Похожие результаты находят свое отражение в ряде научных работ (Johnson et al., 1995; Westerdahl et al., 2001; Алшибая и др., 2018). Однако стоит учитывать, что параметры ФВД могут не возвращаться к исходным значениям в течение трех (Shenkman et al., 1997) и даже шести недель (van Belle et al., 1992) после операции. Таким образом, у пациентов с сохраняющимся риском развития респираторных осложнений необходимо продолжать восстановительное лечение в рамках второго этапа реабилитации.

## Выводы

Проведенные исследования показали, что у пациентов после ГРЛЖ выявлено более выраженное снижение оксигенации, которое обусловлено как нарушением проходимости на уровне проксималь-

ных и средних бронхов, так и рестриктивными нарушениями, связанными с увеличением объема внеклеточной жидкости. В значительной мере это является патогенетической основой развития респираторных осложнений в раннем послеоперационном периоде. Поэтому данная группа пациентов нуждается в индивидуальной программе респираторной реабилитации, направленной на эффективное восстановление как обструктивных, так и рестриктивных нарушений.

## Библиографический список

1. Алшибая М.М., Мамалыга М.Л., Лобачева Г.В. Эффективность респираторных методов РЕР-терапии и вибрационной РЕР-терапии после аортокоронарного шунтирования // Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2018. Т. 60. № 6. С. 477–482. doi: 10.24022/0236–2791–201860–6–477–482.
2. Баздырев Е.Д. Дисфункция респираторной системы у пациентов с ишемической болезнью сердца после планового проведения коронарного шунтирования // Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний. 2017. Т. 6. № 2. С. 65–78. doi: 10.17802/2306–1278–2017–2–65–78.
3. Баздырев Е.Д., Поликутина О.М., Каличенко Н.А., Слепынина Ю.С., Барбараи О.Л. Кардиореспираторные послеоперационные осложнения у пациентов с ишемической болезнью сердца после планового коронарного шунтирования: связь с функцией легких // Патология кровообращения и кардиохирургия. 2017. Т. 21. № 2. С. 85–97. doi: 10.21688–1681–3472–2017–2–85–97.
4. Баздырев Е.Д., Поликутина О.М., Каличенко Н.А., Слепынина Ю.С., Барбараи О.Л. Нарушение респираторной функции легких у пациентов с ишемической болезнью сердца перед плановым проведением коронарного шунтирования // Сибирское медицинское обозрение. 2017. № 2 (104). С. 77–84. doi: 10.20333/2500136–2017–2–77–84.
5. Давидов Н.Р., Виноградов О.И., Гороховатский Ю.И., Кузнецов А.Н. Полиневропатия критических состояний: причины, диагностика, подходы к лечению и профилактике // Неврологический журнал. 2016. № 1 (21). С. 48–55. doi: 10.18821/1560–9545–2016–21–1–48–55.
6. Российское респираторное общество Спирометрия: методическое руководство // Министерство здравоохранения Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: [https://spulmo.ru/upload/spirometriya\\_18\\_02\\_2022\\_extEd.pdf?t=1](https://spulmo.ru/upload/spirometriya_18_02_2022_extEd.pdf?t=1) (дата обращения: 22.09.2022).
7. Georgiopoulou V.V., Deka A., Li S., Niazi A.A., Farooq K., Kalogeropoulos A.P., et al. Pulmonary function testing and outcomes in subjects with heart failure listed for heart transplantation // Respiratory Care. 2015. V. 60. № 5. P. 731–739. doi: 10.4187/respcare.03709.
8. Johnson D., Kelm C., To T., Hurst T., Naik C., Gulka I., et al. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. // American journal of respiratory and critical care medicine. 1995. V. 152. № 3. P. 953–958. doi: 10.1164/ajrccm.152.3.7663809.

9. Magnussen H., Canepa M., Zambito P.E., Brusasco V., Meinertz T., Rosenkranz S. What can we learn from pulmonary function testing in heart failure? // *European Journal of Heart Failure*. 2017. V. 19. № 10. P. 1222–1229. doi: 10.1002/ejhf.946.
10. Mannino D. M., Ford E.S., Redd S.C. Obstructive and restrictive lung disease and markers of inflammation: data from the Third National Health and Nutrition Examination // *The American journal of medicine*. 2003. V. 114. № 9. P. 758–762. doi: 10.1016/S0002–9343(03)00185–2.
11. Melenovsky V., Andersen M.J., Andress K., Reddy Y.N., Borlaug B.A. Lung congestion in chronic heart failure: haemodynamic, clinical, and prognostic implications // *European Journal of Heart Failure*. 2015. V. 17. № 11. P. 1161–1171. doi: 10.1002/ejhf.417.
12. Mitchell C., Rahko P.S., Blauwet L.A., Canaday B., Finstuen J.A., Foster M.C., et al. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography // *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2019. V. 32. № 1. P. 1–64. DOI: 10.1016/j.echo.2018.06.004.
13. Shenkman Z., Shir Y., Weiss Y.G., Bleiberg B., Gross D. The effects of cardiac surgery on early and late pulmonary functions // *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1997. V. 41. № 9. P. 1193–1199. doi: 10.1111/j.1399–6576.1997.tb04865.x.
14. Sui, Y., Teng, S., Qian, J., Zhao, Z., Zhang, Q., Wu, Y. Treatment outcomes and therapeutic evaluations of patients with left ventricular aneurysm // *Journal of international medical research*. 2019. V. 47. № 1. P. 244–251. doi: 10.1177/0300060518800127.
15. Tikiz H., Atak R., Balbay Y., Genç Y., Kütük E. Left ventricular aneurysm formation after anterior myocardial infarction: clinical and angiographic determinants in 809 patients // *International Journal of Cardiology*. 2002. V. 82. № 1. P. 7–14. doi: 10.1016/S0167–5273(01)00598–8.
16. Vallabhajosyula S., Kanwar S., Aung H., Cheungpasitporn W., Raphael C.E., Gulati R., et al. Temporal Trends and Outcomes of Left Ventricular Aneurysm After Acute Myocardial Infarction // *The American Journal of Cardiology*. 2020. V. 133. P. 32–38. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.07.043.
17. van Belle A.F., Wesseling G.J., Penn O.C.K.M., Wouters E.F.M. Postoperative pulmonary function abnormalities after coronary artery bypass surgery // *Respiratory Medicine*. 1992. V. 86. № 3. P. 195–199. doi: 10.1016/S0954–6111(06)80054–5.
18. Westerdahl E., Lindmark B., Almgren S.-O., Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery—a comparison of three different deep breathing techniques // *Journal of rehabilitation medicine*. 2001. V. 33. № 2. P. 79–84. doi: 10.1080/165019701750098920.
19. Magnussen H., Canepa M., Zambito P.E., Brusasco V., Meinertz T., Rosenkranz S. What can we learn from pulmonary function testing in heart failure? // *European Journal of Heart Failure*. 2017;6(2), 65–78. doi: 10.17802/2306–1278–2017–2–65–78. [In Russian].
20. Bazdyrev ED, Polikutina OM, Kalichenko N A, Slepynina YS, Barbarash OL. Cardiorespiratory complications after coronary artery bypass grafting. *Pathology of blood circulation and cardiac surgery*, 2017;21(2), 85–97. DOI: 10.21688–1681–3472–2017–2–85–97. [In Russian].
21. Bazdyrev ED, Polikutina OM, Kalichenko NA, Slepynina YS, Barbarash OL. Disorders of respiratory function of lungs in patients with ischemic heart disease before planning coronary bypass grafting. *Siberian Medical Review*. 2017b; 2(104):77–84. doi: 10.20333/2500136–2017–2–77–84. [In Russian].
22. Davidov NR, Vinogradov OI, Gorokhovatsky YuI, Kuznetsov AN. Polyneuropathy of critical conditions: causes, diagnosis, management and preventive approaches. *Neurological journal*. 2016;21(1):48–55. doi: 10.18821/1560–9545–2016–21–1–48–55. [In Russian].
23. Georgiopoulou VV, Deka A, Li S, Niazi AA, Farooq K, Ilexopoulos D. (). Pulmonary function testing and outcomes in subjects with heart failure listed for heart transplantation. *Respiratory Care*. 2015;60(5):731–739. doi: 10.4187/respcare.03709.
24. Johnson D, Kelm C, To T, Hurst T, Naik C, Mayers I. Postoperative physical therapy after coronary artery bypass surgery. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1995;152(3):953–958. doi: 10.1164/ajrccm.152.3.7663809.
25. Magnussen H, Canepa M, Zambito PE, Brusasco V, Meinertz T, Rosenkranz S. (). What can we learn from pulmonary function testing in heart failure? *European Journal of Heart Failure*. 2017;19(10):1222–1229. doi: 10.1002/ejhf.946.
26. Mannino DM, Ford ES, Redd SC. Obstructive and restrictive lung disease and markers of inflammation: data from the Third National Health and Nutrition Examination. *The American Journal of Medicine*. 2003;114(9):758–762. doi: 10.1016/S0002–9343(03)00185–2.
27. Melenovsky V, Andersen MJ, Andress K, Reddy YN, Borlaug BA. Lung congestion in chronic heart failure: haemodynamic, clinical, and prognostic implications. *European Journal of Heart Failure*. 2015;17(11):1161–1171. doi: 10.1002/ejhf.417.
28. Mitchell C, Rahko PS, Blauwet LA, Canaday B, Finstuen JA, Velazquez EJ. Guidelines for Performing a Comprehensive Transthoracic Echocardiographic Examination in Adults: Recommendations from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*. 2019;32(1):1–64. doi: 10.1016/j.echo.2018.06.004.
29. Russian respiratory society. Spirometry: a methodological guide. [Accessed 2022 Sep 22]. Available from: [https://spulmo.ru/upload/spirometriya\\_18\\_02\\_2022\\_extEd.pdf?t=1](https://spulmo.ru/upload/spirometriya_18_02_2022_extEd.pdf?t=1). [In Russian].
30. Shenkman Z, Shir Y, Weiss YG, Bleiberg B, Gross D. The effects of cardiac surgery on early and late pulmonary functions. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 1997;41(9):1193–1199. doi: 10.1111/j.1399–6576.1997.tb04865.x.
31. Sui Y, Teng S, Qian J, Zhao Z, Zhang Q, Wu Y. Treatment outcomes and therapeutic evaluations of patients with left ventricular aneurysm. *J Int Med Res*. 2019;47(1):244–251. doi: 10.1177/0300060518800127.
32. Tikiz H, Atak R, Balbay Y, Genç Y, Kütük E. Left ventricular aneurysm formation after anterior myocardial infarction: clinical and

## References

1. Alshibaya MM, Mamalyga ML, Lobacheva GV. The effectiveness of respiratory methods of PEP-therapy and vibrational PEP-therapy after coronary artery bypass grafting. *Thoracic and cardiovascular surgery*. 2018;60(6):477–482. doi: 10.24022/0236–2791–201860–6–477–482. [In Russian].
2. Bazdyrev E D. Dysfunction of the respiratory system in patients with coronary artery disease after planned coronary artery bypass

angiographic determinants in 809 patients. *International Journal of Cardiology*. 2002;82(1):7–14. doi: 10.1016/S0167-5273(01)00598-8.

16. Vallabhajosyula S, Kanwar S, Aung H, Cheungpasitporn W, Raphael CE, Gulati R, Singh M. Temporal Trends and Outcomes of Left Ventricular Aneurysm After Acute Myocardial Infarction. *Am J Cardiol*. 2020;133:32–38. doi: 10.1016/j.amjcard.2020.07.043.

17. van Belle AF, Wesseling GJ, Penn OC, Wouters EF. Postoperative pulmonary function abnormalities after coronary

artery bypass surgery. *Respir Med*. 1992;86(3):195–9. doi: 10.1016/S0954-6111(06)80054-5.

18. Westerdahl E, Lindmark B, Almgren SO, Tenling A. Chest physiotherapy after coronary artery bypass graft surgery — a comparison of three different deep breathing techniques. *J Rehabil Med*. 2003;33(2):79–84. doi: 10.1080/165019701750098920.

*Ответственный за переписку:* Лобачева Галина Васильевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением реанимации и интенсивной терапии Национального медицинского исследовательского центра сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева МЗ РФ, Российская Федерация, 121552, г. Москва, Рублевское шоссе 135, E-mail: gvlobacheva@bakulev.ru

Лобачева Г.В. ORCID 0000-0002-6024-0191

Алшибая М.М. ORCID 0000-0002-8003-5523

Мамалыга М.М. ORCID 0000-0001-9605-254X

Затенко М.А. ORCID 0000-0003-3767-6293

Данилов С.А. ORCID 0000-0002-0525-2069

Арзуманян М.А. ORCID 0000-0002-4309-7899

*Corresponding author:* G.V. Lobacheva — MD, PhD, professor, Head of the Resuscitation and intensive care department, A.N. Bakulev National Medical Research Center for Cardiovascular Surgery of the Ministry of Health of Russian Federation, 121552, Rublevskoe shosse, 135, Moscow, Russian Federation. E-mail: gvlobacheva@bakulev.ru

Lobacheva G.V. ORCID 0000-0002-6024-0191

Alshibaya M.M. ORCID 0000-0002-8003-5523

Mamalyga M.L. ORCID 0000-0001-9605-254X

Zatenko M.A. ORCID 0000-0003-3767-6293

Danilov S.A. ORCID 0000-0002-0525-2069

Arzumanyan M.A. ORCID 0000-0002-4309-7899