

Особенности гемодинамики и толерантность к физической нагрузке пациентов с фибрилляцией предсердий в процессе механотерапии после ишемического инсульта

Жарикова Е. В., Починка И. Г., Антонова В. А., Шахов Е. Б.

ФГБОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Минздрава России. Нижний Новгород, Россия

Цель. Изучить особенности гемодинамики и толерантность к физической нагрузке в процессе механотерапии у пациентов после перенесенного ишемического инсульта (ИИ).

Материал и методы. В исследование включены 80 пациентов, перенесших ИИ. Средний возраст — 61,0±10,5 лет, давность ИИ — 13,1±8,5 мес., 4 балла по шкале реабилитационной маршрутизации, 50 пациентов с синусовым ритмом, 10 с пароксизмальной формой фибрилляции предсердий (ФП), 20 с постоянной ФП. По классификации TOAST (Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment) ИИ: 21 пациент с атеротромботическим инсультом, 30 пациентов с кардиоэмболическим инсультом, 29 пациентов с инсультом неустановленной этиологии. Проведены обследования: эхокардиография с оценкой глобального продольного стрейна левого желудочка, анализ крови с определением уровня N-концевого промозгового натрийуретического пептида (NT-proBNP). Механотерапия проводилась ежедневно на тренажере Reck MOTomed muvi (Германия) с оценкой гемодинамики во время тренировок в 1-й и 12-й день.

Результаты. Пациенты с ФП, в отличие от пациентов с синусовым ритмом, были достоверно старше (65,7±7,2 vs 58,0±11,2 лет; $p=0,002$), имели более высокий уровень NTproBNP (192,1 [30,3; 282,2] vs 15,7 [0; 16,2] пг/мл; $p<0,001$). У пациентов с синусовым ритмом, по сравнению с пациентами с постоянной формой ФП, выше фракция выброса левого желудочка — 59,4±4,8 vs 52,7±6,6% ($p<0,001$), меньше индексированный объем левого предсердия — 20,2±7,9 vs 45,0±15,6 мл/мин ($p<0,001$), выше глобальный продольный стрейн ЛЖ в абсолютных значениях — -16,4±2,0 vs -11,7±2,5% ($p<0,001$). В 1-й день механотерапии пациенты с синусовым ритмом демонстрируют большую дистанцию нагрузки и большее значение максимального потребления кислорода по сравнению с пациентами с постоянной формой ФП. К 12 дню реабилитации отмечается достоверное увеличение дистанции нагрузки в обеих группах — с синусовым ритмом 1,9±0,9 vs 2,4±0,9 км ($p<0,001$), с постоянной формой ФП 1,3±0,5 vs 1,8±0,9 км

($p=0,005$). У всех пациентов вне зависимости от наличия ФП клинически значимых нарушений гемодинамики в ходе механотерапии не выявлено.

Заключение. При механотерапии пациенты с ФП демонстрируют статистически значимо меньшую переносимость физической нагрузки по сравнению с пациентами с синусовым ритмом. Наличие постоянной ФП частично лимитирует результативность механотерапии: к 12 дню тренировок пациенты достигают увеличения дистанции, но нарастания мощности достичь не удается. Показатели гемодинамики в ходе выполнения нагрузки не ограничивали возможность проведения тренировок как у больных с синусовым ритмом, так и при ФП. Механотерапия в рамках индивидуализированной программы реабилитации после ИИ не провоцирует приступы аритмии у больных с пароксизмальной ФП.

Ключевые слова: ишемический инсульт, фибрилляция предсердий, механотерапия, реабилитация, гемодинамика, эхокардиография, максимальное потребление кислорода.

Отношения и деятельность: нет.

Поступила 18/06-2025

Рецензия получена 03/07-2025

Принята к публикации 12/09-2025



Для цитирования: Жарикова Е. В., Починка И. Г., Антонова В. А., Шахов Е. Б. Особенности гемодинамики и толерантность к физической нагрузке пациентов с фибрилляцией предсердий в процессе механотерапии после ишемического инсульта. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2026;25(2):4473. doi: 10.15829/1728-8800-2026-4473. EDN: QGPHIP

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: elena21102005@yandex.ru

[Жарикова Е. В. — врач-кардиолог, ORCID: 0000-0002-1640-7732, Починка И. Г. — д.м.н., зав. кафедрой эндокринологии и внутренних болезней, ORCID: 0000-0001-5709-0703, Антонова В. А. — к.м.н., зав. отделением "Медицинская реабилитация пациентов с заболеваниями центральной нервной системы", ORCID: 0009-0008-5496-4987, Шахов Е. Б. — д.м.н., профессор кафедры РЭДИЛ ФДПО, ORCID: 0000-0002-4967-3252].

Адрес организации авторов: ФГБОУ ВО "Приволжский исследовательский медицинский университет" Минздрава России, пл. Минина и Пожарского, д.10/1, Нижний Новгород, 603950, Россия.

Addresses of the authors' institutions: Privolzhsky Research Medical University, Minin and Pozharsky Square, 10/1, Nizhny Novgorod, 603950, Russia.

Hemodynamic characteristics and exercise tolerance in patients with atrial fibrillation during mechanotherapy after ischemic stroke

Zharikova E. V., Pochinka I. G., Antonova V. A., Shakhov E. B.
Privolzhsky Research Medical University. Nizhny Novgorod, Russia

Aim. To study hemodynamic characteristics and exercise tolerance during mechanotherapy in patients after ischemic stroke (IS).

Material and methods. The study included 80 patients after IS. Mean age was $61,0 \pm 10,5$ years, while the duration of ischemic stroke — $13,1 \pm 8,5$ months. Rehabilitation routing score was 4. Fifty patients have sinus rhythm, while 10 — paroxysmal atrial fibrillation (AF), and 20 — permanent AF. According to Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment (TOAST) classification, there were 21 patients with atherothrombotic stroke, 30 patients with cardioembolic stroke, 29 patients with stroke of unknown etiology. The following examinations were performed: echocardiography with assessment of left ventricular (LV) global longitudinal strain (GLS), blood test with assessment of N-terminal pro-brain natriuretic peptide (NT-proBNP). Mechanotherapy was performed daily on a Reck MOTomed muvi simulator (Germany), with hemodynamic assessment during training on days 1 and 12.

Results. Patients with AF, compared with patients in sinus rhythm, were significantly older ($65,7 \pm 7,2$ vs. $58,0 \pm 11,2$ years; $p=0,002$) and had higher NTproBNP levels ($192,1 [30,3; 282,2]$ vs. $15,7 [0; 16,2]$ pg/ml; $p<0,001$). In patients with sinus rhythm, compared with patients with permanent AF, the LV ejection fraction was higher — $59,4 \pm 4,8$ vs $52,7 \pm 6,6\%$ ($p<0,001$), the left atrial volume index was lower — $20,2 \pm 7,9$ vs $45,0 \pm 15,6$ ml/min ($p<0,001$), the LV GLS in absolute values was higher — $-16,4 \pm 2,0$ vs $-11,7 \pm 2,5\%$ ($p<0,001$). On the 1st day of mechanotherapy, patients with sinus rhythm demonstrate a greater exercise distance and a higher value of maximum oxygen consumption compared with patients with permanent AF. By the 12th day of rehabilitation, a significant increase in exercise distance was observed in both groups as follows: in sinus rhythm, $1,9 \pm 0,9$ km vs $2,4 \pm 0,9$ km ($p<0,001$), and in persistent AF, $1,3 \pm 0,5$ km vs $1,8 \pm 0,9$ km ($p=0,005$). No clinically significant hemodynamic disturbances were observed during mechanotherapy in any patient, regardless of AF.

Conclusion. During mechanotherapy, patients with AF demonstrated significantly lower exercise tolerance compared to patients with sinus rhythm. Persistent AF partially limited the effectiveness of mechanotherapy: by the 12th day of training, patients achieved an increase in distance, but no increase in power was achieved. Hemodynamic parameters during exercise did not limit training in either patients with sinus rhythm or AF. Mechanotherapy as part of an individualized rehabilitation program after IS did not provoke arrhythmia attacks in patients with paroxysmal AF.

Keywords: ischemic stroke, atrial fibrillation, mechanotherapy, rehabilitation, hemodynamics, echocardiography, maximum oxygen consumption.

Relationships and Activities: none.

Zharikova E. V.* ORCID: 0000-0002-1640-7732, Pochinka I. G. ORCID: 0000-0001-5709-0703, Antonova V. A. ORCID: 0009-0008-5496-4987, Shakhov E. B. ORCID: 0000-0002-4967-3252.

*Corresponding author:
elena21102005@yandex.ru

Received: 18/06-2025

Revision Received: 03/07-2025

Accepted: 12/09-2025

For citation: Zharikova E. V., Pochinka I. G., Antonova V. A., Shakhov E. B. Hemodynamic characteristics and exercise tolerance in patients with atrial fibrillation during mechanotherapy after ischemic stroke. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2026;25(2):4473. doi: 10.15829/1728-8800-2026-4473. EDN: QGPHIP

ИИ — ишемический инсульт, ЛЖ — левый желудочек, МПК — максимальное потребление кислорода, САД — систолическое артериальное давление, ФВ — фракция выброса, ФН — физическая нагрузка, ФП — фибрилляция предсердий, ЧСС — частота сердечных сокращений, ХСН — хроническая сердечная недостаточность, GLS — Global Longitudinal Strain (глобальный продольный стрейн, LAVI — Left Atrial Volume Index (индексируемый объем левого предсердия), NTproBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид.

Введение

Фибрилляция предсердий (ФП) является одним из наиболее часто встречающихся нарушений сердечного ритма. По данным многоцентрового исследования ЭПОХА, (Эпидемиологическое обследование больных в Европейской части России) в Российской Федерации распространенность ФП при стандартизации по возрасту составляет 18,95 и 21,33/1 тыс. человек среди мужчин и женщин, соответственно [1]. Наибольшее социальное значение имеют эмболические осложнения ФП, в первую очередь, кардиоэмболический ишемический инсульт (ИИ). Известно, что наличие ФП приводит к 5-кратному увеличению риска инсульта [2], а частота обнаружения ФП у больных ИИ составляет ~30% [3] и имеет отчетливую тенденцию к увеличению в последние годы [4]. Соответственно, наличие ФП можно ожидать у каждого третьего пациента отделений медицинской реабилитации после ИИ. На

практике доля больных с ФП, направляемых на реабилитацию после ИИ, <20% [5]. Возможно одним из барьеров, препятствующих направлению больных с ФП на реабилитацию, является опасение врачей, что при преходящих формах ФП имеется риск провоцирования пароксизмов аритмии, а при постоянной ФП пациент может быть неспособен к выполнению физических упражнений из-за гемодинамических нарушений. Насколько оправданы такие опасения и ограничивает ли ФП возможность физической реабилитации после ИИ?

Действительно, имеется представление о наличии J-образной зависимости между уровнем физической активности и появлением ФП. Приводятся данные, подтверждающие, что физические нагрузки (ФН) высокой интенсивности приводят к увеличению риска развития ФП у здоровых лиц [6]. Также показано, что при пароксизмальной ФП именно ФН является частым и наиболее сильным триггером

Ключевые моменты

Что известно о предмете исследования?

- Фибрилляция предсердий (ФП) является частой причиной кардиоэмболического ишемического инсульта (ИИ).
- Доля больных с ФП среди пациентов, направляемых на 2 этап реабилитации после ИИ, ниже, чем доля пациентов с ФП при госпитализации с ИИ.

Что добавляют результаты исследования?

- При прохождении механотерапии в рамках программы реабилитации пациенты с ФП демонстрируют статистически значимо меньшую переносимость физической нагрузки по сравнению с пациентами с синусовым ритмом.
- Наличие постоянной ФП частично лимитирует результативность 12-дневного курса механотерапии: пациенты достигают увеличения дистанции, но нарастания мощности достичь не удается.
- Показатели гемодинамики в ходе выполнения нагрузки не ограничивали возможность проведения тренировок у больных с синусовым ритмом и при ФП.
- Механотерапия в рамках программы реабилитации после ИИ, индивидуализированной по интенсивности и продолжительности нагрузки, не провоцирует приступы аритмии у больных с пароксизмальной ФП.

Key messages

What is already known about the subject?

- Atrial fibrillation (AF) is a common cause of cardioembolic ischemic stroke (IS).
- The proportion of patients with AF among patients referred to the 2nd stage of rehabilitation after IS is lower than the proportion of patients with AF during hospitalization after IS.

What might this study add?

- When undergoing mechanotherapy as part of a rehabilitation program, patients with AF demonstrated significantly lower exercise tolerance compared to patients with sinus rhythm.
- Permanent AF partially limits the effectiveness of a 12-day mechanotherapy course as follows: patients achieved an increase in distance, but an increase in power was not achieved.
- Hemodynamic parameters during exercise did not limit training in patients with sinus rhythm and AF.
- Mechanotherapy as part of a post-ischemic stroke rehabilitation program, individualized by intensity and duration of exercise, did not provoke arrhythmia attacks in patients with paroxysmal AF.

ром приступов у большинства пациентов [7]. Вместе с тем, в исследованиях CARDIO-FIT (Cardiorespiratory Fitness on Arrhythmia Recurrence in Obese Individuals with Atrial Fibrillation) (2015), EORP-AF (EURObservational Research Programme Atrial Fibrillation) (2017) и RACE3 (Routine vs. Aggressive Upstream Rhythm Control for Prevention of Early Atrial Fibrillation in Heart Failure) (2018) продемонстрировано, что при пароксизмальной ФП вовлечение пациентов в регулярные аэробные физические тренировки сопровождается снижением частоты приступов аритмии [6].

Переносимость ФН у пациентов с ФП вариативна, но чаще снижена за счет характерных нарушений внутрисердечной гемодинамики — отсутствия систолы предсердий, недостаточного диастолического наполнения желудочков и снижения ударного объема при тахисистолии. Определяющее влияние на переносимость ФН оказывает выраженность структурных изменений сердца, на фоне которых развилась ФП — наличие патологии клапанного аппарата, гипертрофии стенок и дилатации полостей. Неслучайно регистрируется очень высокая частота хронической сердечной недостаточности (ХСН) у больных с ФП, по данным 8 российских регистров

она находится в диапазоне от 43,4 до 98,2% [8]. В то же время, исследование HF-ACTION (Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training) (2017) показало, что у больных ФП даже при наличии ХСН с низкой фракцией выброса (ФВ) левого желудочка (ЛЖ) ($\leq 35\%$) в результате прохождения программы физической реабилитации нарастало максимальное потребление кислорода и увеличивалась дистанция в тесте 6-минутной ходьбы [9].

Таким образом, имеются доказательства безопасности регулярной ФН в отношении риска развития приступов аритмии при пароксизмальной ФП, а также наличия благоприятных эффектов от аэробных физических упражнений у больных ФП и ХСН. В то же время, если возможность кардиореабилитации при наличии ФП попадала в круг интересов исследователей, то особенности гемодинамики и переносимость ФН в ходе реабилитации после ИИ у больных ФП изучена недостаточно.

Материал и методы

Исследование проведено на базе стационарного отделения медицинской реабилитации пациентов с заболеваниями центральной нервной системы ФГБОУ ВО

"ПИМУ" Минздрава России в период с 2023 по 2025 гг и одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО "ПИМУ" Минздрава России.

В исследование включены 80 пациентов, проходящих медицинскую реабилитацию после перенесенного ИИ, подписавших информированное согласие. Критерии включения: 1) тип инсульта — ишемический, 2) давность инсульта — до 24 мес., 3) 4 балла по шкале реабилитационной маршрутизации. Критерии невключения: невозможность проведения занятий на тренажере активно-пассивной механотерапии.

Средний возраст пациентов составил $61,0 \pm 10,5$ года, давность перенесенного ИИ — $13,1 \pm 8,5$ мес., у 66 (83%) пациентов имелся первичный ИИ, в 14 (17%) случаях — повторный ИИ. По классификации TOAST ИИ в исследовании был представлен следующим образом: 21 пациент с атеротромботическим инсультом, 30 пациентов с кардиоэмболическим инсультом, 29 пациентов с инсультом неустановленной этиологии.

По факту наличия различных форм ФП в исследуемой когорте пациентов были выделены три группы. Группу 1 составили 50 пациентов с синусовым ритмом, группу 2 — 10 больных с пароксизмальной ФП, группу 3 — 20 больных с постоянной формой ФП. Наличие пароксизмальной ФП устанавливалось на основании данных анамнеза и подтверждалось электрокардиограммой в момент приступа.

Пациенты получали базисную терапию вторичной профилактики инсульта согласно клиническим рекомендациям¹. При поступлении 76 (95%) пациентов получали статины. Все пациенты с ФП получали оральные антикоагулянты, пациенты без ФП — антитромбоцитарную терапию ацетилсалициловой кислотой. В гипотензивной терапии исходно 30 (59%) пациентов получали β -блокаторы, 49 (61%) — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, 35 (44%) — антагонисты кальция, 24 (30%) — блокаторы рецепторов к ангиотензину, 27 (34%) — тиазидные диуретики, 9 (11%) — ингибиторы натрий-глюкозного ко-транспортера 2 типа. При наличии показаний проводилась коррекция гипотензивной терапии.

Для оценки выраженности функциональных нарушений использовались следующие шкалы: индекс мобильности Ривермид (Rivermead Mobility Index), шкала активности повседневной жизни Бартела (Barthel Activities of Daily Living Index), шкала оценки независимости Рэнкина (Modified Rankin Scale — mRS). В базисную программу реабилитации вошли: индивидуальное занятие лечебной физкультурой при заболеваниях центральной нервной системы и головного мозга с формированием гемипареза; тренировка с биологической обратной связью по опорной реакции при заболеваниях центральной нервной системы и головного мозга; механотерапия с использованием тренажера Reck MOTomed tucvi (Германия).

Пациентам при поступлении проведены обследования: эхокардиография с оценкой глобального продольного стрейна (GLS) ЛЖ, суточное мониторирование электрокардиограммы, анализ крови с определением уровня N-концевого промозгового натрийуретического пептида

(NTproBNP). Механотерапия на тренажере MOTomed выполнялась ежедневно в активно-пассивном симультанном режиме (одновременные вращательные движения верхних и нижних конечностей) на низшей ступени нагрузки, предусмотренной в тренажере, скорость вращения педалей определялась пациентом самостоятельно. Интенсивность ФН в ходе механотерапии соответствовала низкой физической активности — медиана составила 1,7 метаболических эквивалентов (MET). Предусматривалась 10-мин продолжительность тренировки, но пациент имел возможность прекратить тренировку в любой момент при появлении жалоб. На 1-й и 12-й день реабилитации во время проведения механотерапии осуществлялся контроль систолического артериального давления (САД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и сатурации гемоглобина кислородом (SpO_2) до нагрузки, каждые 3 мин нагрузки и в период отдыха до восстановления гемодинамики. По результатам тренировки оценивались показатели механотерапии: общая продолжительность нагрузки (мин), общая дистанция нагрузки (км), частота вращения (об./мин), мощность вращения (Вт), максимальное потребление кислорода (МПК). МПК рассчитывалось по формуле Добельна:

$$1,29 \cdot \sqrt{N/f - 60} \cdot e^{-0,000884 \cdot T},$$

где N — мощность нагрузки, Вт; f — ЧСС на максимуме нагрузки; e — основание натурального логарифма; T — возраст пациента, годы. Максимальная ЧСС, прогнозируемая по возрасту, рассчитывалась по формуле 220 — возраст.

Критерием эффективности механотерапии считалось увеличение одного или нескольких из следующих параметров нагрузки — преодоленной дистанции, максимальной мощности и МПК на 12-й день реабилитации по сравнению с 1-м днем тренировок.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью пакета Statistica 12. Нормальность распределения количественных данных определяли с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Количественные данные в случае нормального распределения представлены в виде среднего и стандартного отклонения ($Mean \pm SD$), при распределении, отличающемся от нормального, — в виде медианы и интерквартильного размаха (Me [Q25; Q75]). При сравнении количественных переменных в группах использовался непараметрический критерий Mann-Whitney. При сравнении количественных переменных в зависимых выборках использовался критерий Wilcoxon Matched Pairs Test. Для сравнения долей использовался критерий χ^2 -Pearson. Для количественной оценки связи между параметрами применялся метод ранговой корреляции Spearman. Критерием статистической достоверности считали уровень значимости $p \leq 0,05$.

Результаты

Клиническая характеристика и параметры эхокардиографии

Пациенты с ФП, в отличие от пациентов с синусовым ритмом, были старше — $65,7 \pm 7,2$ лет vs $58,0 \pm 11,2$ лет ($p=0,002$), и имели более высокий уровень NTproBNP — $192,1 [30,3; 282,2]$ vs $15,7 [0; 16,2]$ пг/мл ($p<0,001$). Также пациенты, имеющие ФП, характеризовались незначительно, но все-таки

¹ Клинические рекомендации "Ишемический инсульт и транзиторная ишемическая атака", 2024г. https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/814_1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика больных с синусовым ритмом и ФП

Показатель	Синусовый ритм (группа 1, n=50)	ФП (группы 2 и 3, n=30)	p
Возраст (годы)	58,0±11,5	65,7±7,2	0,002
Мужчины/женщины, %	62/38	57/43	0,641
Артериальная гипертензия, n (%)	49 (98)	30 (100)	0,652
Сахарный диабет 2 типа, n (%)	16 (32)	11 (36)	0,734
Гемоглобин (г/л), Me [Q25; Q75]	139 [131; 149]	141 [131; 150]	0,631
ХС ЛНП (ммоль/л), Me [Q25; Q75]	1,9±0,9	2,2±0,9	0,093
pСКФ (мл/мин/1,73 м ²), Me [Q25; Q75]	75,2±20,1	68,6±15,5	0,103
NT-proBNP (пг/мл), Me [Q25; Q75]	192,1 [30,3; 282,2]	15,7 [0; 16,2]	<0,001
Индекс мобильности Ривермид, баллы, Me [Q25; Q75]	10 [8; 11]	9 [6; 11]	0,015
Индекс Бартела, баллы, Me [Q25; Q75]	60 [60; 65]	60 [55; 65]	0,158
Шкала Рэнкина, баллы, Me [Q25; Q75]	3 [3; 3]	3 [3; 4]	0,01

Примечание: ФП — фибрилляция предсердий, ХС ЛНП — холестерин липопротеинов низкой плотности, pСКФ — расчетная скорость клубочковой фильтрации, NT-proBNP — N-концевой промозговой натрийуретический пептид, Me [Q25; Q75] — медиана [интерквартильный размах].

Таблица 2

Результаты механотерапии в 1 день реабилитации

Показатель, Mean±SD	Группа 1 Синусовый ритм (n=50)	Группа 2 Пароксизмальная ФП (n=10)	Группа 3 Постоянная ФП (n=20)	p
Дистанция (верхние конечности), км	1,8±0,8	1,4±0,9	1,3±0,4	p ₁₋₂ 0,211 p ₁₋₃ 0,074 p ₂₋₃ 0,767
Дистанция (нижние конечности), км	1,9±0,9	1,9±1,0	1,3±0,6	p ₁₋₂ 0,992 p ₁₋₃ 0,013 p ₂₋₃ 0,145
Мощность вращения (верхние конечности), Вт	12,9±6,3	10,2±1,1	12,1±8,4	p ₁₋₂ 0,666 p ₁₋₃ 0,401 p ₂₋₃ 0,695
Мощность вращения (нижние конечности), Вт	25,5±11,3	22,1±4,0	23,7±12,8	p ₁₋₂ 0,845 p ₁₋₃ 0,642 p ₂₋₃ 1,000
МПК, мл*кг ⁻¹ *мин ⁻¹	23,9±10,0	22,1±5,4	15,3±6,6	p ₁₋₂ 0,938 p ₁₋₃ 0,001 p ₂₋₃ 0,018

Примечание: МПК — максимальное потребление кислорода, ФП — фибрилляция предсердий, Mean±SD — среднее±стандартное отклонение.

более выраженными функциональными нарушениями, оцененными по индексу Ривермид и шкале Рэнкина, по индексу Бартела, статистически значимых различий не имелось. Группы не различались по полу, частоте артериальной гипертензии и сахарного диабета 2 типа, уровням гемоглобина, холестерина липопротеинов низкой плотности и скорости клубочковой фильтрации (таблица 1).

У пациентов с синусовым ритмом по сравнению с пациентами с постоянной формой ФП выявлены достоверные различия по параметрам ультразвукового исследования: выше ФВ 59,4±4,8 vs 52,7±6,6%, p<0,001, меньше индекс объема левого предсердия (LAVI—Left Atrial Volume Index) 20,2±7,9 vs 45,0±15,6 мл/мин (p<0,001), выше GLS ЛЖ в абсолютных значениях -16,4±2,0 vs -11,7±2,5%

(p<0,001). При сравнении пациентов с синусовым ритмом и пароксизмальной формой ФП достоверное различие отмечалось только по LAVI 20,2±7,9 vs 29,9±10,4 мл/м² (p=0,007). Пациенты с пароксизмальной и постоянной ФП достоверно различались по LAVI 29,9±10,4 vs 45,0±15,6 мл/м² (p=0,007) и GLS -14,7±2,7 vs -11,7±2,5% (p=0,001) (рисунок 1).

Функциональные результаты тренировок на тренажере в ходе программы реабилитации

В первый день тренировок на тренажере MOTomed tuvi пациенты с синусовым ритмом, по сравнению с пациентами с постоянной формой ФП, демонстрируют статистически значимые более высокие значения дистанции нагрузки нижними конечностями и МПК. Пациенты с пароксизмальной формой ФП в сравнении с больными с постоянной

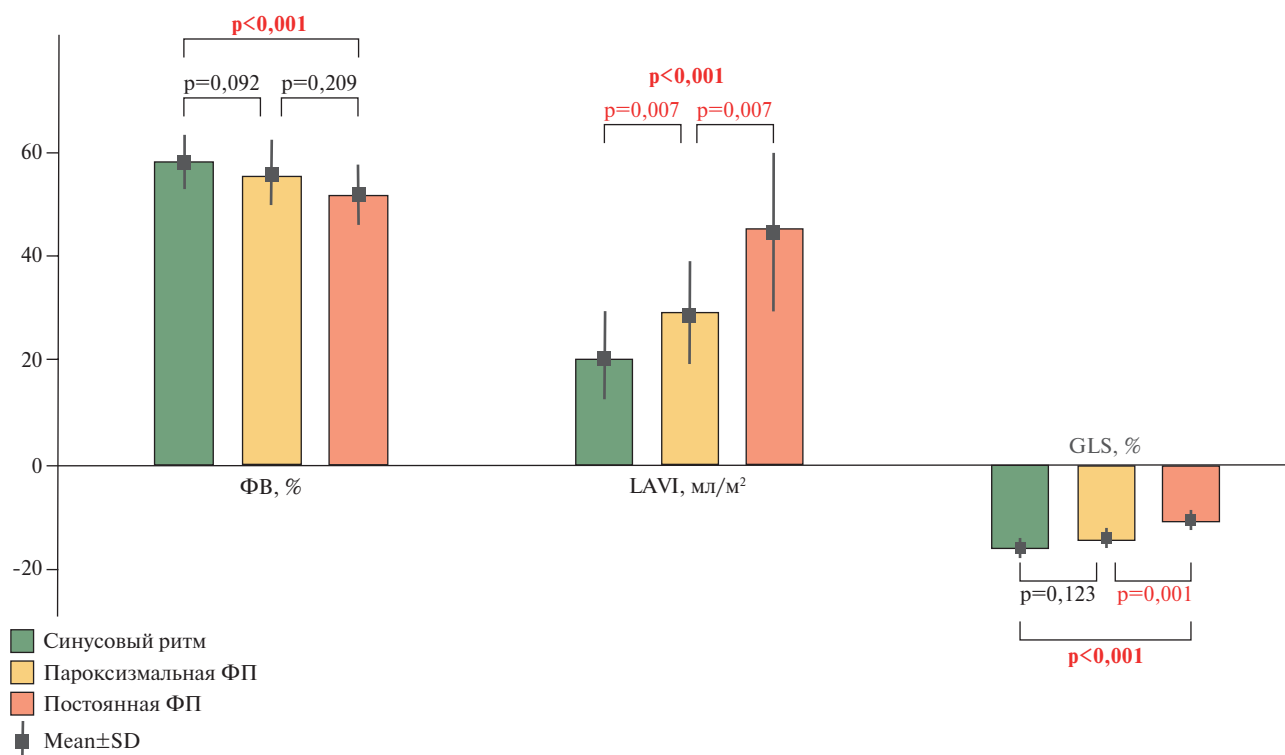


Рис. 1 Показатели эхокардиографии.

Примечание: ФП — фибрилляция предсердий, ФВ — фракция выброса, LAVI — Left Atrial Volume Index (индексируемый объем левого предсердия), GLS — Global Longitudinal Strain (глобальная продольная деформация).

Таблица 3

Результаты механотерапии на 12-й день реабилитации

Показатель, Mean±SD	Группа 1 Синусовый ритм (n=50)	Группа 2 Пароксизмальная ФП (n=10)	Группа 3 Постоянная ФП (n=20)	p
Дистанция (верхние конечности), км	2,1±0,9	1,8±0,6	1,8±0,7	p ₁₋₂ 0,473 p ₁₋₃ 0,212 p ₂₋₃ 1,000
Дистанция (нижние конечности), км	2,4±0,9	2,3±0,9	1,8±0,9	p ₁₋₂ 0,976 p ₁₋₃ 0,035 p ₂₋₃ 0,152
Мощность вращения (верхние конечности), Вт	15,4±8,4	11,0±1,8	12,8±4,8	p ₁₋₂ 0,069 p ₁₋₃ 0,064 p ₂₋₃ 0,628
Мощность вращения (нижние конечности), Вт	27,9±11,3	21,7±3,7	22,1±10,6	p ₁₋₂ 0,027 p ₁₋₃ 0,049 p ₂₋₃ 0,982
МПК, мл*кг ⁻¹ *мин ⁻¹	24,1±6,9	23,2±5,8	14,7±6,5	p ₁₋₂ 0,751 p ₁₋₃ 0,001 p ₂₋₃ 0,005

Примечание: МПК — максимальное потребление кислорода, ФП — фибрилляция предсердий, Mean±SD — среднее±стандартное отклонение.

формой ФП показали только более высокие значения МПК (таблица 2).

На 12-й день реабилитации у пациентов с синусовым ритмом по сравнению с пациентами с постоянной формой ФП отмечались достоверно большая дистанция нагрузки нижними конечностями, более высокие мощность вращения нижними конечностями и МПК. Мощность вращения

также оказалась выше у пациентов с синусовым ритмом по сравнению с пароксизмальной формой ФП (таблица 3).

К 12 дню реабилитации отмечается достоверное увеличение дистанции нагрузки как у пациентов с синусовым ритмом — 1,9±0,9 vs 2,4±0,9 км (p<0,001), так и у пациентов с постоянной формой ФП — 1,3±0,5 vs 1,8±0,9 км (p=0,005) (рисунок 2).

Таблица 4

Динамика максимальной мощности нагрузки и МПК в ходе реабилитации

Показатель, Mean±SD	Максимальная мощность (нижние конечности), 1-й день, Вт	Максимальная мощность (нижние конечности), 12-й день, Вт	p	МПК, 1-й день, мл*кг ⁻¹ *мин ⁻¹	МПК, 12-й день, мл*кг ⁻¹ *мин ⁻¹	p
Синусовый ритм (n=50)	25,4±11,3	27,8±11,2	0,002	23,9±10,0	24,1±6,8	0,27
Пароксизмальная ФП (n=10)	22,1±4,0	21,7±3,6	0,61	22,1±5,3	23,1±5,8	0,26
Постоянная ФП (n=20)	23,7±12,8	22,1±10,6	0,75	15,2±6,6	14,6±6,5	0,47

Примечание: МПК — максимальное потребление кислорода, ФП — фибрилляция предсердий, Mean±SD — среднее±стандартное отклонение.

Таблица 5

Сравнительная эффективность механотерапии по различным критериям

Количество и доля больных, n (%)	Синусовый ритм (n=50)	Пароксизмальная ФП (n=10)	Постоянная ФП (n=20)	p
С увеличением дистанции нагрузки	34 (68)	7 (70)	16 (80)	p ₁₋₂ 0,901 p ₁₋₃ 0,315 p ₂₋₃ 0,542
С увеличением максимальной мощности нагрузки	33 (66)	2 (20)	9 (45)	p ₁₋₂ 0,007 p ₁₋₃ 0,105 p ₂₋₃ 0,180
С увеличением МПК	29 (58)	6 (60)	7 (35)	p ₁₋₂ 0,907 p ₁₋₃ 0,082 p ₂₋₃ 0,193

Примечание: МПК — максимальное потребление кислорода, ФП — фибрилляция предсердий.

Различия в дистанции нагрузки к 12 дню тренировок у больных с пароксизмальной ФП не достигли статистической значимости — 1,8±1,0 км vs 2,3±0,9 км (p=0,16), что, по-видимому, обусловлено малым количеством наблюдений. Динамика максимальной мощности нагрузки и МПК в ходе 12-дневного курса механотерапии представлена в таблице 4.

Если обратиться к эффективности механотерапии по принятым в исследовании критериям, можно заметить, что доли пациентов в группах, достигших увеличения показателей к 12 дню реабилитации, статистически значимо не различались (таблица 5). Исключение составляет выпадающее низкое значение доли больных с пароксизмальной ФП, увеличивших максимальную мощность, — также результат малого количества наблюдений.

Параметры гемодинамики во время нагрузки и после ее завершения

При оценке гемодинамики до нагрузки выявлено статистически значимое повышение ЧСС у пациентов с постоянной формой ФП по сравнению с пациентами с синусовым ритмом и пароксизмальной ФП как в первый, так и в 12 день тренировок. По уровню артериального давления группы достоверно не различались (таблица 6).

На максимальной нагрузке САД закономерно повышалось во всех группах. Прирост САД как в 1-й, так и на 12-й день тренировок не имел статистически значимых различий между группами, случаев гипертонической реакции на нагрузку (САД

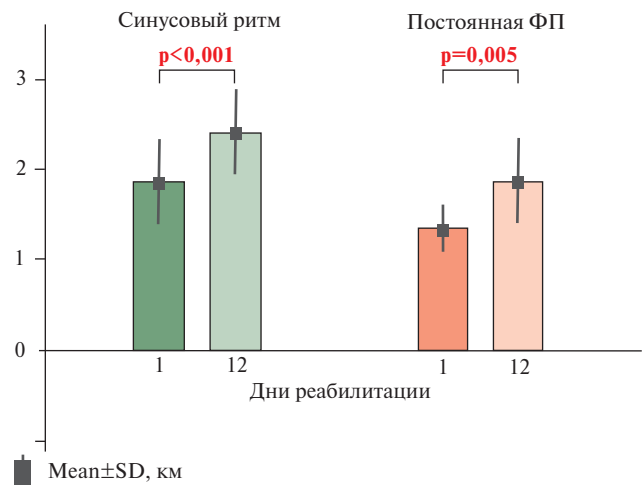


Рис. 2 Динамика дистанции нагрузки пациентов с синусовым ритмом и постоянной формой ФП (нижние конечности).

Примечание: ФП — фибрилляция предсердий, Mean±SD — среднее±стандартное отклонение.

>180 мм рт.ст.) не зарегистрировано. При этом у некоторых пациентов отмечалось отсутствие нарастания САД или парадоксальное снижение САД в процессе выполнения механотерапии. В 1-й день реабилитации гипотоническая реакция на максимальной нагрузке выявлена в 22 случаях (27% от общего числа пациентов, включенных в исследование). Выраженность снижения САД у больных с гипотонической реакцией нарастала в ходе выполнения тренировок

Таблица 6

Показатель, Mean±SD	Показатели гемодинамики до нагрузки			p
	Группа 1 Синусовый ритм (n=50)	Группа 2 Пароксизмальная ФП (n=10)	Группа 3 Постоянная ФП (n=20)	
ЧСС 1 день, уд./мин	75,1±11,4	71,4±7,8	82,2 ±12,2	p ₁₋₂ 0,225 p ₁₋₃ 0,012 p ₂₋₃ 0,011
САД 1 день, мм рт.ст.	130,0±13,5	126,5±11,4	123,7±13,8	p ₁₋₂ 0,846 p ₁₋₃ 0,065 p ₂₋₃ 0,252
ЧСС 12 день, уд./мин	71,4±7,8	68,1±8,4	82,9±7,8	p ₁₋₂ 0,348 p ₁₋₃ 0,001 p ₂₋₃ 0,001
САД 12 день, мм рт.ст.	126,5±11,4	129,0±9,0	125,6±7,7	p ₁₋₂ 0,414 p ₁₋₃ 0,790 p ₂₋₃ 0,326

Примечание: САД — систолическое артериальное давление, ФП — фибрилляция предсердий, ЧСС — частота сердечных сокращений, Mean±SD — среднее±стандартное отклонение.

Таблица 7

Динамика количества и доли пациентов со снижением артериального давления на нагрузку в ходе реабилитации

Группы пациентов, n (%)	Количество и доля больных со снижением САД на нагрузку, день 1	Количество и доля больных со снижением САД на нагрузку, день 12	p**
Синусовый ритм (n=50)	12 (24)	4 (8)	<0,001
Пароксизмальная ФП (n=10)	4 (40)	2 (20)	0,289
Постоянная ФП (n=20)	6 (30)	2 (10)	0,006
p*	0,562	0,513	

Примечание: САД — систолическое артериальное давление, ФП — фибрилляция предсердий; p* — уровень значимости для различия долей в группах (χ^2 -Pearson), p** — уровень значимости для различия долей в динамике к 12 дню тренировок (тест McNemar).

Таблица 8

Отношение ЧСС на максимальной нагрузке к максимальной ЧСС, прогнозируемой по возрасту (соотношение ЧСС), в зависимости от наличия и формы ФП

Показатель, Me [Q25; Q75]	Синусовый ритм (n=50)	Пароксизмальная ФП (n=10)	Постоянная ФП (n=20)	p
Соотношение ЧСС (день 1), %	54 [48; 60]	51 [46; 55]	67 [58; 77]	p ₁₋₂ 0,254 p ₁₋₃ <0,001 p ₂₋₃ 0,002
Соотношение ЧСС (день 12), %	55 [50; 59]	49 [45; 55]	66 [61; 72]	p ₁₋₂ 0,088 p ₁₋₃ <0,001 p ₂₋₃ <0,001

Примечание: ЧСС — частота сердечных сокращений, ФП — фибрилляция предсердий, Me [Q25; Q75] — медиана [интерквартильный размах].

ки, но в целом оставалась незначительной: разность САД на 3 мин нагрузки по сравнению с САД в покое составила 0 [-6; 0] мм рт.ст., на 6 мин нагрузки -5 [-10; -5] мм рт.ст. и достигла на максимальной нагрузке -8 [-10; -5] мм рт.ст. Только 3 пациента отказались от продолжения тренировки сразу после выявления гипотонической реакции. На 1 мин отдыха САД у больных с гипотонической реакцией еще оставалось ниже исходно уровня: -5 [-10; -3] мм рт.ст. К 3 мин отдыха уровень САД фактически восстановился, разность между САД на 3 мин отдыха и исходным значением составила -3 [-5; 0] мм рт.ст.

По частоте случаев гипотонии в 1-й день тренировок группы с различным ритмом сердца статистически значимо не различались (таблица 7). На 12-й день отмечается уменьшение количества пациентов с гипотонической реакцией на нагрузку во всех группах (таблица 7).

На максимальной нагрузке ЧСС также закономерно повышалась во всех группах. В таблице 8 представлено отношение ЧСС на максимальной нагрузке к максимальной ЧСС, прогнозируемой по возрасту. Количество пациентов, имеющих ЧСС на максимальной нагрузке >80% от максималь-

ной ЧСС, прогнозируемой по возрасту, составило в 1-день тренировок у больных синусовым ритмом 2 (4%) по сравнению с 5 (25%) у больных с постоянной ФП ($p=0,008$). К 12 дню тренировок только 1 пациент с синусовым ритмом на максимальной нагрузке имел ЧСС $>80\%$ от максимальной частоты, прогнозируемой по возрасту, среди пациентов с постоянной ФП таких случаев не было.

Ни у одного из 10 больных с пароксизмальной ФП за время курса реабилитации пароксизмы не регистрировались.

Обсуждение

Результаты проведенного исследования демонстрируют, что пациенты, госпитализированные в отделение реабилитации после перенесенного ИИ, при наличии постоянной ФП характеризуются ожидаемо более выраженными морфо-функциональными изменениями по данным ультразвукового исследования сердца по сравнению с пациентами с синусовым ритмом, меньшим уровнем ФВ, большим объемом левого предсердия (LAVI) и меньшим в абсолютных значениях показателем GLS, а также более высоким уровнем NTproBNP. Полученные данные, вероятно, связаны с более частой встречаемостью ХСН у пациентов с ФП. В Российском регистре фибрилляции предсердий и ХСН (РИФ-ХСН) 39% составляли пациенты с ФП с СНсФВ, 15% – пациенты с СНпФВ и 46% – пациенты с СНнФВ [10]. Закономерно пациенты с постоянной ФП по сравнению с больными, имеющими синусовый ритм, достигали на 30-35% меньших значений преодоленной дистанции и МПК как в 1-й, так и на 12-й день. Пациенты с пароксизмальной ФП и по ультразвуковым параметрам, и по результатам ФН занимают промежуточное положение между пациентами с синусовым ритмом и постоянной ФП.

В результате 12-дневного курса механотерапии как у больных с синусовым ритмом, так и у больных с постоянной ФП наблюдалось повышение толерантности к ФН в виде нарастания преодоленной дистанции. При этом доля пациентов, достигших увеличения преодоленной дистанции, оказалась существенной (70-80%) и различия между группами по этому параметру не достигли статистической значимости, что свидетельствует о повышении выносливости пациентов в результате регулярной механотерапии. Больные с синусовым ритмом в отличие от пациентов с ФП сохраняют потенциал к увеличению мощности нагрузки – максимальная мощность на 12-й день реабилитации статистически значимо увеличилась только в группе с синусовым ритмом. Достоверного увеличения МПК к 12 дню тренировок не выявлено ни в одной из групп. Этот факт может быть объяснен относительной краткосрочностью курса реабилитации для достижения значимого увеличения МПК. По-видимому,

увеличение МПК – наиболее труднодостижимый результат, требующий более продолжительной программы тренировок. В частности, в исследованиях у пациентов с ФП в результате 2-6-мес. курсов аэробных занятий удавалось достичь увеличение МПК всего на 15% [6], а в исследовании АСТИОН после 3-мес. курса тренировок пациенты добились нарастания МПК только на 4,5% [9].

В целом пациенты хорошо переносили механотерапию и демонстрировали стабильную гемодинамику в ходе тренировок. При этом в первый день занятий у каждого четвертого пациента отмечалось снижение САД на максимальной нагрузке, что может рассматриваться, как патологическая дезадаптивная реакция. По доле таких пациентов группы статистически не различались. В результате тренировок к 12 дню реабилитации количество пациентов со снижением САД на нагрузку статистически значимо снизилось как среди больных с синусовым ритмом, так и при постоянной ФП, что может являться важным положительным результатом физической реабилитации больных, перенесших инсульт. Больные с ФП в сравнении с пациентами с синусовым ритмом характеризовались более высокими значениями ЧСС в покое и на высоте нагрузки. При этом в 1-й день тренировок у каждого четвертого больного с ФП на высоте нагрузки ЧСС превышала 80% от максимальной ЧСС, прогнозируемой по возрасту, к 12 дню тренировок таких случаев не имелось, что также подтверждает эффективность курса физической реабилитации.

Ранее в работах, изучавших особенности физической реабилитации при наличии ФП, продемонстрированы положительные эффекты регулярных аэробных физических тренировок [11]. Российские руководства рекомендуют занятия физической активностью при широком круге сердечно-сосудистых заболеваний [12, 13]. Проведенное исследование подтверждает, что после перенесенного ИИ больные с постоянной ФП наряду с пациентами с синусовым ритмом повышают толерантность к ФН в ходе механотерапии. Практическую ценность исследования составляют следующие выводы: особенности гемодинамики, характерные для ФП, не препятствуют проведению механотерапии и наличие ФП не должно становиться барьером для физической реабилитации после ИИ.

Ограничения исследования. К ограничениям можно отнести одноцентровый характер исследования, относительно небольшой объем выборки пациентов с ФП и неоднородность выборки по времени, прошедшего от момента ИИ до включения. Также следует отметить, что в исследовании участвовали пациенты с достаточно высоким индексом мобильности Ривермид, больные с выраженными нарушениями мобильности оказались за пределами исследованной когорты.

Заключение

Пациенты с ФП по сравнению с пациентами с синусовым ритмом после перенесенного ИИ характеризуются статистически значимо старшим возрастом, сниженными показателями функции миокарда ЛЖ по данным эхокардиографии, более высоким уровнем NTproBNP, более высокой ЧСС в покое и в ответ на нагрузку.

При прохождении механотерапии в рамках программы реабилитации пациенты с ФП демонстрируют статистически значимо меньшую переносимость ФН по сравнению с пациентами с синусовым ритмом. На 12-й день реабилитации пациенты с синусовым ритмом достигают увеличения преодоленной дистанции и мощности нагрузки.

Литература/References

- Mareev YuV, Polyakov DS, Vinogradova NG, et al. Epidemiology of atrial fibrillation in a representative sample of the European part of the Russian Federation. Analysis of EPOCH-CHF study. *Kardiologiya*. 2022;62(4):12-9. (In Russ.) Мареев Ю. В., Поляков Д. С., Виноградова Н. Г. и др. ЭПОХА: Эпидемиология фибрилляции предсердий в репрезентативной выборке Европейской части Российской Федерации. *Кардиология*. 2022; 62(4):12-9. doi:10.18087/cardio.2022.4.n1997.
- Demin DA, Kulesh AA, Yanishevskiy SN, et al. Cryptogenic stroke. Part 3: atrial cardiopathy and silent atrial fibrillation. *Meditsinskiy sovet*. 2022;(21):8-18. (In Russ.) Демин Д. А., Кулеш А. А., Янишевский С. Н. и др. Криптогенный инсульт. Часть 3: предсердная кардиопатия и скрытая фибрилляция предсердий. *Медицинский Совет*. 2022;(21):8-18. doi:10.21518/2079-701X-2022-16-21-8-18.
- Botova SN, Pochinka IG, Drosdova EA, et al. Effect of previous-regular use of oral anticoagulants in atrial fibrillation on ischemic stroke outcomes. *Medical Almanac*. 2023;1(74):60-7. (In Russ.) Ботова С. Н., Починка И. Г., Дроздова Е. А. и др. Влияние предшествующего регулярного применения оральных антикоагулянтов при фибрилляции предсердий на исходы ишемического инсульта. *Медицинский альманах*. 2023;1(74):60-7.
- Gabet A, Guenancia C, Duloquin G, et al. Ischemic Stroke With Atrial Fibrillation: Characteristics and Time Trends 2006 to 2017 in the Dijon Stroke Registry. *Stroke*. 2021;52(6):2077-85. doi:10.1161/STROKEAHA.120.030812.
- Mizrahi EH, Fleissig Y, Arad M, et al. Short-term functional outcome of ischemic stroke in the elderly: a comparative study of atrial fibrillation and non-atrial fibrillation patients. *Arch Gerontol Geriatr*. 2014;58(1):121-4. doi:10.1016/j.archger.2013.07.015.
- Bubnova MG, Aronov DM. Atrial Fibrillation: the Association with Physical Activity and the Effects of Cardiac Rehabilitation. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2020;16(5):804-14. (In Russ.) Бубнова М. Г., Аронов Д. М. Фибрилляция предсердий: связь с физической активностью и эффекты кардиореабилитации. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2020;16(5):804-14. doi:10.20996/1819-6446-2020-10-21.
- Plušćiauskaitė V, Sološenko A, Jančiulevičiūtė K, et al. Assessment of the relational strength between triggers detected in physiological signals and the occurrence of atrial fibrillation episodes. *Physiol Meas*. 2024;45(9). doi:10.1088/1361-6579/ad79b3.
- Stepina EV, Martsevich SYu, Lukyanov MM, et al. Typical profile of a patient with atrial fibrillation in the Russian population based on medical registries. A systematic review. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2024;23(9):4109. (In Russ.) Степина Е. В., Марцевич С. Ю., Лукьянов М. М. и др. Оценка типичного портрета пациента с фибрилляцией предсердий в российской популяции по данным медицинских регистров. Систематический обзор. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2024;23(9):4109. doi:10.15829/1728-8800-2024-4109.
- Luo N, Merrill P, Parikh KS, et al. Exercise training in patients with chronic heart failure and atrial fibrillation. *J Am Coll Cardiol*. 2017;69(13):1683-91. doi:10.1016/j.jacc.2017.01.032.
- Zhirov IV, Safronova NV, Osmolovskaya YuF. Prognostic value of atrial fibrillation in patients with heart failure and different left ventricular ejection fraction: results of the multicenter RIF-CHF register. *Russian Journal of Cardiology*. 2021;26(1):4200. (In Russ.) Жиров И. В., Сафронова Н. В., Осмоловская Ю. Ф. Прогностическое значение фибрилляции предсердий у пациентов с сердечной недостаточностью с разной фракцией выброса левого желудочка: результаты многоцентрового регистра РИФ-ХСН. *Российский кардиологический журнал*. 2021;26(1):4200. doi:10.15829/1560-4071-2021-4200.
- Risom SS, Zwisler AD, Johansen PP, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for adults with atrial fibrillation. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;2(2):CD011197. doi:10.1002/14651858.CD011197.pub2. Update in: *Cochrane Database Syst Rev*. 2024; 9:CD011197. doi:10.1002/14651858.CD011197.pub3.
- Boytsov SA, Pogosova NV, Ansheles AA, et al. Cardiovascular prevention 2022. Russian national guidelines. *Russian Journal of Cardiology*. 2023;28(5):5452. (In Russ.) Бойцов С. А., Порогова Н. В., Аншелес А. А. и др. Кардиоваскулярная профилактика 2022. Российские национальные рекомендации. *Российский кардиологический журнал*. 2023;28(5):5452. doi:10.15829/1560-4071-2023-5452.
- Drapkina OM, Kontsevaya AV, Kalinina AM, et al. 2022 Prevention of chronic non-communicable diseases in the Russian Federation. National guidelines. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(4):3235. (In Russ.) Драпкина О. М., Концевая А. В., Калинина А. М. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(4):3235. doi:10.15829/1728-8800-2022-3235.

Наличие постоянной ФП частично лимитирует результативность механотерапии: пациенты также достигают увеличения дистанции, но нарастания мощности достичь не удается.

Показатели гемодинамики в ходе выполнения нагрузки не ограничивали возможность проведения тренировок как у больных с синусовым ритмом, так и при ФП. Прохождение механотерапии в рамках программы реабилитации после ИИ не провоцирует приступы аритмии у больных с пароксизмальной ФП.

Отношения и деятельность: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.