

УДК 616.12-008.46-036.12-085.825-036.838

DOI: 10.17816/pmj38485-103

РЕАБИЛИТАЦИЯ БОЛЬНЫХ ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ: ВОЗМОЖНОСТИ И НЕРЕШЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ

В.Е. Владимирский*, Ю.М. Бобылев*Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия*

REHABILITATION OF PATIENTS WITH CHRONIC HEART FAILURE: OPPORTUNITIES AND UNRESOLVED ISSUES

V.E. Vladimirskiy*, Yu.M. Bobylev*E.A. Vagner Perm State Medical University, Russian Federation*

Обзор посвящен проблеме реабилитации пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ХСН). Около 7 % населения нашей страны имеют подтвержденную ХСН. Этот факт является основанием для серьезного беспокойства, так как данная патология полагается основной причиной смерти больных от сердечно-сосудистых заболеваний. До конца XX в. наличие у пациента симптомной ХСН являлось противопоказанием для физической реабилитации. Однако в течение последних 10–15 лет реабилитационная помощь данной категории пациентов рекомендуется многими врачебными сообществами. В обзоре приводятся данные о механизмах влияния физических нагрузок на больных ХСН. Большое внимание уделено клиническим исследованиям и метаанализам, оценивавшим клиническую эффективность кардиореабилитации больных ХСН. Показано, что эффективность данной помощи отличается в разных группах больных ХСН. Уделено внимание описанию методологии кардиореабилитации у пациентов с ХСН. Приводятся альтернативные мнения авторов об эффективности разных типов режимов тренировок, описываются методы оценки интенсивности физических упражнений. В обзоре приводятся данные о разных моделях организации доставки реабилитационной помощи больным ХСН.

Ключевые слова. Хроническая сердечная недостаточность, кардиореабилитация, режимы тренировок, организация реабилитационной помощи.

© Владимирский В.Е., Бобылев Ю.М., 2021

тел.: +7 912 889 22 21

e-mail: vladimirskii_v@mail.ru.

[Владимирский В.Е. (*контактное лицо) – доктор медицинских наук, доцент кафедры факультетской терапии № 1; Бобылев Ю.М. – кандидат медицинских наук, доцент кафедры пропедевтики внутренних болезней № 1].

© Vladimirskiy V.E., Bobylev Yu.M., 2021

tel. 89128892221

e-mail: vladimirskii_v@mail.ru

[Vladimirskiy V.E. (*contact person) – MD, PhD, Associate Professor Department of Faculty Therapy № 1; Bobylev Yu.M. – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of Department of Propedeutics of Internal Diseases].

The review is devoted to the problem of rehabilitation of patients with chronic heart failure (CHF). About 7 % of the population of our country have confirmed CHF. This fact is a reason for serious concern since this pathology is the main cause of death of patients from cardiovascular diseases. Until the end of the 20th century, the presence of symptomatic CHF in a patient was a contraindication for physical rehabilitation. However, over the past 10-15 years, rehabilitation care for this category of patients has been recommended by many medical communities. This review provides data on the mechanisms of the effect of physical activity on patients with CHF. Much attention is paid to clinical studies and meta-analyses, which assess the clinical effectiveness of cardiac rehabilitation (CR) in patients with CHF. It has been shown that the effectiveness of this aid differs in different groups of CHF patients. Attention is paid to the description of the CR methodology among patients with CHF. Alternative opinions of the authors on the effectiveness of different types of training regimes are presented, methods for assessing the intensity of physical exercises are described. The review provides data on different models of organizing the delivery of rehabilitation care to CHF patients.

Keywords. Chronic heart failure, cardiac rehabilitation, training regimens, organization of rehabilitation assistance.

ВВЕДЕНИЕ

Наряду с увеличением числа выживших лиц, перенесших сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ), наблюдается рост пациентов, страдающих хронической сердечной недостаточностью (ХСН). Прогнозируется, что ХСН станет сердечно-сосудистой эпидемией будущего [1].

По данным российских эпидемиологических исследований распространенность ХСН в общей популяции – 7 %, что в абсолютном выражении составляет около 7 млн 900 тыс. человек [2]. Большой проблемой является то, что в течение пяти лет после верификации наличия ХСН 50 % пациентов умирают [3, 4]. Таким образом, основной причиной смерти от сердечно-сосудистых причин является не инфаркт миокарда и инсульт, а ХСН. Этот факт требует разработки лечебных методов, позволяющих продлить жизнь пациентов с этой патологией. Многочисленные эпидемиологические исследования связывают участие больных в программах кардиореабилитации со снижением риска ССЗ и смертности [5, 6]. Этот обзор сосредоточен на доказательствах положительного влияния кардиореабилитации на

прогрессирование заболевания и качество жизни пациентов с ХСН, методологии ее проведения и организации данного процесса, а также анализируются спорные и нерешенные вопросы.

Кардиореабилитация (КР) является комплексным, многопрофильным, долгосрочным вмешательством, предлагаемым пациентам с диагнозом ХСН, и включает в себя в качестве компонентов образовательные программы, физические упражнения, консультации по питанию, управление факторами риска и стрессом. При этом физические упражнения являются основным компонентом КР [7].

Однако имеются противопоказания для применения реабилитационных мероприятий у пациентов с ХСН [8]: недавнее значительное изменение ЭКГ в состоянии покоя, свидетельствующее о значительной ишемии, недавнем ИМ (в течение двух дней) или другом остром сердечном событии; нестабильная стенокардия; неконтролируемые сердечные аритмии, вызывающие симптомы или нарушение гемодинамики; симптомный тяжелый стеноз аорты; декомпенсация ХСН; острая тромбоэмболия легочной артерии или инфаркт легкого; острый миокардит или

перикардит; подозреваемая или известная расслаивающая аневризма; острая системная инфекция, сопровождающаяся лихорадкой, болями в теле или увеличением лимфатических узлов.

ОБОСНОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ПАТОГЕНЕЗ ХСН

Известно, что улучшение функции сосудистых эндотелиальных клеток в результате регулярных физических упражнений может остановить или замедлить снижение сердечного выброса и периферическую вазоконстрикцию у пациентов с сердечной недостаточностью. Кроме того, упражнения замедляют секрецию цитокинов и активацию нейрогормональных систем, улучшают использование кислорода в митохондриях периферических мышечных клеток, увеличивают мышечную массу, повышают эффективность дыхания без вредного воздействия на ремоделирование левого желудочка и, в конечном итоге, улучшают клинические показатели и исход пациентов с сердечной недостаточностью [9].

За последние годы положительные эффекты КР на основе физических упражнений для пациентов с ХСН были установлены в нескольких рандомизированных клинических исследованиях [10]. Физические упражнения могут снизить частоту сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя и увеличить хронотропный резерв за счет положительного воздействия на симпатическую нервную систему даже у пациентов с ХСН, принимающих бета-блокаторы [9].

Показано, что физические упражнения повышают тонус блуждающего нерва за счет уменьшения эфферентных влияний от центральных симпатических нервов.

Регулярные физические нагрузки обладают способностью снижать субклиническое воспаление, что подтверждает значительное уменьшение концентрации фактора некроза опухоли альфа, интерлейкина 1-бета, интерлейкина-6 в сыворотке больных ХСН на фоне тренировок.

Благоприятное влияние на функцию левого желудочка у пациентов с сердечной недостаточностью остается спорным, поскольку ряд исследований показали либо отсутствие эффекта, либо лишь небольшое ее улучшение [11].

Другие исследования выявили, что физические упражнения могут улучшить сердечно-сосудистую функцию посредством ее адаптации к нагрузкам [12].

Многочисленные механизмы опосредуют преимущества регулярных физических упражнений для оптимального функционирования сердечно-сосудистой системы [13]. Физические упражнения представляют собой серьезный стимул для поддержания гомеостаза всего организма и провоцируют широко распространенные изменения в многочисленных клетках, тканях и органах в ответ на повышенную метаболическую потребность, включая адаптацию сердечно-сосудистой системы [13].

Тренировки усиливают митохондриальный биогенез в адипоцитах [14], миоцитах скелетных мышц [15] и кардиомиоцитах [16], увеличивая аэробное дыхание в этих тканях. Кроме того, физические упражнения улучшают доставку кислорода по всему телу за счет вазодилатации и неоангиогенеза, защищая от ишемически-реперфузионного повреждения сердца [17]. Доказано, что физические упражнения вызывают длительный противовоспалительный эффект [18]. Миокины, высвобождаемые из скелетной муску-

латоры во время физических упражнений, частично опосредуют эти противовоспалительные эффекты и способствуют межклеточным перекрестным реакциям, опосредуя дальнейшее сердечно-сосудистое ремоделирование [19]. Подтверждено, что регулярные физические упражнения снижают ЧСС в покое, артериальное давление и атерогенные факторы, а также формируют физиологическую гипертрофию сердца [13, 20].

Аномалии периферических мышц – еще одна причина непереносимости физических упражнений у пациентов с ХСН. Регулярные физические нагрузки приводят к значительному увеличению в составе мышечной ткани волокон типа I, тогда как волокон типа IIb становится меньше, что увеличивает аэробную способность мышц [21].

Помимо снижения толерантности к физической нагрузке и функциональных возможностей, пациенты с ХСН также проявляют повышенную восприимчивость к опасным для жизни аритмиям и внезапной смерти. Изменения в вегетативном контроле сердца, характеризующиеся относительным преобладанием симпатических влияний и сниженной модуляцией блуждающего нерва, играют важную роль в возникновении аритмических событий [22, 23]. Вариабельность сердечного ритма (ВСР) и барорефлексной чувствительности (БРЧ) являются двумя клиническими показателями вагусного контроля синоатриального узла, которые связаны с повышенным риском фибрилляции желудочков [24]. Снижение показателей вегетативного контроля также представляет собой один из ведущих признаков ХСН, который коррелирует с ухудшением клинического статуса пациентов [25] и отрицательным прогнозом [26]. Сообщалось, что физические упражнения улучшают ВСР у пациентов с ХСН [27] и могут

снижать возрастающий сердечно-сосудистый риск, связанный с вегетативным расстройством у данных больных [28]. Однако оптимальная доза упражнений, необходимая для достижения улучшения вегетативной сердечно-сосудистой регуляции, была не определена. Группа исследователей использовала метод TRIMPI для решения вопроса о соотношении «доза – ответ» БРЧ и ВСР с индивидуально подобранными тренировками у пациентов с ХСН [29]. Эти результаты показывают, что у пациентов с ХСН, получающих терапию бета-адреноблокаторами, адаптации ВСР к тренировкам с физической нагрузкой зависят от дозы нелинейным образом, и что более высокие дозы физических упражнений не обязательно приводят к большему улучшению ВСР и БРЧ. Таким образом, умеренная доза упражнений, примерно 55–60 % от максимальной по ЧСС в течение 40–45 мин четыре раза в неделю, достаточна для достижения существенного улучшения ВСР. Никаких дальнейших существенных улучшений не достигается за счет более высоких физических нагрузок. Более интенсивная физическая активность может создавать риск аритмических событий в группах высокого риска, таких как пациенты с ХСН [22, 30].

КЛИНИЧЕСКИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ ХСН

До конца XX в. наличие ХСН считалось противопоказанием для проведения КР. Однако два рандомизированных исследования продемонстрировали преимущества лечебной физической культуры (ЛФК) [10, 31, 32] у данной категории больных.

В одном исследовании 73 мужчины были рандомизированы на две группы. У лиц

первой группы проводились ежедневные домашние упражнения, во второй – мероприятия стандартного ведения без физических нагрузок (обычный уход, без вмешательства) [32]. Через шесть месяцев у пациентов группы вмешательства отмечено значительное улучшение физической работоспособности, функционального класса по классификации Нью-Йоркской ассоциации сердца, максимальной вентиляции легких, среднее общего периферического сопротивления и ударного объема левого желудочка (ЛЖ). Фракция выброса (ФВ) ЛЖ улучшилась с $30 \pm 8 \%$ в исходном состоянии до $35 \pm 9 \%$ через шесть месяцев.

Во втором контролируемом рандомизируемом исследовании в виде двухнедельных занятий физическими упражнениями или обычного ухода, без вмешательства, в течение 14 месяцев участвовали 99 мужчин и женщин с ХСН [10]. Физическая работоспособность постепенно увеличивалась в течение 14 месяцев в большей степени в группе вмешательства (с $15,7 \pm 2$ до $19,9 \pm 1$ мл/кг/мин) по сравнению с контрольной группой (с $15,2 \pm 2$ до 16 ± 2 мл/кг/мин, $p < 0,001$). Большая часть увеличения объема физических упражнений в группе вмешательства произошла в течение первых двух месяцев. Качество жизни (КЖ) значительно повысилось в группе вмешательства, что было измерено с помощью Миннесотского опросника качества жизни с сердечной недостаточностью. При этом в контрольной группе не было отмечено никаких изменений. Однако, в отличие от предыдущего исследования, ФВ ЛЖ существенно не изменился в группе интервенции. Несмотря на это, отмечалась значительная разница в сочетанных кардиальных событиях (17 в группе физических упражнений против 37 в группе контроля, $p = 0,006$) и частоты декомпенса-

ции ХСН (5 против 14, $p = 0,02$) через 14 месяцев. Эти исследования обеспечили поддержку для включения пациентов с ХСН в программы КР.

Преимущества КР у пациентов с сердечной недостаточностью были всесторонне рассмотрены в нескольких клинических испытаниях и многочисленных метаанализах. В ряде исследований показано, что КР играет важную роль в снижении смертности у пациентов с сердечной недостаточностью. Так, согласно метаанализу исследований физических упражнений у пациентов с хронической сердечной недостаточностью (ExTraMATHS), уровень смертности в группе КР снизился на 35 % по сравнению с таковой в контрольной группе в течение двухлетнего периода наблюдения [33].

Другое исследование результатов тренировок с физической нагрузкой (HF-ACTION) представляло собой рандомизированное контролируемое 30-месячное исследование 2331 пациента с сердечной недостаточностью со сниженной ФВ [34]. Общая смертность или повторная госпитализация снизились на 11 %, а пиковое VO_2 увеличилось в среднем на 4 % в группе КР по сравнению с таковыми в контрольной. При анализе данных группы пациентов, которые более строго придерживались физических упражнений, смертность и частота повторных госпитализаций уменьшились более чем на 30 % по сравнению с контрольными. Кроме того, сообщалось, что максимальное VO_2 пропорционально увеличивалось с количеством упражнений, выполняемых каждую неделю (метаболический эквивалент рабочего часа в неделю), что, следовательно, способствовало улучшению клинического статуса пациентов с сердечной недостаточностью. Кроме того, исследователи определили 1053 пациента в исследовании

HF ACTION, у которых перед включением в анализ был имплантируемый кардиовертер-дефибриллятор, и они были рандомизированы на вышеуказанные вмешательства. При этом участники исследования имели в его начале среднюю ФВ 24 % [34]. В течение 2,2 г. наблюдения 20 % из 546 пациентов в группе с физической нагрузкой испытывали шоковый разряд по сравнению с 22 % из 507 пациентов, получавших обычную помощь. Таким образом, тренировка с физической нагрузкой не была связана с возникновением фатальных аритмий и, как следствие, повышением частоты шока кардиовертера-дефибриллятора (отношение рисков 0,9 [ДИ 95 % 0,7–1,2]).

На основании этих и более ранних исследований эффективности тренировок с физической нагрузкой было сочтено, что регулярные упражнения у пациентов с сердечной недостаточностью способствуют снижению частоты сердечно-сосудистых событий и смертности [35].

Однако важно отметить неоднородность недавних исследований, посвященных влиянию физических упражнений на результаты при сердечной недостаточности. В Кокрановском обзоре 2014 г. сообщалось, что в группах участвующих в программах КР снижен риск общей госпитализации и госпитализации, связанной с ХСН, по сравнению с контрольными группами без использования упражнений [35]. Однако в 2018 г. коллаборация ExTraMATSCH II опубликовала метаанализ данных рандомизированных исследований по тренировкам с физической нагрузкой при сердечной недостаточности, который включал 18 исследований с участием 3912 пациентов (1948 в группе с упражнениями, 1964 – в контрольной группе). Согласно этому отчету, физические упражнения не оказали значительного влияния на

смертность или госпитализацию пациентов с сердечной недостаточностью [36]. Этот результат может иметь несколько возможных объяснений, включая вариации в тренировках и приверженность пациентов в испытаниях. Еще одним потенциальным объяснением снижения силы влияния тренировок на результаты может быть включение в этот обновленный метаанализ более поздних исследований. В более поздние исследования с большей вероятностью были включены пациенты с современным лечением ХСН, включая препараты, модифицирующие заболевание (например статины, бета-блокаторы, антагонисты ренин-ангиотензин-альдостерона, блокаторы рецепторов ангиотензина / ингибиторы не-прилизина и т.д.) и аппаратную терапию (дефибриллятор или сердечная ресинхронизирующая терапия), чем в более ранних исследованиях.

Большинство исследований включали пациентов с хронической стабильной сердечной недостаточностью с ФВ ЛЖ менее 40 % и II или III функциональным классом согласно Нью-Йоркской кардиологической ассоциации (NYHA).

Однако следует отметить, что по мере того как население стареет, сердечная недостаточность с сохраненной ФВ становится широко распространенной в общей популяции, особенно в возрасте старше 60 лет (4,9 %), при этом ожидается, что больные ХСН с сохранной ФВ будут иметь лучшие показатели качества жизни и частоты госпитализаций, чем при низкой ФВ [37]. Однако большинство клинических испытаний эффектов реабилитации, в которых оценивали пациентов с ХСН, включали участников с систолической дисфункцией. Недавнее исследование, сравнивающее физические упражне-

ния у пациентов с ХСН с низкой и сохранной ФВ, показало, что значительно более высокий пиковый уровень VO_2 был достигнут у пациентов с ХСН и сохранной ФВ [38].

Таким образом, необходимо больше рандомизированных контролируемых исследований у разных популяций больных ХСН.

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОВЕДЕНИЯ РЕАБИЛИТАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ХСН

Назначение физических упражнений направлено на улучшение физической формы, укрепление здоровья за счет снижения влияния факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний и обеспечение безопасности во время нагрузок. Систематическое индивидуальное предписание физических упражнений предполагает соответствующий тип, интенсивность, продолжительность, частоту и последовательность упражнений.

Тип упражнения. Непрерывные и интервальные нагрузки. Тренировки на аэробную выносливость – непрерывные тренировки (НТ), включающие изотонические и динамические упражнения с использованием больших мышц, были предложены как часть эффективной стратегии реабилитации пациентов с сердечной недостаточностью. Этот режим упражнений у амбулаторных кардиологических пациентов обычно выполняется с умеренной интенсивностью в течение не менее 30 мин и приводит к повышению пикового VO_2 на 11–36 % [39].

Аэробные интервальные тренировки (АИТ), которые предполагают чередование занятий с высокой и низкой интенсивностью, по мнению ряда авторов, являются более эффективным методом улучшения функциональных возможностей, чем традиционные тренировки на выносливость у пациентов с сердечной не-

достаточностью [40]. Использование животной модели постинфарктной сердечной недостаточности показало, что АИТ устраняют нарушение сократительной способности, уменьшают гипертрофию и снижают экспрессию предсердного натрийуретического пептида в сердечных миоцитах [41]. Недавнее исследование также продемонстрировало, что АИТ превосходит умеренную НТ в аспектах активации респираторной и центральной / периферической гемодинамических реакций на упражнения у пациентов с сердечной недостаточностью [42]. Однако мнение об большой эффективности АИТ, чем НТ, рядом авторов аргументированно оспариваются. Определение оптимальной дозы упражнений для достижения максимальных результатов для здоровья в настоящее время считается приоритетом в построении реабилитационных программ.

Большинство рекомендаций по назначению упражнений обычно связаны с частотой сердечных сокращений (ЧСС), определяемой в контролируемом тесте с физической нагрузкой. Используется либо процент от максимальной ЧСС ($ЧСС_{\text{макс}}$), либо резерв ЧСС (разница между ЧСС в покое и ЧСС максимальной) [43]. Целевая интенсивность нагрузки задается обычно в диапазоне от 70 до 80 % от максимальной ЧСС в течение не менее 30 мин на протяжении пяти дней в неделю. У пациентов с ХСН тренировка с физической нагрузкой под контролем $ЧСС_{\text{макс}}$ или резерва ЧСС может быть ограничена из-за хронотропной некомпетентности и лечения бета-адреноблокаторами. Важно понимать, что целевые значения ЧСС, рекомендованные для групп пациентов, могут не полностью применяться к каждому участнику, несмотря на то что все пациенты подвергаются одинаковому объему и интенсивности физической активности, скорректированной

с учетом их собственного уровня переносимости. Например, группа пациентов с ХСН, выполняющих упражнения с ЧСС 40–70 % от максимальной, может работать с индивидуально разной интенсивностью. По этой причине интенсивность, основанная исключительно на процентном соотношении резерва ЧСС или $ЧСС_{\text{макс}}$, вероятно, потребует различного сердечно-сосудистого и метаболического обеспечения у пациентов с ХСН [43].

Программы тренировок для пациентов с ХСН основывались преимущественно на непрерывных, умеренных и интенсивных аэробных упражнениях [44]. Однако в исследование Wisloff et al. сообщили о большем преимуществе с точки зрения функциональных возможностей интервальных тренировок по сравнению с умеренно интенсивными программами непрерывных аэробных упражнений у пациентов с ХСН [31]. Интервальные тренировки включали чередование 3–4-минутных периодов упражнений с 90–95 % от максимальной ЧСС с упражнениями средней интенсивности (60–70 % от максимальной ЧСС). Со времени исследования Wisloff et al. интервальные тренировки приобрели популярность.

В последние несколько лет V. Manzi et al. [45], систематически оценивали эффективность разных режимов тренировок, применяя метод, который учитывает дозу упражнений (как объем, так и интенсивность) на индивидуальной основе. Этот метод получил название индивидуального TRaining IMPulses (TRIMPi) и представляет собой индивидуализацию метода TRIMP, первоначально предложенного Баннистером и др. [22]. Исходный метод TRIMP рассматривает ΔHR (ЧСС на фоне нагрузки: ЧСС в покое/ЧСС максимальная, определенная в ходе нагрузочного тестирования – ЧСС в покое) в качестве основной

переменной упражнения. Продолжительность любой конкретной тренировки умножается на средний показатель ΔHR , достигнутый во время этой тренировки. ΔHR взвешивается с помощью коэффициента умножения (Y) таким образом, чтобы отражать интенсивность усилий. Y -фактор рассчитывается на основании экспоненциальной зависимости уровня лактата в крови и интенсивности нагрузки. Данный фактор вычисляется с использованием двух констант в уравнении, которые считаются одинаковыми для всех испытуемых [45]. По мнению Manzi V. et al. [45], использование одного и того же множителя Y может потенциально упустить из виду индивидуальные физиологические потребности в ходе каждой тренировки. Авторы ввели индивидуальный весовой коэффициент (Y_i), который рассчитывается для каждого пациента наиболее подходящим методом с использованием экспоненциальных моделей. Таким образом, по мере увеличения интенсивности упражнений, на что указывает реакция ЧСС, весовой коэффициент Y_i увеличивается экспоненциально. В результате во время каждой тренировки уникальный TRIMP может быть вычислен в любое время из площади под кривой, представленной псевдоинтегралом всех точек данных ΔHR [45]. Авторы использовали метод TRIMPi для количественной оценки тренировочной нагрузки и его влияние на физиологические системы у пациентов с ХСН со сниженной ФВ. Чтобы определить наиболее эффективную дозу и режим упражнений, изучалось влияние как НТ, так и АИТ на гемодинамическую, кардиореспираторную и метаболическую адаптацию у пациентов с ХСН при оптимальной терапии (включая бета-блокаторы [22]). Метод TRIMPi использовался для обеспечения эквивалентных доз упражнений как при НТ, так и при АИТ.

В этом исследовании увеличение функциональной способности и эффективности вентиляции при физических упражнениях не различались между режимами непрерывной и интервальной тренировки. На центральную гемодинамику в покое не оказали значительного влияния ни НТ, ни АИТ, на что указывало отсутствие изменений ударного объема, сердечного выброса, ФВ и диастолического диаметра ЛЖ в обеих группах пациентов. Этот результат согласуется с данными большинства исследований, указывающих на то, что положительное влияние тренировок с физической нагрузкой на функциональные возможности и вентиляционную эффективность у пациентов с ХСН в основном связано с периферическими механизмами адаптацией [45], хотя и не всегда [23]. Влияние НТ и АИТ на метаболические параметры также существенно не различалось. Таким образом, оказывается, что адаптация к тренировке с физической нагрузкой не зависит от режима НТ и АИТ при условии, что тренировочный стимул приравнивается к индивидуально подобранной дозе упражнений.

Кроме того, тренировка с физической нагрузкой, запрограммированная на заданные ориентиры предтренировочного максимального VO_2 или $\text{ЧСС}_{\text{макс}}$, основана только на предварительных данных – критерии вмешательства, которые не обновляются во время тренировочного процесса для учета прироста аэробной пригодности, задокументированного в конце тренировочного вмешательства, как это происходит с методом TRIMPi. Подход TRIMPi позволяет тщательно контролировать нагрузку, которую испытывают пациенты по мере развития тренированности, и позволяет точно регулировать еженедельную тренировочную нагрузку как в непрерывном, так и в интервальном режимах тренировки.

Возвращаясь к публикации Wisloff et al., которые сообщили о большем улучшении аэробной способности при АИТ, чем при НТ, в небольшой группе пациентов с ХСН [4, 31], стоит упомянуть, что F. Iellamo et al. [22] определили, что разница в тренировочном стимуле между АИТ и НТ заключалась только в интенсивности упражнений, тренировочная нагрузка на самом деле была больше в группе АИТ, чем в группе НТ. Кроме того, программа обучения не обновлялась во время тренировочного процесса. Таким образом, по мнению ряда авторов, оказывается, что у пациентов с постинфарктной ХСН функциональные возможности, вентиляционная эффективность и метаболическая адаптация к тренировкам с физической нагрузкой не различаются между режимами непрерывной и интервальной тренировки при условии, что тренировочный стимул одинаков.

Силовые нагрузки. В ряде современных руководств рекомендуются силовые тренировки для противодействия инвалидности, связанной с кахексией [46]. Эта тренировка может увеличить мышечную массу и силу, впоследствии улучшив функциональную адаптацию у пациентов с сердечной недостаточностью. Однако следует избегать изометрических упражнений с отягощениями (или выполнять их с большой осторожностью) из-за увеличения постнагрузки на сердце [47]. Наряду с аэробными упражнениями, упражнения для укрепления мышц в анаэробном режиме должны быть добавлены к тренировкам с допустимой интенсивностью. Для силовых тренировок можно использовать резиновые эспандеры, тренажеры и даже штанги и гантели.

Нагрузка во время силовых упражнений должна быть меньше одного репетиционного максимума (1РМ), то есть максимального веса, который может быть поднят за одно движение.

При выборе интенсивности тренировок предпочтение чаще отдается 80 % 1РМ. Продолжительность напряжения мышц при поднятии груза не должна превышать 1–3 с [47].

Тренировки дыхательных мышц. На сегодняшний день данные убедительно свидетельствуют о том, что неэффективная работа инспираторных мышц связана с одышкой, непереносимостью физических упражнений и функциональными нарушениями у пациентов с сердечной недостаточностью [48]. Таким образом, тренировка дыхательных мышц может быть полезной для увеличения силы и выносливости инспираторных мышц, облегчения одышки и улучшения функционального статуса у пациентов с сердечной недостаточностью [49].

Интенсивность, продолжительность и частота упражнений. Согласно рекомендациям Центра по контролю и профилактике заболеваний и Американского колледжа спортивной медицины (ACSM), интенсивность упражнений является основным фактором при назначении режима упражнений для предупреждения сердечно-сосудистых заболеваний [50]. Оптимальный рецепт физических упражнений для человека основан на объективной оценке индивидуальной реакции на упражнения, включая ЧСС, уровень воспринимаемой нагрузки (RPE), VO_2 и метаболических эквивалентах во время дифференцированного теста с физической нагрузкой [50]. Кардиологические пациенты могут использовать монитор ЧСС/ЭКГ для получения заданной интенсивности упражнений. Тем не менее пациенты должны быть проинструктированы немедленно прекратить тренировку, если у них есть боль в груди или другие сердечные симптомы/признаки.

В общем интенсивность упражнений варьируется от 40 до 80 % от пикового VO_2 [50]. Один из протоколов нагрузок предполагает использование тренировок на велосипедном эргометре, выполняемых трижды в течение недели на протяжении 12 недель. Протокол упражнений при традиционной НТ включает разминку с 30 % от пиковой VO_2 в течение 3 мин, затем непрерывная нагрузка – 60 % от пиковой VO_2 в течение 30 мин, после чего восстановление с нагрузкой 30 % от пикового VO_2 в течение 3 мин.

С 2011 г. по настоящее время для пациентов с ХСН успешно применяется режим АИТ, который включал разминку в течение 3 мин при 30 % от пикового потребления VO_2 перед тренировкой и пять трехминутных интервалов при нагрузке 80 % от пикового VO_2 (\approx 80 % резерва ЧСС). Каждый интервал был разделен трехминутным упражнением с интенсивностью 40 % от пикового VO_2 (\approx 40 % резерва ЧСС). Сеанс упражнений завершался трехминутным периодом восстановления при 30 % от пикового VO_2 .

Субъективная оценка интенсивности нагрузок. Хорошо известно, что для того, чтобы тренировки были эффективными, они должны стать долгосрочными. Это означает необходимость постоянной адаптации предписаний упражнений с точки зрения объема и интенсивности, особенно у стареющих людей. Описанные выше методы тренировок с физической нагрузкой обычно назначают в реабилитационных центрах, куда пациенты поступают на круглосуточный или амбулаторный режим в ограниченный период времени. Таким образом, существует вопрос о том, как назначать долгосрочные физические упражнения, принимая во внимание необходимость регулярной физической активности вне медицинских уч-

реждений и физиологические процессы старения с учетом соответствующих изменений в индивидуальных физических способностях с течением времени.

Метод оценки уровня воспринимаемой нагрузки (RPE) потенциально может использоваться кардиологами для долгосрочного, самостоятельно выбранного управления физической активностью. RPE – это простой метод количественной оценки внутренней тренировочной нагрузки, предложенный Фостером и др. [51]. С помощью этого метода внутренняя тренировочная нагрузка оценивается количественно путем умножения воспринимаемых усилий всей тренировочной сессии (с использованием шкалы отношения категорий Борга; шкала CR10) и продолжительности нагрузки [51]. Данный метод имеет физиологическую основу, поскольку, как было показано, он связан как с ЧСС, так и с величиной лактата в крови в зависимости от интенсивности упражнений во время непрерывного и интервального бега [51].

Десятибалльная шкала Борга считается глобальным индикатором интенсивности упражнений, включая психологические и физиологические факторы (потребление кислорода, ЧСС, вентиляция, концентрация бета-эндорфина, глюкозы и истощение гликогена) [51]. Его можно считать точным индикатором глобальной внутренней тренировочной нагрузки. Испытуемых просят дать общую оценку усилий для всей тренировки, а не воспринимаемых усилий при последней интенсивности упражнения, используя любые сигналы, которые они считают подходящими. Чтобы облегчить глобальную оценку усилий, пациенты сообщают о своих ощущениях в течение 30 мин после завершения каждой тренировки.

Стабильность результатов при различных модальностях упражнений (НТ и АИТ)

предполагает, что метод RPE может быть полезен для долгосрочного назначения различных программ реабилитации на основе упражнений у кардиологических пациентов. С практической точки зрения, чтобы достичь еженедельной эффективной тренировочной нагрузки (например около 400 ЕД), программа тренировок должна включать четыре дня в неделю с продолжительностью 40–50 мин при оценке RPE от 3 до 5 баллов по 10-балльной шкале Борга [52].

Еще один субъективный метод оценки интенсивности нагрузок – разговорный тест, который является субъективным показателем, может быть простым и эффективным методом измерения интенсивности упражнений [53]. Как следует из названия, разговорный тест измеряет интенсивность упражнений на основе способности пациента говорить во время упражнений. Преимущество этого метода в том, что его легко измерить. Более того, это могут определить сами пациенты.

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПОМОЩИ ПАЦИЕНТАМ С ХСН

Традиционно КР состоит из трех фаз: стационарная, амбулаторная и поддерживающая [54]. Фазы I и II обычно проводятся под наблюдением медицинского персонала, а фаза III считается пожизненной, в ходе которой пациент продолжает регулярные физические упражнения и самостоятельно управляет факторами риска. Наряду с традиционной моделью КР, в реабилитационных центрах все больше свидетельств эффективности альтернативных моделей доставки данной помощи, включая КР на дому и дистанционно при помощи электронных устройств или мобильных технологий [6]. Мо-

дели на основе электронных устройств или мобильных технологий в настоящее время широко используются и позволяют осуществлять удаленный мониторинг состояния пациента и качества выполнения реабилитационных мероприятий.

Домашняя КР ориентирована на пациента; однако участников необходимо обучать и поощрять к тому, чтобы они следовали инструкциям медицинских работников. Домашняя КР имеет преимущества в аспектах доступности и рентабельности. Недавний систематический обзор продемонстрировал, что КР на дому, по-видимому, столь же эффективна в аспекте клинических исходов и качества жизни у пациентов с ишемической болезнью сердца и ХСН [55]. Более того, рандомизированное исследование у пациентов с ХСН показало, что КР на дому привело к увеличению пикового значения VO_2 , дистанции в тесте шестиминутной ходьбы и улучшала качество жизни, а также уменьшала частоту повторной госпитализации по сравнению с соответствующими данными контрольной группы [56]. В этом отношении все еще необходимы дальнейшие долгосрочные исследования для получения твердых доказательств.

Выводы

Вопросы реабилитации пациентов с ХСН далеки от полного разрешения. Методические основы реабилитации продолжают совершенствоваться. Тем не менее, принимая во внимание исходные характеристики больных ХСН, можно сделать обобщение, что КР эффективно улучшает переносимость физической нагрузки и качество жизни, минимизирует прогрессирование сердечной недостаточности, связанное с повторными

госпитализациями, и снижает смертность, что в конечном итоге уменьшает затраты здравоохранения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. American Heart Association 2001 Heart and Stroke Statistical Update Dallas. TX: American Heart Association 2000.
2. Агеев Ф.Т., Беленков Ю.Н., Фомин И.В. Распространенность хронической сердечной недостаточности в Европейской части Российской Федерации – данные ЭПОХА–ХСН. Сердечная недостаточность 2006; 7 (1): 112–115.
3. Клинические рекомендации ОССН – РКО – РНМОТ. Сердечная недостаточность: хроническая (ХСН) и острая декомпенсированная (ОДСН). Диагностика, профилактика и лечение. Кардиология 2018; 58 (S6): 24–75.
4. *Fauci A.S., Braunwald E., Kasper D.L.* Harrison's Principles of Internal Medicine. 17th ed. New York: McGraw-Hill 2008.
5. *Rauch B., Davos C.H., Doherty P., Saure D., Metzendorf M.I., Salzwedel A.* Cardiac Rehabilitation Section EAoPCicwtIoMB, Informatics DoMBUoH, the Cochrane M, Endocrine Disorders Group IoGPH-HUDG. The prognostic effect of cardiac rehabilitation in the era of acute revascularisation and statin therapy: A systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized studies – The Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS). Eur J Prev Cardiol 2016; 23 (18): 1914–1939.
6. *Balady G.J., Williams M.A., Ades P.A.* Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular

Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2007; 115: 2675–2682.

7. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. Российский кардиологический журнал 2020; 25 (11).

8. *Lloyd-Jones D., Adams R., Carnethon M.* Heart disease and stroke statistics – 2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation* 2009; 119: e21–e181.

9. *Tabet J.Y., Meurin P., Driss A.B.* Benefits of exercise training in chronic heart failure. *Arch Cardiovasc Dis* 2009; 102: 721–730.

10. *Belardinelli R., Georgiou D., Cianci G., Purcaro A.* Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation* 1999; 99: 1173–1182.

11. *Jónsdóttir S., Andersen K.K., Sigurosson A.F., Sigurosson S.B.* The effect of physical training in chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2006; 8: 97–101.

12. *Leung F.P., Yung L.M., Laber I., Yao X.Q., Chen Z.Y., Huang Y.* Exercise, vascular wall and cardiovascular diseases an update (Part 1). *Sports Med* 2008; 38: 1009–1024.

13. *Vega R.B., Konbilas J.P., Kelly D.P., Leinwand L.A.* Molecular mechanisms underlying cardiac adaptation to exercise. *Cell Metab* 2017; 25: 1012–26.

14. *Stanford K.I., Goodyear L.J.* Exercise regulation of adipose tissue. *Adipocyte* 2016; 5: 153–62.

15. *Lundby C., Jacobs R.A.* Adaptations of skeletal muscle mitochondria to exercise training. *Exp Physiol* 2016; 101: 17–22.

16. *Vettor R., Valerio A., Ragni M., Trevellin E., Granzotto M., Olivieri M.* Exercise training boosts eNOS-dependent mitochondrial biogenesis in mouse heart: role in adaptation of glucose metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2014; 306: E519–528.

17. *Borges J.P., da Silva Verdoorn K.* Cardiac ischemia/reperfusion injury: the beneficial effects of exercise. *Adv Exp Med Biol* 2017; 999: 155–179.

18. *Kasapis C., Thompson P.D.* The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers – A systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1563–1569.

19. *Joki Y., Obashi K., Yuasa D., Shibata R., Kataoka Y., Kambara T.* Neuron-derived neurotrophic factor ameliorates adverse cardiac remodeling after experimental myocardial infarction. *Circ-Heart Fail* 2015; 8: 342–351.

20. *Che L., Li D.* The effects of exercise on cardiovascular biomarkers: new Insights, recent data, and applications. *Adv Exp Med Bio* 2017; 999: 43–53.

21. *Hambrecht R., Niebauer J., Fiehn E.* Physical training in patients with stable chronic heart failure: effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1239–1249.

22. *Iellamo F., Manzi V., Caminiti G.* Dose-response relationship of baroreflex sensitivity and heart rate variability to individually-tailored exercise training in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2013; 166: 334–339.

23. *Mezzani A., Corrà U., Giannuzzi P.* Central adaptations to exercise training in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; 13: 13–20.

24. *Olsbansky B., Sabbah H.N., Hauptman P.J., Colucci W.S.* Parasympathetic nervous system activity and heart failure:

pathophysiology and potential implications for therapy. *Circulation*. 2008; 118: 863–871.

25. *Mortara A., La Rovere M.T., Pinna G.D.* Arterial Baroreflex Modulation of Heart Rate in Chronic Heart Failure. Clinical and Hemodynamic Correlates and Prognostic Implications. *Circulation* 1997; 96: 3450–3458.

26. *La Rovere M.T., Pinna G.D., Maestri R.* Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure. *Circulation* 2003; 107: 565–570.

27. *Adamopoulos S., Ponikowski P., Cerquetani E.* Circadian pattern of heart rate variability in chronic heart failure patients. Effects of physical training. *Eur Heart J* 1995; 16: 1380–1386.

28. *Gademan M.G., Swenne C.A., Verwey H.F.* Effect of exercise training on autonomic derangement and neurohumoral activation in chronic heart failure. *J Cardiac Fail* 2007; 13: 294–303.

29. *Conraads V.M., Pothof N., De Maeyer C.* Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: The SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol* 2015; 179: 203–210.

30. *Okazaki K., Iwasaki K., Prasad A.* Dose-response relationship of endurance training for autonomic circulatory control in healthy senior. *J Appl Physiol* 2005; 99: 1041–1049.

31. *Wisloff U., Stoylen A., Loennechen J.P.* Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007; 115: 3086–3094.

32. *Hambrecht R., Gielen S., Linke A., Fiehn E., Yu J., Walther C., Schoene N., Schuler G.* Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients

with chronic heart failure: A randomized trial. *JAMA* 2000; 283: 3095–3101.

33. *Piepoli M.F., Davos C., Francis D.P., Coats A.J.* ExTraMATCH Collaborative. Exercise Training Meta-Analysis of Trials in patients with Chronic Heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328: 189.

34. *O'Connor C.M., Whellan D.J., Lee K.L.* Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 1439–1450.

35. *Riley R.D., Lambert P.C., Abo-Zaid G.* Meta-analysis of individual participant data: rationale, conduct, and reporting. *BMJ* 2010; 340: 221.

36. *Taylor R.S., Walker S., Smart N.A.* Impact of exercise-based cardiac rehabilitation in patients with heart failure (ExTraMATCH II) on mortality and hospitalisation: an individual patient data meta-analysis of randomised trials. *Eur J Heart Fail* 2018; 20: 1735–1743.

37. *Pandey A., Parasbar A., Kumbhani D.* Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circ Heart Fail* 2015; 8: 33–40.

38. *Pandey A., Kitzman D.W., Brubaker P.* Response to endurance exercise training in older adults with heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *J Am Geriatr Soc* 2017; 65: 1698–1704.

39. *Leon A.S., Franklin B.A., Costa F.* Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American heart association scientific statement from the council on clinical cardiology (subcommittee on exercise, cardiac rehabilitation, and prevention) and the council on nutrition, physical activity, and metabolism (subcommittee on physical activity), in

collaboration with the american association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *Circulation* 2005; 111: 369–376.

40. *Moholdt T.T., Amundsen B.H., Rustad L.A.* Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J* 2009; 158: 1031–1037.

41. *Gielen S., Schuler G., Adams V.* Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation* 2010; 122: 1221–1238.

42. *Fu T.C., Wang C.H., Hsu C.C.* Suppression of cerebral hemodynamics is associated with reduced functional capacity in patients with heart failure. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2011; 300: 1545–1555.

43. *Dwyer J.* Metabolic character of exercise at traditional training intensities in cardiac patients and healthy persons. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1994; 14: 189–196.

44. *Beale L., Carter H., Doust J.* Exercise Heart Rate Guidelines Overestimate Recommended Intensity for Chronic Heart Failure Patients. *Br J Cardiol* 2010; 17: 133–137.

45. *Manzi V., Castagna C., Padua E.* Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol* 2009; 296: H1733–1740.

46. *Esposito F., Reese V., Shabetai R.* Isolated quadriceps training increases maximal exercise capacity in chronic heart failure: the role of skeletal muscle convective and diffusive oxygen transport. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58: 1353–1362.

47. *Braverman D.L.* Cardiac rehabilitation: a contemporary review. *Am J Phys Med* 2011; 90: 599–611.

48. *Cabalin L.P., Arena R., Guazzi M.* Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2013; 11: 161–177.

49. *Laoutaris I., Dritsas A., Brown M.D.* Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11: 489–496.

50. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2010.

51. *Borg G., Hassmén P., Lagerström M.* Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56: 679–685.

52. *Iellamo F., Manzi V., Caminiti G.* Validation of rate of perceived exertion-based exercise training in patients with heart failure: Insights from autonomic nervous system adaptations. *Int J Cardiol* 2014; 176: 394–398.

53. *Phillips E.M., Kennedy M.A.* The exercise prescription: a tool to improve physical activity. *PM R* 2012; 4: 818–825.

54. *Shah N.P., AbuHaniyeh A., Ahmed H.* Cardiac rehabilitation: current review of the literature and its role in patients with heart failure. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2018; 20: 12.

55. *Anderson L., Sharp G.A., Norton R.J.* Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 6: CD007130.

56. *Chen Y.W., Wang C.Y., Lai Y.H.* Home-based cardiac rehabilitation improves quality of life, aerobic capacity, and readmission rates in patients with chronic heart failure. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97: e9629.

REFERENCES

1. American Heart Association 2001 Heart and Stroke Statistical Update Dallas, TX: American Heart Association 2000.
2. Ageev F.T., Belenkov Y.N., Fomin I.V. Prevalence of chronic heart failure in European area of Russian Federation – data from EPOCH-HF. *Serdechnaya Nedostatochnost* 2006; 7 (1): 112–115 (in Russian).
3. Clinical guidelines RKO. Heart failure: chronic (CHF) and acute decompensated (AD). Diagnostics, prevention and treatment. *Kardiologiya* 2018; 58 (S6): 24–75 (in Russian).
4. Fauci A.S., Braunwald E., Kasper D.L. Harrison's Principles of Internal Medicine. 17th ed. New York: McGraw-Hill 2008.
5. Rauch B., Davos C.H., Doberty P., Saure D., Metzendorf M.I., Salzwedel A. Cardiac Rehabilitation Section EAoPCicwtIoMB, Informatics DoMBUoH, the Cochrane M, Endocrine Disorders Group IoGPH-HUDG. The prognostic effect of cardiac rehabilitation in the era of acute revascularisation and statin therapy: A systematic review and meta-analysis of randomized and non-randomized studies – The Cardiac Rehabilitation Outcome Study (CROS). *Eur J Prev Cardiol* 2016; 23 (18): 1914–1939.
6. Balady G.J., Williams M.A., Ades P.A. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation* 2007; 115: 2675–2682.
7. Chronic heart failure. Clinical guidelines 2020. *Rossiiskij kardiologicheskij zhurnal* 2020; 25 (11) (in Russian).
8. Lloyd-Jones D., Adams R., Carnethon M. Heart disease and stroke statistics – 2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. *Circulation* 2009; 119: e21–e181.
9. Tabet J.Y., Meurin P., Driss A.B. Benefits of exercise training in chronic heart failure. *Arch Cardiovasc Dis* 2009; 102: 721–730.
10. Belardinelli R., Georgiou D., Cianci G., Purcaro A. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation* 1999; 99: 1173–1182.
11. Jónsdóttir S., Andersen K.K., Sigurosson A.F., Sigurosson S.B. The effect of physical training in chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2006; 8: 97–101.
12. Leung F.P., Yung L.M., Laber I., Yao X.Q., Chen Z.Y., Huang Y. Exercise, vascular wall and cardiovascular diseases an update (Part 1). *Sports Med* 2008; 38: 1009–1024.
13. Vega R.B., Konhilas J.P., Kelly D.P., Leinwand L.A. Molecular mechanisms underlying cardiac adaptation to exercise. *Cell Metab* 2017; 25: 1012–1026.
14. Stanford K.I., Goodyear L.J. Exercise regulation of adipose tissue. *Adipocyte* 2016; 5: 153–162.
15. Lundby C., Jacobs R.A. Adaptations of skeletal muscle mitochondria to exercise training. *Exp Physiol* 2016; 101: 17–22.
16. Vettor R., Valerio A., Ragni M., Trevisan E., Granzotto M., Olivieri M. Exercise training boosts eNOS-dependent mitochondrial biogenesis in mouse heart: role in adaptation of glucose metabolism. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2014; 306: E519–528.

17. *Borges J.P., da Silva Verdoorn K.* Cardiac ischemia/reperfusion injury: the beneficial effects of exercise. *Adv Exp Med Biol* 2017; 999: 155–179.
18. *Kasapis C., Thompson P.D.* The effects of physical activity on serum C-reactive protein and inflammatory markers – A systematic review. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1563–1569.
19. *Joki Y., Ohashi K., Yuasa D., Shibata R., Kataoka Y., Kambara T.* Neuron-derived neurotrophic factor ameliorates adverse cardiac remodeling after experimental myocardial infarction. *Circ-Heart Fail* 2015; 8: 342–351.
20. *Che L., Li D.* The effects of exercise on cardiovascular biomarkers: new Insights, recent data, and applications. *Adv Exp Med Biol* 2017; 999: 43–53.
21. *Hambrecht R., Niebauer J., Fiehn E.* Physical training in patients with stable chronic heart failure: effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25: 1239–1249.
22. *Iellamo F., Manzi V., Caminiti G.* Dose-response relationship of baroreflex sensitivity and heart rate variability to individually-tailored exercise training in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2013; 166: 334–339.
23. *Mezzani A., Corrà U., Giannuzzi P.* Central adaptations to exercise training in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; 13: 13–20.
24. *Olshansky B., Sabbah H.N., Hauptman P.J., Colucci W.S.* Parasympathetic nervous system activity and heart failure: pathophysiology and potential implications for therapy. *Circulation* 2008; 118: 863–871.
25. *Mortara A., La Rovere M.T., Pinna G.D.* Arterial Baroreflex Modulation of Heart Rate in Chronic Heart Failure. Clinical and Hemodynamic Correlates and Prognostic Implications. *Circulation* 1997; 96: 3450–3458.
26. *La Rovere M.T., Pinna G.D., Maestri R.* Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure. *Circulation* 2003; 107: 565–570.
27. *Adamopoulos S., Ponikowski P., Cerquetani E.* Circadian pattern of heart rate variability in chronic heart failure patients. Effects of physical training. *Eur Heart J* 1995; 16: 1380–1386.
28. *Gademan M.G., Svenne C.A., Verwey H.F.* Effect of exercise training on autonomic derangement and neurohumoral activation in chronic heart failure. *J Cardiac Fail* 2007; 13: 294–303.
29. *Conraads V.M., Pattyn N., De Maeyer C.* Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: The SAINTEX-CAD study. *Int J Cardiol* 2015; 179: 203–210.
30. *Okazaki K., Iwasaki K., Prasad A.* Dose-response relationship of endurance training for autonomic circulatory control in healthy senior. *J Appl Physiol* 2005; 99: 1041–1049.
31. *Wisloff U., Stoylen A., Loennechen J.P.* Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007; 115: 3086–3094.
32. *Hambrecht R., Gielen S., Linke A., Fiehn E., Yu J., Walther C., Schoene N., Schuler G.* Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: A randomized trial. *JAMA* 2000; 283: 3095–3101.
33. *Piepoli M.F., Davos C., Francis D.P., Coats A.J.* ExTraMATCH Collaborative. Exercise Training Meta-Analysis of Trials in patients with Chronic Heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; 328: 189.

34. O'Connor C.M., Whellan D.J., Lee K.L. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; 301: 1439–1450.
35. Riley R.D., Lambert P.C., Abo-Zaid G. Meta-analysis of individual participant data: rationale, conduct, and reporting. *BMJ* 2010; 340: 221.
36. Taylor R.S., Walker S., Smart N.A. Impact of exercise-based cardiac rehabilitation in patients with heart failure (ExTraMATCH II) on mortality and hospitalisation: an individual patient data meta-analysis of randomised trials. *Eur J Heart Fail* 2018; 20: 1735–1743.
37. Pandey A., Parashar A., Kumbhani D. Exercise training in patients with heart failure and preserved ejection fraction: meta-analysis of randomized control trials. *Circ Heart Fail* 2015; 8: 33–40.
38. Pandey A., Kitzman D.W., Brubaker P. Response to endurance exercise training in older adults with heart failure with preserved or reduced ejection fraction. *J Am Geriatr Soc* 2017; 65: 1698–1704.
39. Leon A.S., Franklin B.A., Costa F. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease: an American heart association scientific statement from the council on clinical cardiology (subcommittee on exercise, cardiac rehabilitation, and prevention) and the council on nutrition, physical activity, and metabolism (subcommittee on physical activity), in collaboration with the american association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. *Circulation* 2005; 111: 369–376.
40. Moboldt T.T., Amundsen B.H., Rustad L.A. Aerobic interval training versus continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J* 2009; 158: 1031–1037.
41. Gielen S., Schuler G., Adams V. Cardiovascular effects of exercise training: molecular mechanisms. *Circulation* 2010; 122: 1221–1238.
42. Fu T.C., Wang C.H., Hsu C.C. Suppression of cerebral hemodynamics is associated with reduced functional capacity in patients with heart failure. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2011; 300: 1545–1555.
43. Dwyer J. Metabolic character of exercise at traditional training intensities in cardiac patients and healthy persons. *J Cardiopulmonary Rehabil* 1994; 14: 189–196.
44. Beale L., Carter H., Doust J. Exercise Heart Rate Guidelines Overestimate Recommended Intensity for Chronic Heart Failure Patients. *Br J Cardiol* 2010; 17: 133–137.
45. Manzi V., Castagna C., Padua E. Dose-response relationship of autonomic nervous system responses to individualized training impulse in marathon runners. *Am J Physiol* 2009; 296: H1733–1740.
46. Esposito F., Reese V., Shabetai R. Isolated quadriceps training increases maximal exercise capacity in chronic heart failure: the role of skeletal muscle convective and diffusive oxygen transport. *J Am Coll Cardiol* 2011; 58: 1353–1362.
47. Braverman D.L. Cardiac rehabilitation: a contemporary review. *Am J Phys Med* 2011; 90: 599–611.
48. Cabalin L.P., Arena R., Guazzi M. Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther* 2013; 11: 161–177.
49. Laoutaris I., Dritsas A., Brown M.D. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea

and improves functional status in patients with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004; 11: 489–496.

50. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2010.

51. Borg G., Hassmén P., Lagerström M. Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56: 679–685.

52. Iellamo F., Manzi V., Caminiti G. Validation of rate of perceived exertion-based exercise training in patients with heart failure: Insights from autonomic nervous system adaptations. *Int J Cardiol* 2014; 176: 394–398.

53. Phillips E.M., Kennedy M.A. The exercise prescription: a tool to improve physical activity. *PM R* 2012; 4: 818–825.

54. Shah N.P., AbuHaniyeh A., Ahmed H. Cardiac rehabilitation: current review of the

literature and its role in patients with heart failure. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2018; 20: 12.

55. Anderson L., Sharp G.A., Norton R.J. Home-based versus centre-based cardiac rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 6: CD007130.

56. Chen Y.W., Wang C.Y., Lai Y.H. Home-based cardiac rehabilitation improves quality of life, aerobic capacity, and readmission rates in patients with chronic heart failure. *Medicine (Baltimore)* 2018; 97: e9629.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Материал поступил в редакцию 09.08.2021