

УДК 616.132.2-089.844

<https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-93-100>

Эффекты ранней реабилитации у пациентов с синдромом старческой астении, подвергшихся коронарному шунтированию

Черенева Л.А., Аргунова Ю.А., Белик Е.В., Дылева Ю.А., Груздева О.В., Барбараш О.Л.

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (НИИ КПССЗ)
Россия, 650002, г. Кемерово, бульвар им. акад. Л.С. Барбараша, 6

РЕЗЮМЕ

Цель. Оценить структуру послеоперационных осложнений, динамику параметров трансторакальной эхокардиографии, физической работоспособности и маркеров повреждения миокарда у пациентов с синдромом старческой астении (ССА) в периоперационном периоде коронарного шунтирования (КШ) в зависимости от выбранной программы реабилитации.

Материалы и методы. Исследование включало участие 80 больных со стабильной ишемической болезнью сердца, рандомизированных на две группы. Пациенты первой группы (ранней реабилитации, $n = 36$) проходили программу ранних физических тренировок на беговой дорожке длительностью 14–18 сут. Вторая группа (контрольная, $n = 44$) программу ранних тренировок не проходила. Анализировались показатели ремоделирования миокарда, физическая работоспособность, оцененные спустя 5–6 и 21–23 сут после КШ. Дополнительно оценивали концентрацию биомаркеров повреждения миокарда, включая N-терминальный фрагмент мозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP), интерлейкин (IL) 33 и стимулирующий фактор роста, экспрессирующийся геном 2 (ST2); частоту возникновения и характер интра- и послеоперационных осложнений.

Результаты. Частота возникновения осложнений составила 18% среди проходивших раннюю реабилитацию и 48% в контрольной группе ($p = 0,03$). Шансы развития осложнений были достоверно меньше у пациентов, получавших ранние тренировки по сравнению с пациентами без таковых (отношение шансов 0,34; 95%-й доверительный интервал 0,13–0,92; $p = 0,03$). Фракция выброса левого желудочка снизилась после хирургического вмешательства относительно исходных значений как у пациентов с ранней реабилитацией ($p < 0,001$), так и в контрольной группе ($p = 0,001$). На третьей неделе после КШ у пациентов с ранней реабилитацией было зафиксировано достоверное улучшение показателей пикового потребления кислорода ($p = 0,041$) и толерантности к физической нагрузке ($p < 0,001$), а также снижение уровня NT-proBNP ($p = 0,009$) и ST2 ($p = 0,002$); в контрольной группе – увеличение этих показателей, либо сохранение негативных тенденций.

Заключение. Получены сведения о влиянии ранних физических тренировок на течение послеоперационного периода у пациентов с ССА и КШ одновременно с изучением изменений лабораторных маркеров поражения миокарда и инструментальных признаков его ремоделирования.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, коронарное шунтирование, реабилитация, физические тренировки, сердечная недостаточность, повреждение миокарда

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках фундаментальной темы НИИ КПССЗ № 0419-2022-0002.

Соответствие принципам этики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование одобрено локальным этическим комитетом НИИ КПССЗ (протокол № 10 от 12.10.2021).

Для цитирования: Черенева Л.А., Аргунова Ю.А., Белик Е.В., Дылева Ю.А., Груздева О.В., Барбараш О.Л. Эффекты ранней реабилитации у пациентов с синдромом старческой астении, подвергшихся коро-

наркому шунтированию. *Бюллетень сибирской медицины*. 2026;25(3):93–100. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-93-100>.

Effects of Early Rehabilitation in Patients with Frailty Syndrome Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting

Chereneva L.A., Argunova Y.A., Belik E.V., Dyleva Y.A., Gruzdeva O.V., Barbarash O.L.

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases

6 Academician L.S. Barbarash Blvd., 650002 Kemerovo, Russian Federation

ABSTRACT

Aim. To evaluate the profile of postoperative complications and the dynamics of transthoracic echocardiography parameters, physical performance, and myocardial injury markers in patients with frailty syndrome in the perioperative period of coronary artery bypass grafting (CABG), depending on the chosen rehabilitation program.

Materials and methods. The study included 80 patients with stable coronary artery disease, randomized into two groups. Patients in group 1 (early rehabilitation, $n = 36$) completed an early physical rehabilitation program on a treadmill lasting 14–18 days. Group 2 (control, $n = 44$) did not complete the early training program. Myocardial remodeling parameters using echocardiography and physical performance of the participants, assessed at days 5–6 and 21–23 after CABG, were analyzed. Additionally, the concentration of myocardial injury biomarkers, including N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP), interleukin (IL) 33, and stimulating growth factor gene-derived 2 (ST2), as well as the incidence and nature of intra- and postoperative complications were assessed.

Results. The incidence of complications was 18% among patients who completed the early rehabilitation program and 48% in the control group ($p = 0.03$). The odds of developing complications were significantly lower in patients who were engaged in the early training program compared to those who were not (OR 0.34; 95% CI 0.13–0.92; $p = 0.03$). Left ventricular ejection fraction decreased after surgery relative to baseline values both in group 1 ($p < 0.001$) and in the control group ($p = 0.001$). In the third week after CABG, patients with early rehabilitation showed a significant improvement in peak oxygen consumption ($p = 0.041$) and exercise tolerance ($p < 0.001$), as well as a decrease in NT-proBNP ($p = 0.009$) and ST2 ($p = 0.002$) levels. In the control group, either an increase in these parameters or persisting negative trends were observed.

Conclusion. Data were obtained on the impact of early physical training on the postoperative disease course in patients with frailty syndrome undergoing CABG. The examination of changes in laboratory markers of myocardial damage and instrumental signs of myocardial remodeling was performed.

Keywords: coronary artery disease, coronary artery bypass grafting, rehabilitation, exercise training, heart failure, myocardial injury

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Source of financing. The work was performed within the fundamental research topic of Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases No. 0419-2022-0002.

Conformity with the principles of ethics. All patients signed an informed consent to participate in the study. The study was approved by the local Ethics Committee at Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases (Minutes No.10 dated October 12, 2021).

For citation: Chereneva L.A., Argunova Y.A., Belik E.V., Dyleva Y.A., Gruzdeva O.V., Barbarash O.L. Effects of Early Rehabilitation in Patients with Frailty Syndrome Undergoing Coronary Artery Bypass Grafting. *Bulletin of Siberian Medicine*. 2026;25(3):93–100. <https://doi.org/10.20538/1682-0363-2026-3-93-100>.

ВВЕДЕНИЕ

Занимая ключевое место в структуре кардиоваскулярной заболеваемости и смертности, сердечная недостаточность ишемического генеза превалирует

в когорте пациентов, подвергшихся коронарному шунтированию (КШ) [1]. Увеличение продолжительности жизни и прогрессивное старение популяции в целом, а также меняющийся «портрет» пациента, направляемого на открытое вмешательство на серд-

це, в частности, актуализирует важность выявления и коррекции синдрома старческой астении (ССА). Рассматриваемый в качестве предиктора неблагоприятных исходов хирургического вмешательства, ССА требует разработки мер управления рисками периоперационных осложнений [2]. Ведение послеоперационного периода у пациентов данной категории должно включать, помимо оптимальной медикаментозной терапии, персонализированные меры физической реабилитации [3, 4]. Реабилитационные мероприятия могут быть рассмотрены как один из инструментов управления рисками у пациентов данной категории. Проведенные ранее исследования продемонстрировали безопасность и эффекты кардиопротекции при ранней физической реабилитации у пациентов с ССА, подвергшихся операции КШ [4, 5]. Также отмечено положительное влияние преабиляции на процессы ремоделирования сердца и динамику биохимических маркеров у пациентов, которым выполнена прямая реваскуляризация миокарда [6]. Биохимические маркеры сердечной недостаточности и миокардиального напряжения в данной связи могут выступать критерием эффективности проводимых мероприятий, характеризующим динамические изменения функционального статуса пациента.

Целью исследования явилась оценка течения послеоперационного периода у пациентов с ССА и разной программой реабилитации с анализом параметров ремоделирования миокарда, физической работоспособности и маркеров повреждения миокарда.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Научно-исследовательском институте комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний (г. Кемерово) было проведено исследование, в которое вошли 80 человек, страдающих стабильной ишемической болезнью сердца (ИБС) и готовящихся к операции КШ с применением искусственного кровообращения (ИК). Для включения в группу участники должны были соответствовать следующим критериям: подтвержденный диагноз ИБС, проведение изолированного КШ в условиях ИК, возраст от 60 лет, а также наличие признаков преастении или ССА, выявленных при скрининговом анкетировании с использованием опросника «Возраст не помеха» [7]. Перечень критериев для исключения участников был подробно изложен в предыдущих публикациях [4].

На 5-е или 6-е сут после хирургического вмешательства определялись ключевые показатели трансторакальной эхокардиографии (ЭХО-КГ). Кроме того, оценивались параметры физической выносливости с помощью кардиопульмонального нагрузоч-

ного тестирования (КПНТ), включая пиковое потребление кислорода (VO_2 peak) и толерантность к физическим нагрузкам (ТФН). Эти же диагностические процедуры повторялись в конце стационарного этапа реабилитации (на 21–23-и сут после операции). Развитие и характер послеоперационных осложнений анализировались на протяжении всего госпитального этапа реабилитации.

Для количественного определения уровня биомаркеров кардиального повреждения (N-терминального фрагмента мозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP), интерлейкина (IL) 33 и стимулирующего фактора роста, экспрессирующегося геном 2 (ST2)) был применен иммуноферментный анализ. Концентрация данных маркеров определялась у пациентов обеих групп на нескольких этапах: до операции КШ (1-я точка); на 5–6-е сут после хирургического вмешательства, перед стартом реабилитационных занятий (2-я точка); на 21–23-е сут после завершения программы тренировок (3-я точка). В работе использовались следующие тест-системы ИФА: для NT-proBNP – Biomedica, Вена, Австрия; для ST2 – Critical diagnostics, Сан-Диего, США; для IL-33 – Invitrogen, Сан-Диего, США. У здоровых лиц средние значения этих показателей были следующими: NT-proBNP – 49,155 пг/мл, ST2 – 18,8 нг/мл, IL-33 – менее 10–20 пг/мл.

Распределение участников по группам в зависимости от программы ранней реабилитации осуществлялось методом конвертов. У 36 пациентов, включенных в группу ранней реабилитации, с 7-х сут послеоперационного периода начинались ежедневные занятия на беговой дорожке. Каждое тренировочное занятие включало: пятиминутную разминку, основной тренировочный блок продолжительностью 5–30 мин и пятиминутную заминку. На этапах разминки и заминки пациенты ходили со скоростью 1,5 км/ч, тогда как интенсивность ходьбы в основном периоде устанавливалась на уровне 60% от VO_2 peak. Детальная методика расчета описана в предыдущих публикациях [4]. Тренировки продолжались и на втором этапе реабилитации, вплоть до перевода пациента на амбулаторное наблюдение. Помимо описанных тренировок, пациенты получали лечебную и дыхательную гимнастику, занятия дозированной и прогулочной ходьбой [3, 5]. В отличие от этого 44 человека из контрольной группы не участвовали в ранних тредмил-тренировках, но получали другие описанные виды физической реабилитации.

Статистический анализ выполнялся с помощью Statistica 10.0 (Statsoft, США) и предполагал расчет абсолютных значений и их долей в процентах, медианы и интерквартильного размаха $Me [Q_1; Q_3]$,

а также значения среднего и стандартного отклонения $M + \sigma$. Соответствие нормальному распределению выполнялось с помощью критерия Шапиро – Уилка. проверка гипотезы о равенстве дисперсий проводилась с помощью критерия Левена. В нормально распределенных совокупностях и равенстве дисперсий применялись t -критерий Стьюдента для независимых выборок и парный t -критерий для зависимых выборок. В случае отсутствия признаков нормального распределения и неравенстве дисперсий – критерии Манна – Уитни для независимых выборок, Вилкоксона для зависимых выборок. Для анализа категориальных данных использовался критерий χ^2 Пирсона с поправкой Йетса. Для оценки динамики показателей в трех и более точках наблюдения применялся критерий Фридмана с последующим попарным сравнением с коррекцией уровня значимости по методу Бонферрони для решения проблемы множественных сравнений. Уровень статистической значимости различий p принимался $< 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первым этапом был проведен анализ клиничко-анамнестических характеристик пациентов изучаемых групп, которые не имели достоверных различий. Возраст пациентов группы ранней реабилитации ($n = 36$) и группы контроля ($n = 44$) составил 68,0 [65,2; 69,7] и 68,0 [62,0; 72,5] лет соответственно ($p = 0,64$). Пациенты мужского пола составили 16 (45%) и 26 (59%) соответственно, $p = 0,19$.

В обеих группах преобладали пациенты с артериальной гипертензией (36 (100%) и 41 (93%) соответственно, $p = 0,94$), II функциональным классом (ФК) стенокардии (24 (67%) и 26 (59%) соответственно,

$p = 0,72$) и II ФК хронической сердечной недостаточности (ХСН) по классификации NYHA (31 (94%) и 35 (80%) соответственно, $p = 0,17$). В группе ранней реабилитации 2 (6%) пациентов имели фибрилляцию предсердий и 1 (3%) – перенесенное острое нарушение мозгового кровообращения, в группе контроля – 4 (9%) и 3 (7%) пациента соответственно ($p = 0,3$ и $p = 0,55$). Сахарным диабетом страдали 9 (25%) пациентов группы ранней реабилитации и 9 (20%) – группы контроля ($p = 0,92$). По основным параметрам интраоперационного периода и особенностям применяемого анестезиологического пособия группы также не имели значимых различий.

В течение периода пребывания пациентов на первом и втором стационарных этапах реабилитации проводилась оценка частоты и структуры послеоперационных осложнений, включая инфаркт миокарда, нарушения сердечного ритма, прогрессирование сердечной недостаточности, потребовавшее инотропной поддержки, а также гидроторакс, пневмоторакс, гидроперикард, требующие проведения пункции или дренирования, и необходимость повторного хирургического вмешательства. За комбинированную конечную точку принималось суммарное число осложнений, зарегистрированных в госпитальном периоде. Анализ показал, что описанные нежелательные события встречались у 18% участников, получавших раннюю реабилитацию, тогда как в контрольной группе их частота достигала 48% ($p = 0,03$). Включение пациентов в программу ранней реабилитации было сопряжено с существенным уменьшением шансов возникновения послеоперационных осложнений в 2,9 раза (ОШ = 0,34; 95%-й доверительный интервал (95-й ДИ) составил 0,13–0,92) (рис.).

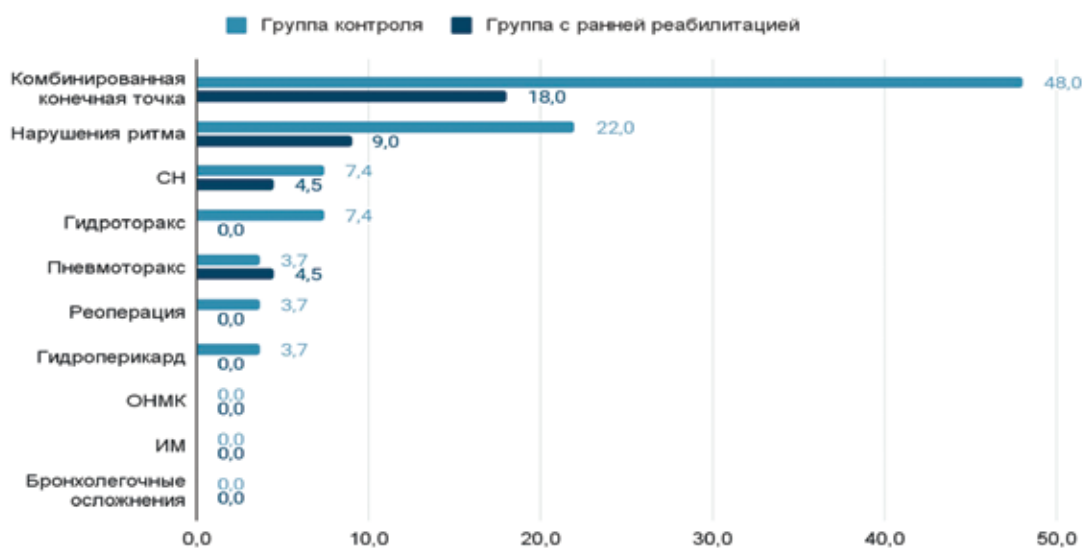


Рисунок. Осложнения послеоперационного периода в зависимости от подхода к ранней реабилитации

Через 5–6 сут после КШ участники обеих групп демонстрировали сниженный уровень функциональной активности. Завершение программы тренировок (21–23-и сут после хирургического вмешательства) сопровождалось значимым увеличением $\text{VO}_2 \text{ peak}$ ($p = 0,041$) и ТФН ($p < 0,001$) среди пациентов группы ранней реабилитации по сравнению с контрольной группой. Отмечено отсутствие осложнений, обусловленных проводимой программой тренировок (табл. 1).

С учетом полученных клинических данных и необходимости их объективизации с использованием инструментальных и лабораторных методов на следующем этапе исследования была оценена динамика ключевых биомаркеров повреждения миокарда – NT-proBNP, ST2 и IL-33 в сочетании с анализом показателей эхокардиографии (табл. 2).

В послеоперационном периоде произошло ожидаемое снижение фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) относительно предоперационных показателей. В группе ранней реабилитации с 65,0 [62,0; 67,0] до 58,0 [56,0; 64,0]% ($p < 0,001$), в группе

контроля – с 64,0 [61,5; 67,3] до 57,0 [52,8; 64,0]% ($p = 0,001$), что объясняется хирургической «травмой» и последствиями кардиоплегии. При этом в группе ранней реабилитации регистрировался прирост КСР ($p = 0,3$) и КСО ($p = 0,38$) по сравнению с дооперационными на 1 и 3% соответственно; а в группе контроля – на 3 и 16% ($p = 0,86$ и $p = 0,62$ соответственно). Значения диастолических размера и объема показали достоверную динамику их сокращения в группе ранней реабилитации и в группе контроля.

Уровень NT-proBNP в группе ранней реабилитации продемонстрировал статистически значимое снижение к 21–23-м сут после операции ($p = 0,009$) по сравнению с дооперационным, тогда как в группе контроля отмечалось повышение данного маркера ($p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о снижении миокардиального стресса и внутрисердечного давления наполнения в группе пациентов, получавших персонифицированную физическую реабилитацию, что согласуется с улучшением диастолических параметров левого желудочка (табл. 3).

Концентрация ST2 в группе ранней реабилитации

Таблица 1

Результаты кардиопульмонального нагрузочного теста в группах исследования								
Показатель	Предоперационный период		p_{1-2}	21–23-и сут после КШ		p_{3-4}	Динамика параметров	
	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$		Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$		p_{1-3}	p_{2-4}
	1	2		3	4			
$\text{VO}_2 \text{ peak}$, мл/кг/мин, $M (\sigma)$	9,6 (3,3)	9,7 (3,4)	0,89	10,9 (3,6)	12,6 (3,5)	0,04	<0,001	<0,001
АП, мл/кг/мин, $Me [Q_1; Q_3]$	8,2 [7,0; 10,2]	7,7 [6,9; 11,0]	0,79	9,2 (2,7)	9,6 (3,4)	0,57	0,01	<0,001
ТФН, Вт, $Me [Q_1; Q_3]$	50,0 [25,0; 50,0]	50,0 [43,7; 50,0]	0,18	50,0 [25,0; 50,0]	75,0 [68,7; 75,0]	< 0,001	0,92	<0,001

Примечание. АП – анаэробный порог.

Таблица 2

Основные эхокардиографические параметры пациентов в группах исследования, $Me [Q_1; Q_3]$								
Показатель	Предоперационный период		p_{1-2}	21–23-и сут после КШ		p_{3-4}	Динамика параметров	
	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$		Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$		p_{1-3}	p_{2-4}
	1	2		3	4			
КСР ЛЖ, см	3,4 [3,0; 3,5]	3,4 [3,2; 3,5]	0,33	3,5 [3,2; 4,0]	3,4 [3,1; 3,7]	0,24	0,86	0,30
КДР ЛЖ, см	5,2 [4,8; 5,4]	5,3 [5,1; 5,5]	0,22	5,0 [4,6; 5,3]	5,2 [4,9; 5,5]	0,08	0,01	0,004
КСО ЛЖ, мл	44,0 [35,0; 51,0]	45,5 [41,0; 51,0]	0,16	51,0 [41,0; 70,0]	47,0 [38,7; 58,0]	0,24	0,62	0,38
КДО ЛЖ, мл	130,0 [107,2; 141,0]	132,5 [118,0; 147,0]	0,08	118,0 [97,0; 135,0]	127,0 [113,0; 147,0]	0,07	0,01	0,02

Примечание. КДО ЛЖ – конечный диастолический объем левого желудочка; КДР ЛЖ – конечный диастолический размер левого желудочка; КСО ЛЖ – конечный систолический объем левого желудочка; КСР ЛЖ – конечный систолический размер левого желудочка.

Таблица 3

Уровень NT-proBNP в сыворотке крови в группах исследования, пг/мл, $Me [Q_1; Q_3]$			
Показатель	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$	p
1-я точка – предоперационный этап	45,0 [14,5; 80,7]	41,4 [12,4; 71,2]	0,25
2-я точка – 5–6-е сут после КШ	67,0 [24,6; 135,5]	33,6 [17,9; 54,4]	0,01
3-я точка – 21–23-и сут после КШ	149,3 [29,4; 263,9]	31,1 [10,3; 59,2]	0,002

снизилась к 21–23-м сут ($p = 0,002$) по сравнению с таковым на 5–6-е сут, что может свидетельствовать о снижении активности процессов фиброза и ремоделирования миокарда. В группе контроля уровень ST2, напротив, оставался повышенным (табл. 4). Учитывая, что ST2 является валидированным маркером неблагоприятного фиброзирующего ремоделирования миокарда, эти данные подчеркивают возможности реализации кардиопротективного эффекта ранней реабилитации.

Таблица 4

Уровень ST2 в сыворотке крови в группах исследования, пг/мл, Me [Q_1 ; Q_3]			
Показатель	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$	p
1-я точка – предоперационный этап	20,8 [16,7; 23,3]	19,6 [15,0; 22,7]	0,32
2-я точка – 5–6-е сут после КШ	29,0 [23,7; 36,7]	26,3 [20,9; 37,0]	0,31
3-я точка – 21–23-и сут после КШ	26,0 [19,9; 36,4]	21,0 [17,0; 24,6]	0,002
p	$p < 0,001$ $p_{1,2} < 0,001$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} = 0,06$	$p = 0,001$ $p_{1,2} = 0,001$ $p_{1,3} = 0,04$ $p_{2,3} = 0,002$	–

Динамика IL-33 также различалась между исследуемыми группами. В группе ранней реабилитации отмечена тенденция к снижению концентрации IL-33 к 21–23-м сут после операции ($p = 0,02$) по сравнению с таковым на 5–6-е сут, что может отражать тренд к нормализации регуляторных и противовоспалительных процессов в миокарде после хирургического вмешательства. В группе контроля концентрация IL-33 оставалась стабильной. Принимая во внимание роль IL-33 как одного из медиаторов иммунного ответа и фактора, вовлеченного в процессы регенерации миокарда, наблюдаемая динамика может свидетельствовать в пользу более благоприятного хода репаративных процессов на фоне контролируемых ранних физических тренировок (табл. 5).

Таблица 5

Уровень IL-33 в сыворотке крови в группах исследования, пг/мл, Me [Q_1 ; Q_3]			
Показатель	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$	p
1-я точка – предоперационный этап	3,0 [2,6; 3,9]	3,6 [2,9; 4,5]	0,31
2-я точка – 5–6-е сут после КШ	3,9 [2,9; 5,8]	3,4 [2,5; 6,4]	0,62
3-я точка – 21–23-и сут после КШ	4,1 [3,1; 5,4]	3,2 [1,9; 5,0]	0,03

Окончание табл. 5

Показатель	Группа контроля, $n = 44$	Группа ранней реабилитации, $n = 36$	p
p	$p < 0,001$ $p_{1,2} < 0,01$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} = 0,99$	$p = 0,020$ $p_{1,2} < 0,19$ $p_{1,3} < 0,001$ $p_{2,3} = 0,02$	–

ОБСУЖДЕНИЕ

Пациенты с ССА, как показано в ряде исследований, характеризуются повышенным риском послеоперационных осложнений, удлинением сроков восстановления и более выраженным неблагоприятным ремоделированием миокарда, что актуализирует важность совершенствования подходов к управлению рисками [1, 2]. Важным практическим результатом является продемонстрированное снижение частоты послеоперационных осложнений в группе ранней реабилитации, что подчеркивает ее значимость как инструмента вторичной профилактики в госпитальный период. Полученные данные также согласуются с результатами ряда работ, где подчеркивалась безопасность и эффективность программ физической реабилитации у пожилых пациентов после хирургической реваскуляризации [8, 9]. Однако анализ ранее опубликованных работ показывает, что пожилые пациенты во многих случаях не включались в клинические исследования вследствие предполагаемой низкой ТФН [10, 11]. Настоящее исследование демонстрирует, что при персонифицированном подходе физическая реабилитация в рассматриваемой категории пациентов не только безопасна, но и ассоциирована с улучшением исходов.

Одним из эффектов кардиореабилитации является оптимизация процессов ремоделирования миокарда у пациентов с ХСН. Полученные результаты согласуются с данными ранее опубликованных исследований. Так, A. Ghardashi-Afousi и соавт. показали, что у пациентов после КШ шестинедельный курс интервальных тредмил-тренировок сопровождался не только увеличением ФВ ЛЖ, но и признаками его благоприятного ремоделирования, включая снижение КСО [12]. Аналогичные эффекты были продемонстрированы у пациентов с ХСН и систолической дисфункцией ЛЖ. Проведение низкоинтенсивных тредмил-тренировок продолжительностью 24 нед ассоциировалось с уменьшением размеров и объемов ЛЖ в сочетании с приростом ФВ ЛЖ [13].

В качестве одного из критериев эффективности кардиореабилитации, в том числе в отношении ремоделирования миокарда, могут быть использованы биохимические маркеры повреждения миокарда и

оценка их динамики. В исследуемой когорте в группе ранней реабилитации наблюдалось статистически значимое снижение NT-proBNP, тогда как в группе контроля – его повышение. Эти данные подтверждают ранее опубликованные результаты, демонстрирующие, что индивидуально подобранная физическая активность способствует улучшению диастолической функции ЛЖ и снижению давления наполнения [5].

В настоящее время демонстрируется вклад IL-33 и ST2 в патогенез ряда хронических заболеваний, в том числе ХСН. Доказана роль IL-33 тканевого барьерного компонента, который высвобождается из поврежденных клеток в ответ на воспалительные стимулы или повреждение клеток. ST2 преимущественно экспрессируется иммунными клетками, участвующими во врожденном иммунитете, а также клетками, участвующими в адаптивном иммунитете. Проведенный в представленном исследовании анализ динамики данных маркеров подчеркивает возможный противифибротический и антиапоптотический эффекты ранней реабилитации [14].

Важно отметить, что повышение ST2 ассоциировано с неблагоприятными исходами при ХСН и острых коронарных синдромах, а снижение ST2 на 3-й нед у пациентов с ранней реабилитацией может свидетельствовать о снижении фибротической активности миокарда и более благоприятном процессе ремоделирования. В свою очередь, IL-33, обладающий кардиопротективными свойствами, демонстрировал тенденцию к снижению в группе ранней реабилитации, что можно интерпретировать как признак нормализации регенеративных процессов после КШ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты настоящего исследования демонстрируют, что ранняя физическая реабилитация у пациентов с ССА после операции КШ безопасна, клинически оправдана и обладает кардиопротективным эффектом. Учитывая высокий риск функционального ухудшения и утраты самостоятельности у пациентов с ССА, данные о позитивном влиянии физических тренировок могут быть использованы для оптимизации послеоперационного ведения данной группы пациентов с целью повышения эффективности проведенного вмешательства.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Neumann F.-J., Sousa-Uva M., Ahlsson A., Alfonso F., Banning A.P., Benedetto U. et al. 2018 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization. *Eur. Heart J.* 2019;40(2):87–165. DOI: 10.1093/eurheartj/ehy394.
2. Testa G., Liguori I., Curcio F., Russo G., Bulli G., Galizia G. et al. Multidimensional frailty evaluation in elderly outpatients with chronic heart failure: A prospective study. *Eur. J. Pre. Cardiol.* 2019;26(10):1115–1117. DOI: 10.1177/2047487319827460.
3. Kehler D.S., Giacomantonio N., Firth W., Blanchard C.M., Rockwood K., Theou O. Association between cardiac rehabilitation and frailty. *Can. J. Cardiol.* 2020;36(4):482–489. DOI: 10.1016/j.cjca.2019.08.032.
4. Аргунова Ю.А., Помешкина С.А., Барбараш О.Л. Ранняя физическая реабилитация пациентов с коронарным шунтированием и синдромом старческой астении. *Вестник восстановительной медицины.* 2022;21(3):72–80. DOI: 10.38025/2078-1962-2022-21-3-72-80.
5. Аргунова Ю.А., Помешкина С.А., Барбараш О.Л. Кардиореабилитация при синдроме старческой астении. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2020;9(4):71–79. DOI: 10.17802/2306-1278-2020-9-4-71-79.
6. Аргунова Ю.А., Белик Е.В., Моськин Е.Г., Груздева О.В., Помешкина С.А., Барбараш О.Л. Динамика маркеров повреждения миокарда в периоперационном периоде коронарного шунтирования в зависимости от программы реабилитации. *Комплексные проблемы сердечно-сосудистых заболеваний.* 2019;8(4):82–92. DOI: 10.17802/2306-1278-2019-8-4-82-92.
7. Ткачева О.Н., Котовская Ю.В., Рунихина Н.К., Фролова Е.В., Наумов А.В., Воробьева Н.М. и др. Клинические рекомендации «Старческая астения». *Российский журнал гериатрической медицины.* 2025;1(21):6–48. DOI: 10.37586/2686-8636-1-2025-6-48.
8. Таран И.Н., Аргунова Ю.А., Помешкина С.А., Барбараш О.Л. Влияние ранней программы реабилитации с аэробными нагрузками на течение послеоперационного периода у пациентов с коронарным шунтированием. *Профилактическая медицина.* 2021;24(1):86–92. DOI: 10.17116/profmed20212401186.
9. Sanada S., Hakuno D., Higgins L.J., Schreiter E.R., McKenzie A.N., Lee R.T. IL-33 and ST2 comprise a critical cardioprotective signaling system. *J. Clin. Invest.* 2007;117(6):1538–1549. DOI: 10.1172/JCI30634.
10. Bayes-Genis A., Januzzi J.L. Jr., Gaggin H.K., Richards A.M. Soluble ST2 and NT-proBNP improve prediction of cardiovascular events and death in patients with heart failure. *JACC.* 2014;63(7):654–662. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.09.061.
11. Marchionni N., Fattiolli F., Fumagalli S., Oldridge N., Del Lungo F., Morosi L. et al. Long-term effects of cardiac rehabilitation and exercise training in elderly patients after myocardial revascularization and functional recovery. *Circulation.* 2003;108(5):554–560. DOI: 10.1161/01.CIR.0000081770.55487.20.
12. Ghardashi-Afousi A., Holisaz M.T., Shirvani H., Pishgoo B. The effects of low-volume high-intensity interval versus moderate-intensity continuous training on heart rate variability and hemodynamic and echocardiographic indices in men after coronary artery bypass grafting: A randomized clinical trial. *ARYA Atherosclerosis.* 2018;14(6):260–271. DOI: 10.22122/arya.v14i6.1781.
13. Hassanpour Dehkordi A., Khaledi Far A. Effect of exercise training on the quality of life and echocardiographic para-

meter of systolic function in patients with chronic heart failure: A randomized trial. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2015;6(1): e22643. DOI: 10.5812/asjms.22643.

14. Wassenaar J.W., Dastidar A.G., Gupta A., Gollob M.H., Schi-

rone L., Ferrari R. et al. Targeting IL-33/ST2 signaling alters cardiac structure and function in hypertensive heart disease. *JACC: Basic to Translational Science*. 2025;10(1):1–13. DOI: 10.1016/j.jacbs.2024.09.006.

Вклад авторов

Черенева Л.А. – анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи. Аргунова Ю.А. – разработка концепции и дизайна, анализ и интерпретация данных, написание текста рукописи. Белик Е.В. – анализ и интерпретация данных. Дылева Ю.А. – анализ и интерпретация данных. Груздева О.В. – проверка критически важного интеллектуального содержания. Барбараш О.Л. – проверка критически важного интеллектуального содержания, окончательное утверждение для публикации рукописи.

Информация об авторах

Черенева Луиза Алимовна – лаборант, лаборатория реабилитации отдела клинической кардиологии, НИИ КПССЗ, г. Кемерово, luizachereneva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-9653-6843>

Аргунова Юлия Александровна – д-р мед. наук, зав. лабораторией реабилитации отдела клинической кардиологии, НИИ КПССЗ, г. Кемерово, argunova-u@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8079-5397>

Белик Екатерина Владимировна – канд. мед. наук., науч. сотрудник, лаборатория исследований гомеостаза отдела экспериментальной медицины, НИИ КПССЗ, г. Кемерово, sionina.ev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3996-3325>

Дылева Юлия Александровна – канд. мед. наук., ст. науч. сотрудник, лаборатория исследований гомеостаза отдела экспериментальной медицины, НИИ КПССЗ, г. Кемерово, dyleva87@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6890-3287>

Груздева Ольга Викторовна – д-р мед. наук, профессор, профессор РАН, зав. лабораторией исследований гомеостаза отдела экспериментальной медицины, НИИ КПССЗ, г. Кемерово, o_gruzdeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7780-829X>

Барбараш Ольга Леонидовна – д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор НИИ КПССЗ, г. Кемерово, olb61@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4642-3610>

(✉) Аргунова Юлия Александровна, argunova-u@mail.ru

Поступила в редакцию 22.01.2026;
одобрена после рецензирования 12.02.2026;
принята к публикации 19.02.2026