Профилактическая медицина
2023, Т. 26, №10, с. 123-129
https://doi.org/10.17116/profmed202326101123

The Russian Journal of Preventive Medicine
2023, vol. 26, no 10, pp. 123-129
https://doi.org/10.17116/profmed202326101123

Подходы к выбору интенсивности аэробных тренировок в кардиореабилитации

© А.Л. ПЕРСИЯНОВА-ДУБРОВА, И.Ф. МАТВЕЕВА, М.Г. БУБНОВА

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

В обзоре литературы представлены данные о способах выбора тренирующей нагрузки при назначении аэробных тренировок пациентам, участвующим в программах кардиореабилитации. Рассмотрены разные показатели абсолютной и относительной интенсивности нагрузки, методы их получения и расчета, преимущества и недостатки каждого метода. Приведены данные научных исследований, лежащих в основе различных способов расчета интенсивности нагрузки, обсуждаются практические аспекты выбора интенсивности тренирующей нагрузки.

Ключевые слова: *кардиореабилитация, аэробные физические тренировки, интенсивность нагрузки.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Персиянова-Дуброва А.Л. — https://orcid.org/0000-0002-8508-5327; eLibrary SPIN: 2134-9520
Матвеева И.Ф. — https://orcid.org/0000-0002-4356-7264; eLibrary SPIN: 8846-6382
Бубнова М.Г. — https://orcid.org/0000-0003-2250-5942; eLibrary SPIN: 6733-1430
Автор, ответственный за переписку: Матвеева И.Ф. — e-mail: imatveeva@gnicpm.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Персиянова-Дуброва А.Л., Матвеева И.Ф., Бубнова М.Г. Подходы к выбору интенсивности аэробных тренировок в кардиореабилитации. *Профилактическая медицина.* 2023;26(10):123–129. https://doi.org/10.17116/profmed202326101123

Approaches to choosing the intensity of aerobic training in cardiac rehabilitation

© A.L. PERSIYANOVA-DUBROVA, I.F. MATVEEVA, M.G. BUBNOVA

National Medical Research Center for Therapy and Preventive Medicine, Moscow, Russia

ABSTRACT

The review of literature presents data on the methods of choosing a training intencity when assigning aerobic exercises to patients participating in cardiac rehabilitation programs. Different indicators of absolute and relative intensity of physical activity, methods of their obtaining and calculation and benefits and drawbacks of each method are considered. The data of scientific researches, which are the basis of various methods of exercise intensity calculation, are given. The practical aspects of selection of training intensity are discussed.

Keywords: *cardiac rehabilitation, aerobic physical trainings, intensity physical activity.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Persiyanova-Dubrova A.L. — https://orcid.org/0000-0002-8508-5327; eLibrary SPIN: 2134-9520
Matveeva I.F. — https://orcid.org/0000-0002-4356-7264; eLibrary SPIN: 8846-6382
Bubnova M.G. — https://orcid.org/0000-0003-2250-5942; eLibrary SPIN: 6733-1430
Corresponding author: Matveeva I.F. — e-mail: imatveeva@gnicpm.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Persiyanova-Dubrova AL, Matveeva IF, Bubnova MG. Approaches to choosing the intensity of aerobic training in cardiac rehabilitation. *The Russian Journal of Preventive Medicine.* 2023;26(10):123–129. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/profmed202326101123

Введение

Кардиореабилитация (КР) — важный элемент стратегии вторичной профилактики. Комплексная КР способствует значительному сокращению числа госпитализаций и неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, улучшает факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и качество жизни больных [1]. Успех программ КР во многом связан с применением физических тренировок (ФТ), поскольку кардиореспираторная выносливость является сильным прогностическим фактором смертности у пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и хронической сердечной недостаточностью (ХСН) [2]. Известно, что увеличение максимального потребления кислорода (VO_2max) в результате тренировок имеет решающее значение для улучшения выживаемости: у пациентов с ИБС повышение VO_2max на 1 мл/кг/мин приводит к снижению смертности от всех причин на 15% [3].

Поскольку для увеличения кардиореспираторной выносливости требуется адекватный физиологический стимул, среди факторов, влияющих на индивидуальный ответ на регулярную физическую нагрузку, ведущую роль играют параметры тренировки, особенно ее интенсивность. Правильное определение интенсивности упражнений у пациентов с ССЗ позволяет использовать наиболее безопасные и эффективные программы тренировок для получения максимальных клинических преимуществ [4].

В программном заявлении Европейского общества кардиологов (European Society of Cardiology — ESC) 2022 г. наиболее осуществимой и экономически эффективной формой аэробных тренировок, использующихся для реабилитации кардиологических пациентов, названа непрерывная тренировка умеренной интенсивности [5].

Цель настоящего обзора — освещение современных подходов к определению интенсивности тренировок, использующихся в программах КР.

Результаты

Разделяют показатели абсолютной и относительной интенсивности физической нагрузки **(табл. 1)**.

Абсолютная интенсивность выражается в метаболических единицах (МЕ). 1 МЕ определяется как количество кислорода, потребляемое сидя в состоянии покоя, и составляет 3,5 мл/кг/мин (значение для стандартного человека с массой тела 70 кг). Это практический способ выражения энергетических затрат при физической активности как кратного скорости метаболизма в состоянии покоя. Однако абсолютное значение не учитывает характеристики индивида (пол, масса тела, возраст, состав тела, физическая форма, сопутствующие заболевания), тогда как показатели относительной интенсивности учитывают различия в индивидуальных физиологических возможностях человека, определяя интенсивность как процент от максимальных физиологических параметров (% от максимальной частоты сердечных сокращений (ЧСС), %VO_2max). Показатели абсолютной и относительной интенсивности связаны между собой. Классическим примером будет являться взаимосвязь между VO_2 и процентом ЧСС, наблюдаемая в норме у здоровых людей во время выполнения нагрузки **(рис. 1)**.

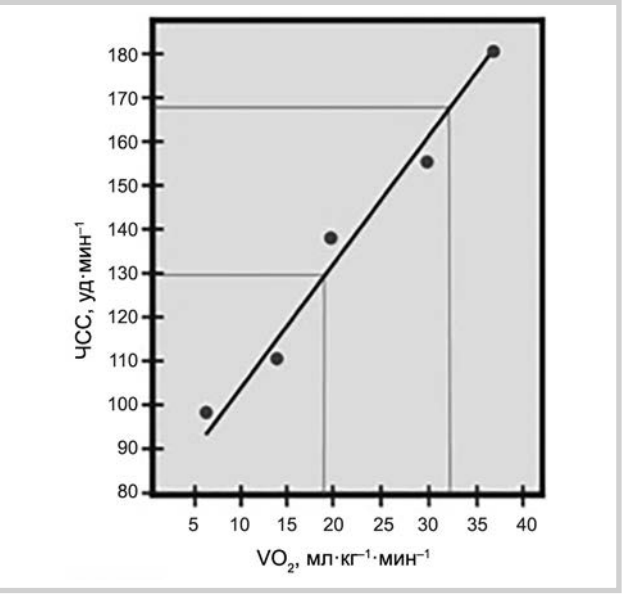


Рис. 1. **Взаимосвязь между VO_2 и процентом ЧСС во время нагрузки в норме у здоровых людей.**

Fig. 1. **The correlation between VO_2 and HR during the xercise in the normal condition of healthy people.**

Согласно рекомендациям Американского колледжа спортивной медицины (American college of sports medicine — ACSM) [4], 40% VO_2max соответствует 55% от максимальной ЧСС; 60% VO_2max — 70% от максимальной ЧСС; 80% VO_2max — 85% от максимальной ЧСС; 85% VO_2max — 90% от максимальной ЧСС. Эти данные легли в основу самого распространенного метода расчета тренировочной ЧСС — в процентах от максимальной ЧСС, которую определяют в ходе нагрузочной пробы.

Значения, предлагаемые в качестве оптимальных для повышения кардиореспираторной выносливости, находятся в пределах 55—70% от максимальной ЧСС [4, 6, 7]. Эти значения определяют соответствующую нагрузке средней интенсивности тренировочную зону, нахождение в которой во время тренировок обеспечивает максимальный результат при минимальном риске для кардиологического пациента **(табл. 2)**.

Однако использование таких фиксированных значений интенсивности может быть у части пациентов недо-

Таблица 1. **Показатели абсолютной и относительной интенсивности физической нагрузки**

Table 1. **Indicators of absolute and relative intensity of physical activity**

Абсолютная интенсивность	Относительная интенсивность
Метаболические единицы	Процент от ЧССмакс
Максимальное потребление кислорода (VO_2max)	Процент от резерва ЧСС Процент от VO_2max

Примечание. ЧСС — частота сердечных сокращений.
Note. HR — heart rate.

Таблица 2. **Классификация относительной интенсивности физической нагрузки (адаптировано из C.E. Garber и соавт., 2011 [8])**

Table 2. **Classification of the relative intensity of physical activity (adapted from C.E. Garber, et al, 2011 [8])**

Интенсивность ФН	% ЧССмакс	VO_2max	% резерва ЧСС
Очень низкая	<57	<37	<30
Низкая	57—63	37—45	30—39
Умеренная	64—76	46—63	40—59
Высокая	77—95	64—91	60—89
Максимальная	>96	>92	>90

Примечание. ФН — физическая нагрузка.
Note. PL — physical load.

статочно точным. У пациентов с ССЗ могут наблюдаться потеря линейности и высокая изменчивость соотношения VO_2 и ЧСС из-за хронотропной недостаточности или приема медикаментов. Таким образом, при использовании процентов от максимальной ЧСС интенсивность упражнений у части пациентов может быть занижена или завышена [9]. Более индивидуализированным способом расчета целевой ЧСС считается использование резерва ЧСС (разницы между ЧСС максимальной и ЧСС покоя) по формуле Карвонена [10]:

ЧССтрен = ЧССпокоя +
(ЧССмакс – ЧССпокоя) · целевой %.

Используемый целевой процент зависит от целевой интенсивности тренировки, в КР обычно используют 40—60% [5—7].

Необходимо учитывать, что для точного расчета тренировочной ЧСС рекомендуются прямые измерения ЧСС в ходе нагрузочной пробы (на велоэргометре или тредмиле), а формула «220 – возраст» не применяется у пациентов с ССЗ.

Расчет интенсивности по мощности нагрузки

Интенсивность тренировки может быть рассчитана как процент от максимальной мощности нагрузки (в Вт) [6, 7]. В исследовании, сравнивающем способы выбора интенсивности в соотношении с вентиляционным порогом, был показан самый высокий процент совпадений при использовании процента от пиковой мощности — у 63% пациентов [11]. Тренировочная нагрузка составляет 50—60% от выполненной мощности при велоэргометрической пробе (ВЭМ-пробе) и подбирается по специальной таблице. При этом заранее рассчитывают уровень тренировочной нагрузки по пульсу. В процессе тренировок больной ориентируется на эту величину и на самочувствие как главные критерии достаточности и безопасности нагрузки [12].

Расчет интенсивности физической нагрузки с использованием показателей кардиопульмонального нагрузочного теста

Кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ) считается лучшим методом для оценки аэробной производительности [13]. Используя совместный анализ выдыхаемых газов, выполненной работы, динамики ЧСС и уровень артериального давления, можно получить максимально полную оценку функционального статуса пациента и составить для него более индивидуализированную программу аэробных упражнений. С этой целью в ходе КПНТ получают следующие параметры: потребление кислорода (VO_2), выход диоксида углерода (VCO_2), минутную вентиляцию легких и вентиляционные пороги.

Потребление кислорода (VO_2) — это объем кислорода, извлеченный из воздуха, вдыхаемого во время легочной вентиляции за определенный период времени. Обычно выражается в миллилитрах в минуту (мл/мин). Значение VO_2 при максимальной нагрузке (VO_2max, л/мин) считается лучшим показателем кардиореспираторной выносливости и отражает максимальную способность организма поглощать, транспортировать и использовать кислород. VO_2max — наиболее важный параметр, измеряемый во время функционального тестирования. Значение VO_2max может увеличиваться с 3,5 мл/мин/кг (1 МЕ) в состоянии покоя до 30—50 мл/мин/кг при физической нагрузке. У спортсменов при нагрузке его значение может возрастать в 20 раз (до 80 мл/мин/кг); у здоровых мужчин среднего возраста, не занимающихся спортом, наблюдается переносимость физической нагрузки, равная в среднем 10 МЕ; у пожилых старше 75 лет — 7 МЕ [14, 15].

VO_2max определяется во время ступенчатого нагрузочного тестирования как точка, при которой, несмотря на увеличение скорости работы, не происходит дальнейшего увеличения VO_2 (достигается плато). Но это плато возникает только у части здоровых испытуемых, и далеко не все пациенты с ССЗ способны достичь максимального усилия во время КПНТ [5]. В клинической практике для отражения физической работоспособности чаще используется пиковое VO_2 как синоним VO_2max.

Расчет этого показателя по различным разработанным формулам с использованием времени нагрузки или ее мощности без прямого измерения лимитировано физиологическими и методологические неточностями [16]. Тогда как прямые измерения VO_2 надежны, воспроизводимы и обеспечивают наиболее точную оценку функциональной способности. Данные газообмена могут предоставить важную информацию для оценки функциональных возможностей, а также помочь отличить сердечно-сосудистые ограничения от легочных во время выполнения нагрузки [17].

Значения VO_2max зависят от возраста, пола, массы тела, роста, уровня физической активности, генетических особенностей и этнической принадлежности, сопутствующих заболеваний. Для разных групп населения были предложены различные уравнения для прогнозирования нормальных значений VO_2max или пикового VO_2, соотнесение с которыми может быть полезно при оценке физической работоспособности в клинической практике [18].

Следует отметить, что VO_2max, достигнутое во время велоэргометрии, на 5—11% ниже, чем во время теста на беговой дорожке [19].

При использовании VO_2max или МЕ для выбора нагрузки можно воспользоваться компендиумом физической активности и выбрать активность в необходимом диапазоне [20].

В дополнение к пиковому (или максимальному) VO_2 в ходе КПНТ могут быть получены другие показатели, например коэффициент дыхательного обмена (respiratory exchange ratio — RER), который представляет собой отношение количества образовавшегося углекислого газа к количеству потребляемого кислорода ($RER = VCO_2/VO_2$). Коэффициент дыхательного обмена обычно колеблется от 0,7 до 0,85 в покое. При высокой интенсивности физических упражнений производство CO_2 превышает VO_2, в этом случае коэффициент дыхательного обмена больше 1,0 является дополнительным критерием достижения максимальной нагрузки [16, 21].

Также выделяют два дыхательных/вентиляционных порога ($ВП_1$ и $ВП_2$) (начало и конец аэробно-анаэробного перехода). Дыхательные пороги отражают дыхательный ответ на метаболические изменения, возникающие при нагрузке. В клинической медицине пороговые значения также используют для составления программ реабилитации пациентов.

Первый вентиляционный порог ($ВП_1$) представляет собой переход от преимущественно аэробного метаболизма к состоянию, при котором при нагрузке начинает повышаться концентрация лактата в артериальной крови. Он определяется как точка, в которой минутная вен-

тиляция легких (VE) увеличивается непропорционально к VO_2 (на графике — точка непосредственно перед тем, как VE/VO_2 начинает расти без аналогичного увеличения VE/VCO_2). Происходит это примерно в то же время, когда пациент приближается к лактатному порогу. Таким образом, дыхательный порог иногда используется в качестве неинвазивного маркера лактатного порога.

С физиологической точки зрения $ВП_1$ представляет собой верхний предел диапазона интенсивности упражнений, который может поддерживаться в течение длительного периода времени без прогрессивного увеличения уровня лактата в крови и, как следствие, гипервентиляции легких. Это верхний предел уровня нагрузки, который полностью обеспечивается аэробным метаболизмом. Если темпы работы ниже $ВП_1$ могут поддерживаться практически неопределенно долгое время, то постепенное увеличение интенсивности работы выше $ВП_1$ связано с прогрессирующим снижением толерантности к физической нагрузке [22].

У здоровых нетренированных людей $ВП_1$ возникает при 50—60% VO_2max с широким индивидуальным диапазоном нормальных значений, простирающимся от 35% до 80% [23]. Этот параметр различается у людей с одинаковыми максимальными функциональными возможностями (и даже с одинаковыми максимальными показателями VO_2). На значения $ВП_1$ влияют генетические факторы, физические тренировки, перенесенные и имеющиеся заболевания, состояние сердечно-сосудистой системы. Показано, что у пациентов с ССЗ [17] в процессе физической нагрузки $ВП_1$ возникает раньше, чем у здоровых людей (при ниже 40%). Физические упражнения увеличивают потребление кислорода на $ВП_1$ в степени, аналогичной таковой для VO_2max (обычно от 10% до 25% для людей, ведущих малоподвижный образ жизни) [24].

Существуют следующие методы определения $ВП_1$: изменение угла наклона на графике VCO_2/VO_2; точка, в которой системное увеличение вентиляционного эквивалента по кислороду (VE/VO_2) происходит без увеличения вентиляционного эквивалента по вентиляционному CO_2.

Второй вентиляционный порог ($ВП_2$) соответствует интенсивности упражнений, при которой лактат крови быстро накапливается, а избыток CO_2 больше не может быть устранен, в результате наблюдается непропорциональное увеличение VE по отношению к CO_2 (VCO_2). Соответствует 70—80% от VO_2. Рассматривается как верхний лимит нагрузки, которая может воспроизводиться в течение длительного времени [23].

Большинство рекомендаций по КР рекомендуют интенсивность аэробных тренировок основывать на максимальных показателях нагрузочной пробы, включая %VO_2max, процент максимальной рабочей нагрузки, процент максимальной ЧСС и процент резерва ЧСС (разницу между максимальной ЧСС и ЧСС покоя) [6, 25]. Одним из ограничений этого метода является тот факт, что не все пациенты с ССЗ способны достичь максимального усилия во время КПНТ (плато VO_2) [26]. Также показано, что 15% участвующих в КР пациентов не достигают RER >1,10 при проведении КПНТ, а среди пациентов с ХСН доля таких случаев составляет около 46% [27].

Кроме того, имеется значительное несоответствие между предписанием интенсивности упражнений на основе показателей, полученных из разных параметров физической нагрузки у пациентов с ССЗ.

В исследовании D. Hansen и соавт. [11] у кардиологических пациентов определяли $ВП_1$ и по возможности $ВП_2$, а также рассчитывали интенсивность по общепринятым показателям (как процент от мощности нагрузки, максимальной ЧСС и VO_2max). При одном и том же уровне усилия при $ВП_1$ были выявлены разные домены интенсивности упражнений, если определять их соответственно рекомендациям, причем значительная часть пациентов оказывалась в рамках высокой интенсивности, а часть — в низкой. Например, $ВП_1$ возникал при низкой интенсивности (1,8% случаев), средней интенсивности (27,99% случаев), высокой интенсивности (63,2% случаев) или очень высокой интенсивности (7% случаев), если рассчитывать интенсивность как процент от максимальной ЧСС.

Лучшее совпадение наблюдалось при использовании процента максимальной мощности физической нагрузки (у 63% пациентов); при использовании процента резерва ЧСС этот показатель снизился примерно до 48%. Это указывает на несоответствие между областями интенсивности упражнений, определенными разными способами, что обусловливает необходимость стандартизации и корректировки действующих руководств.

В 2013 г. A. Mezzani и соавт. [23] предложили основывать определение интенсивности тренирующей нагрузки на определении вентиляционных порогов, что является более точным, чем при выражении в процентах от пиковой нагрузки.

В отличие от показателей максимальной работоспособности, $ВП_1$ и $ВП_2$ могут быть достигнуты подавляющим большинством пациентов с ССЗ. Эти пороговые значения можно экстраполировать на соответствующую им мощность нагрузки или ЧСС. Из этих экстраполяций определяют зоны тренировки: малоинтенсивная (при ЧСС или мощности ниже $ВП_1$), умеренно интенсивная (при ЧСС или мощности между $ВП_1$ и $ВП_2$) и высокоинтенсивная (при ЧСС или мощности выше $ВП_2$) [23] **(рис. 2)**.

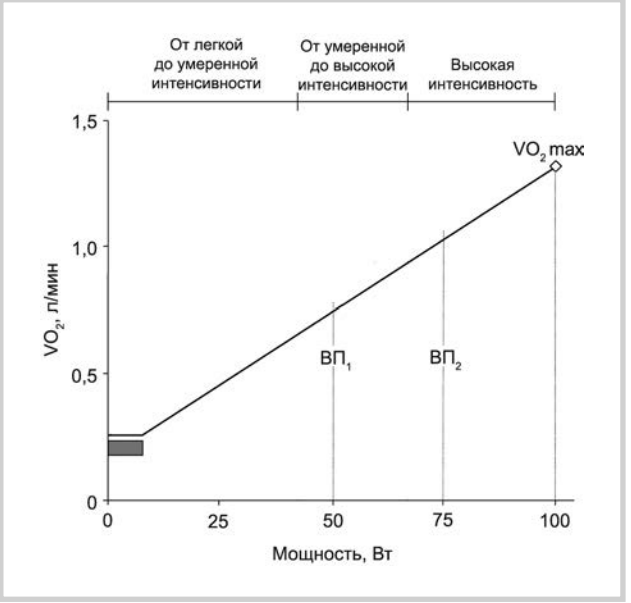


Рис. 2. **Тренировочные зоны упражнений относительно $ВП_1$ и $ВП_2$ (по A. Mezzani и соавт., [23]).**

Fig. 2. **Exercise intensit relative to VT_1 and VT_2 (according to A. Mezzani, et al. [23]).**

Таблица 3. **Выбор интенсивности аэробных тренировок в кардиореабилитации по рекомендациям ESC 2021 (адаптировано из D. Hansen и соавт., 2022 [5])**

Table 3. **Exercise intensity determination of aerobic training in cardiac rehabilitation according to the ESC 2021 recommendations (adapted from D. Hansen, et al, 2022 [5])**

Оптимальный стандарт	Минимальные требования
Шаг 1. При включении в программу кардиореабилитации	
КПНТ: определяют $ВП_1$ и $ВП_2$ Экстраполяция на ЧСС или объем работы	Нагрузочная проба: определяют мощность нагрузки и максимальную ЧСС. Экстраполяция на % ЧСС или мощности физической нагрузки
Шаг 2. Контроль интенсивности во время тренировок	
Разговорный тест и шкала Борга	
Шаг 3. Уточнение интенсивности (прогрессирование)	
КПНТ через 3 мес	Нагрузочный тест через 3 мес
Шаг 4. Контроль интенсивности во время тренировок	
Разговорный тест и шкала Борга	
Шаг 5. Уточнение интенсивности (прогрессирование)	
КПНТ каждый год: $ВП_1$ и $ВП_2$ Экстраполируется на ЧСС, мощность физической нагрузки	Нагрузочная проба каждый год: мощность нагрузки и максимальная ЧСС. Экстраполяция на % ЧСС или мощности физической нагрузки

С практической точки зрения использование ЧСС, соответствующей $ВП_1$, в качестве тренировочной — безопасный и эффективный метод тренировки для пациентов с ИБС и ХСН [5].

Для поддержания умеренной интенсивности во время тренировки в течение длительного времени используется таргетная ЧСС, соответствующая ЧСС на уровне $ВП_1$. Между ЧСС на $ВП_1$ и ЧСС на $ВП_2$ интенсивность упражнений выше, но обычно все еще хорошо переносится в течение длительного периода времени. При интенсивности соответствующей ЧСС выше $ВП_2$ выполнение упражнения становится гораздо более трудным, такая интенсивность используется в тренировках интервального типа в чередовании с упражнениями легкой и умеренной интенсивности [23].

Методика КПНТ с газоанализом имеет ряд ограничений, препятствующих ее широкому применению. Системы измерения газообмена являются дорогостоящими, требуют сложной калибровки и присутствия высококвалифицированного персонала. К тому же после роста физической работоспособности $ВП_1$ и $ВП_2$ должны быть повторно оценены для пересчета тренирующей интенсивности упражнений [5] (прогрессирование является одним из важных принципов использования физических тренировок в КР).

Если перед началом КР нет возможности провести нагрузочный тест, для выбора интенсивности тренирующей нагрузки можно использовать альтернативные способы:

— по результатам теста 6-минутной ходьбы (по средней скорости ходьбы или по максимальной ЧСС) [28];

— способ +20 ударов к ЧСС покоя [29];

— субъективные методы (шкала Борга, разговорный тест).

Дозирование интенсивности по шкале Борга

Шкала Борга является субъективным средством для измерения интенсивности аэробных тренировок на основе физических ощущений, которые человек испытывает во время физической активности, включая ЧСС, частоту дыхания, потоотделение и утомляемость [30, 31]. В исследованиях выявлено наличие корреляции между физиологическими показателями во время нагрузки (уровнем ЧСС, лактатом крови, ВП) и оценкой по шкале Борга, что позволяет использовать шкалу для назначения и контроля интенсивности тренировок [32]. Особенно актуально использование шкалы Борга у пациентов с кардиоваскулярной патологией, у которых нередко наблюдается нарушение регуляции сердечного ритма (фибрилляция и трепетание предсердий, имплантация электрокардиостимулирующих устройств, прием β-блокаторов и т.д.) В КР для проведения физических тренировок умеренной интенсивности используют оценку 11—13 баллов по 20-балльной шкале Борга [6, 7]. Применение шкалы Борга может быть менее эффективно при низкоинтенсивных упражнениях и у пациентов, у которых отсутствует опыт занятия физическими упражнениями [33].

Разговорный тест

Физиологически метод основан на быстром учащении дыхания по мере увеличения интенсивности нагрузки выше $ВП_2$, что существенно затрудняет поддержание разговора и помогает определить границу между умеренной и высокой интенсивностью упражнений. При занятиях пациентам рекомендуется поддерживать тот уровень нагрузки, при котором они в состоянии комфортно разговаривать полными фразами. Этот уровень нагрузки будет соответствовать $ВП_1$.

Разговорный тест показал свою эффективность и надежность; в ряде исследований при проведении нагрузочного теста (на тредмиле и ВЭМ-пробы) обнаружена корреляционная связь между разговорным тестом и $ВП_1$, что дает основание для применения метода как способа контроля интенсивности физической нагрузки [34—36]. Важное преимущество разговорного теста заключается в том, что его использование не требует никаких затрат и опыта. Это простой и безопасный способ самоконтроля интенсивности аэробных упражнений. Ограничение его применения заключается в том, что разговорный тест может быть использован только при упражнениях умеренной интенсивности (не подходит для низкоинтенсивных, высокоинтенсивных и интервальных тренировок) [23].

Шкалу Борга и разговорный тест рекомендуется использовать как дополнительные практические способы контроля интенсивности физических упражнений у пациентов с ССЗ [5—7]. Именно сочетание объективного и субъек-

тивного инструментов будет оптимальным при оценке интенсивности физических упражнений у пациента **(табл. 3)**.

Выводы

С учетом вышеизложенного современный подход к выбору интенсивности аэробных тренировок в кардиореабилитационной практике состоит в следующем:

1. Необходимо определить интенсивность упражнений путем оценки $ВП_1$ и $ВП_2$ в ходе КПНТ и установить тренировочный диапазон между этими порогами.

2. Если проведение КПНТ невозможно, интенсивность упражнений определяют на основе процента от мощности физической нагрузки или процента от максимальной ЧСС. Интенсивность упражнений чаще всего устанавливается в пределах 55—70% от достигнутой пиковой ЧСС или 40—60% от резерва ЧСС (пик минус отдых) с корректировкой на основе оценки воспринимаемого напряжения, установленного между «несколько тяжелым» и «сильным» (12—14 баллов по шкале Борга).

3. Разговорный тест и шкалу Борга следует рассматривать только как дополнение к объективному методу определения интенсивности аэробных упражнений.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflicts of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Dibben G, Faulkner J, Oldridge N, Rees K, Thompson DR, Zwisler AD, Taylor RS. Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2021;11(11):CD001800. https://doi.org/10.1002/14651858.CD001800.pub4
2. Martin BJ, Arena R, Haykowsky M, Hauer T, Austford LD, Knudtson M, Aggarwal S, Stone JA; APPROACH Investigators. Cardiovascular fitness and mortality after contemporary cardiac rehabilitation. *Mayo Clinic Proceedings*. 2013;88(5):455-463. https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.02.013
3. Keteyian SJ, Brawner CA, Savage PD, Ehrman JK, Schairer J, Divine G, Aldred H, Ophaug K, Ades PA. Peak aerobic capacity predicts prognosis in patients with coronary heart disease. *American Heart Journal*. 2008;156(2): 292-300. https://doi.org/10.1016/j.ahj.2008.03.017
4. Pescatello LA, Arena R, Riebe D, Thompson PD. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9th Ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer/ Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
5. Hansen D, Abreu A, Ambrosetti M, Cornelissen V, Gevaert A, Kemps H, Laukkanen JA, Pedretti R, Simonenko M, Wilhelm M, Davos CH, Doehner W, Iliou MC, Kränkel N, Völler H, Piepoli M. Exercise intensity assessment and prescription in cardiovascular rehabilitation and beyond: why and how: a position statement from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2022;29(1):230-245. https://doi.org/10.1093/eurjpc/zwab007
6. Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, Davos CH, Hansen D, Frederix I, Iliou MC, Pedretti RF, Schmid JP, Vigorito C, Voller H, Wilhelm M, Piepoli MF, Bjarnason-Wehrens B, Berger T, Cohen-Solal A, Cornelissen V, Dendale P, Doehner W, Gaita D, Gevaert AB, Kemps H, Kraenkel N, Laukkanen J, Mendes M, Niebauer J, Simonenko M, Zwisler AO. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowledge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Preventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2020;2047487320913379. https://doi.org/10.1177/2047487320913379
7. Аронов Д.М., Бубнова М.Г., Барбараш О.Л., Долецкий А.А., Красницкий В.Б., Лебедева Е.В., Лямина Н.П., Репин А.Н., Свет А.В., Чумакова Г.А., Аронов Д.М., Абдуллаев А.А., Арутюнов Т.П., Барбараш О.Л., Бойцов С.А., Болдуева С.А., Бузиашвили Ю.И., Галявич А.С., Гарганеева А.А., Герасименко М.Ю., Гуляева С.Ф., Довгалевский П.Я., Журавлева А.И., Задионченко В.С., Зайцев В.П., Закирова А.Н., Иванова Г.Е., Иоселиани Д.Г., Калинина А.М., Карпов Р.С., Козиолова Н.А., Куликов А.Г., Кухарчук В.В., Лядов К.В., Мазаев В.П., Мартынов А.И., Мисюра О.Ф., Парнес Е.Я., Перепеч Н.Б., Руда М.Я., Староверов И.И., Смулевич А.Б., Сыркин А.Л., Терещенко С.Н., Фомин И.В., Чазов Е.И., Чазова И.Е., Шлык С.В., Шляхто Е.В., Шульман В.А. Острый инфаркт миокарда с подъемом сегмента ST электрокардиограммы: реабилитация и вторичная профилактика. *Российский кардиологический журнал*. 2015;(1):6-52.
Aronov DM, Bubnova MG, Barbarash OL, Doletsky AA, Krasnitsky VB, Lebedev EV, Lyamina NP, Repin AN, Svet AV, Chumakov GA, Aronov DM, Abdullaev AA, Arutyunov TP, Barbarash OL, Boytsov SA, Boldueva SA, Buziashvili YuI, Galyavich AS, Garganeeva AA, Gerasimenko MYu, Gulyaeva SF, Dovgalevsky PYa, Zhuravlev AI, Zadionchenko VS, Zaitsev VP, Zakirova AN, Ivanov GE, Iosseliani DG, Kalinina AM, Karpov RS, Kosilov NA, Kulikov GA, Kuharchuk VV, Lyadov KV, Mazaev VP, Martynov AI, Misyura OF, Parnes EJ, Perepech NB, Ruda MYa, Old Believers II, Smulevich AB, Syrkin AL, Tereshchenko SN, Fomin IV, Chazov EI, Chazova IE, Shlyk SV, Shlyakhto EV, Shulman VA. Acute ST elevation myocardial infarction: aftercare and secondary prevention. National Russian Guidelines. *Rossijskij kardiologicheskij zhurnal*. 2015;(1):6-52. (In Russ.). https://doi.org/10.15829/1560-4071-2015-1-6-52
8. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, Nieman DC, Swain DP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(7):1334-1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb
9. Pymer S, Nichols S, Prosser J, Birkett S, Carroll S, Ingle L. Does exercise prescription based on estimated heart rate training zones exceed the ventilatory anaerobic threshold in patients with coronary heart disease undergoing usualcare cardiovascular rehabilitation? A United Kingdom perspective. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2020;27:579-589. https://doi.org/10.1177/2047487319852711
10. Karvonen MJ, Kenrala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*. 1975;35(3):3070315.
11. Hansen D, Bonné K, Alders T, Hermans A, Copermans K, Swinnen H, Maris V, Jansegers T, Mathijs W, Haenen L, Vaes J, Govaerts E, Reenaers V, Frederix I, Dendale P. Exercise training intensity determination in cardiovascular rehabilitation: Should the guidelines be reconsidered? *European Journal of Preventive Cardiology*. 2019;26(18):1921-1928. https://doi.org/10.1177/2047487319859450
12. Бубнова М.Г., Аронов Д.М., Красницкий В.Б. *Реабилитация больных ишемической болезнью сердца после эндоваскулярных вмешательств на постстационарном этапе. Учебное пособие*. М. 2010.
Bubnova MG, Aronov DM, Krasnitsky VB. *Rehabilitation of patients with cardiac disease after PCI on post-ambulatory stage. Training Manual*. M. 2010. (In Russ.).
13. Аронов Д.М., Лупанов В.П. *Функциональные пробы в кардиологии*. М.: МЕДпресс-информ; 2002.
Aronov DM, Lupanov VP. *Functional testing in cardiology*. M.: MEDpress-inform; 2002.
14. Aspenes ST, Nilsen TI, Skaug EA, Bertheussen GF, Ellingsen Ø, Vatten L, Wisløff U. Peak oxygen uptake and cardiovascular risk factors in 4631 healthy women and men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(8): 1465-1473. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820ca81c
15. Lander BS, Layton AM, Garofano RP, Schwartz A, Engel DJ, Bello NA. Average Exercise Capacity in Men and Women >75 Years of Age Undergoing a Bruce Protocol Exercise Stress Test. *The American Journal of Cardiology*. 2022;164:21-26. https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2021.10.020
16. Balady GJ, Williams MA, Ades PA, Bittner V, Comoss P, Foody JM, Franklin B, Sanderson B, Southard D. 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(20):2675-2682. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.180945

17. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2003;167(2):211-277. https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211

18. Myers J, Kaminsky LA, Lima R, Christle JW, Ashley E, Arena R. A Reference Equation for Normal Standards for VO_2 Max: Analysis from the Fitness Registry and the Importance of Exercise National Database (FRIEND Registry). *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2017;60(1):21-29. https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.002

19. Mathur RS, Revill SM, Vara DD, et al. Comparison of peak oxygen consumption during cycle and treadmill exercise in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 1995;50(8):829-833. https://doi.org/10.1136/thx.50.8.829

20. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR Jr, Tudor-Locke C, Greer JL, Vezina J, Whitt-Glover MC, Leon AS. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011;43(8):1575-1581. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821ece12

21. Edvardsen E, Hem E, Anderssen SA. End criteria for reaching maximal oxygen uptake must be strict and adjusted to sex and age: a cross-sectional study. *PLoS One*. 2014;9(1):e85276. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085276

22. Sullivan CS, Casaburi R, Storer TW, Wasserman K. Non-invasive prediction of blood lactate response to constant power outputs from incremental exercise tests. *European Journal of Applied Physiology Occup Physiol*. 1995; 71:349-354. https://doi.org/10.1007/BF00240416

23. Mezzani A, Hamm LF, Jones AM, McBride PE, Moholdt T, Stone JA, Urhausen A, Williams MA; European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation: a joint position statement of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation and the Canadian Association of Cardiac Rehabilitation. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2013; 20(3):442-467. https://doi.org/10.1177/2047487312460484

24. Arena R, Myers J, Williams MA, Gulati M, Kligfield P, Balady GJ, Collins E, Fletcher G. Assessment of functional capacity in clinical and research settings: a scientific statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing. *Circulation*. 2007; 116(3):329-343. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.106.184461

25. Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, Brewer LC, Brown TM, Forman DE, Franklin BA, Keteyian SJ, Kitzman DW, Regensteiner JG, Sanderson BK, Whooley MA. Home-Based Cardiac Rehabilitation: A Scientific Statement From the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation, the American Heart Association, and the American College of Cardiology. *Circulation*. 2019;140(1):69-89. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000663

26. Bowen TS, Cannon DT, Begg G, Baliga V, Witte KK, Rossiter HB. A novel cardiopulmonary exercise test protocol and criterion to determine maximal oxygen uptake in chronic heart failure. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*. 2012;113:451-458. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01416.2011

27. Chase PJ, Kenjale A, Cahalin LP, Arena R, Davis PG, Myers J, Guazzi M, Forman DE, Ashley E, Peberdy MA, West E, Kelly CT, Bensimhon DR. Effects of respiratory exchange ratio on the prognostic value of peak oxygen consumption and ventilatory efficiency in patients with systolic heart failure. *JACC. Heart Failure*. 2013;1(5):427-432. https://doi.org/10.1016/j.jchf.2013.05.008

28. Бубнова М.Г., Персиянова-Дуброва А.Л. Применение теста с шестиминутной ходьбой в кардиореабилитации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(4):2561. Bubnova MG, Persiyanova-Dubrova AL. Six-minute walk test in cardiac rehabilitation. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2020;19(4):2561. (In Russ.). https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2561

29. Бубнова М.Г., Аронов Д.М. Методические рекомендации. Обеспечение физической активности граждан, имеющих ограничения в состоянии здоровья. Под ред. Бойцова С.А. *КардиоСоматика*. 2016;7(1):5-50. Bubnova MG, Aronov DM. Methodic recommendations. Maintaining physical activity of those with limitations in health. Ed. by Boytsov S.A. *Kardio-Somatika*. 2016;7(1):5-50. (In Russ.).

30. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982;5:377-381.

31. Haile L, Gallagher, M Jr., Robertson RJ. *Perceived exertion laboratory manual: From standard practice to contemporary application*. New York: Springer Science + Business Media; 2015.

32. Scherr J, Wolfarth B, Christle JW, Pressler A, Wagenpfeil S, Halle M. Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*. 2013; 113(1):147-155. https://doi.org/10.1007/s00421-012-2421-x

33. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*. 2002;20(11):873-899. https://doi.org/10.1080/026404102320761787

34. Persinger R, Foster C, Gibson M, Fater DC, Porcari JP. Consistency of the talk test for exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2004;36(9):1632-1636.

35. Quinn TJ, Coons BA. The Talk Test and its relationship with the ventilatory and lactate thresholds. *Journal of Sports Sciences*. 2011;29(11):1175-1182. https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585165

36. Woltmann ML, Foster C, Porcari JP, Camic CL, Dodge C, Haible S, Mikat RP. Evidence that the talk test can be used to regulate exercise intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2015;29(5):1248-1254. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000811

Поступила 23.05.2023
Received 23.05.2023
Принята к печати 04.07.2023
Accepted 04.07.2023