

Профилактическая медицина
2022, Т. 25, №9, с. 90-96
<https://doi.org/10.17116/profmed20222509190>

The Russian Journal of Preventive Medicine
2022, vol. 25, no 9, pp. 90-96
<https://doi.org/10.17116/profmed20222509190>

Шкала Борга в кардиореабилитации: методология и перспективы использования

© А.А. 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 различных форматах шкалы Борга, ее валидности и воспроизводимости, возможности ее применения у здоровых людей и различных категорий пациентов. Рассмотрены примеры использования шкалы Борга в кардиореабилитации для планирования, назначения и оценки эффективности реабилитационных мероприятий. Обсуждаются практические аспекты применения данной шкалы и направления дальнейших научных исследований.

Ключевые слова: кардиореабилитация, аэробные физические тренировки, шкала Борга, интенсивность нагрузки.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Персиянова-Дуброва А.Л. — <https://orcid.org/0000-0002-8508-5327>

Матвеева И.Ф. — <https://orcid.org/0000-0002-4356-7264>

Бубнова М.Г. — <https://orcid.org/0000-0003-2250-5942>

Автор, ответственный за переписку: Персиянова-Дуброва А.Л. — e-mail: apersyanova-dubrova@gnicpm.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:

Персиянова-Дуброва А.Л., Матвеева И.Ф., Бубнова М.Г. Шкала Борга в кардиореабилитации: методология и перспективы использования. *Профилактическая медицина*. 2022;25(9):90–96. <https://doi.org/10.17116/profmed20222509190>

Borg scale in cardiac rehabilitation: methodology and prospects for use

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

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

ABSTRACT

The literature review presents data on various formats of the Borg scale, its validity and reproducibility, and its use in healthy subjects and various categories of patients. Examples of the use of the Borg scale in cardiac rehabilitation for planning, prescribing, and evaluating the effectiveness of rehabilitation measures are provided. The practical aspects of its application and directions of further scientific research are discussed.

Keywords: cardiac rehabilitation, aerobic physical training, Borg scale, exercise intensity.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Persyanova-Dubrova A.L. — <https://orcid.org/0000-0002-8508-5327>

Matveeva I.F. — <https://orcid.org/0000-0002-4356-7264>

Bubnova M.G. — <https://orcid.org/0000-0003-2250-5942>

Corresponding author: Persyanova-Dubrova A.L. — e-mail: apersyanova-dubrova@gnicpm.ru

TO CITE THIS ARTICLE:

Persyanova-Dubrova AL, Matveeva IF, Bubnova MG. Borg scale in cardiac rehabilitation: methodology and prospects for use. *The Russian Journal of Preventive medicine*. 2022;25(9):90–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/profmed20222509190>

Понятие о воспринимаемом напряжении и способы его оценки

Оценка субъективного восприятия уровня нагрузки широко используется в тренировочном процессе и спортивной медицине. Связь между воспринимаемым напряжением и деятельностью человека является предметом исследований в течение последних 50 лет. Воспринимаемое напряжение (perceived exertion) — субъективное восприятие интенсивности усилия, напряжения, диском-

форта и/или усталости, ощущаемое индивидом во время выполнения любого типа физической активности (аэробных упражнений и упражнений с отягощениями, досуга или повседневной активности, профессиональной физической активности и широкого спектра досуговых и соревновательных видов спорта) [1]. В основе понятия лежит психологическая интерпретация информации, поступающей от кардиореспираторной, костно-мышечных систем, а также опосредование различных метаболических изменений.

Основоположником учения о воспринимаемом напряжении является шведский психолог Гуннар Борг (G. Borg) [2]. В своих первых исследованиях он изучал воспринимаемое напряжение как маркер субъективной адаптации к различным видам нагрузки и профессиональной деятельности. В начале 60-х годов XX века Г. Борг разработал Шкалу оценки воспринимаемой нагрузки (rating of perceived exertion, RPE) (рис. 1).

Это вертикальная шкала с численными значениями от 6 до 20 баллов и словесным описанием восприятия возрастающей интенсивности нагрузки; значение 6 означает отсутствие усилия, а значение 20 описывается как полное максимальное усилие до изнеможения.

Числовые значения первой шкалы изначально соотношены с уровнями частоты сердечных сокращений (ЧСС) как маркера реакции организма на физическую нагрузку. Изначально 15 категорий в диапазоне от 6 до 20 предлагалось использовать для прогнозирования ЧСС путем умножения значения воспринимаемого напряжения на 10 (например, 13 баллов соответствуют выполнению упражнений с ЧСС 130 уд/мин). Однако этот принцип не реализуется на практике из-за большой индивидуальной variability реакции ЧСС в зависимости от различных типов упражнений, физиологических особенностей индивидуума и условий окружающей среды.

Позже Г. Боргом предложена шкала отношения категорий, шкала Borg CR10, со значениями от 1 до 10 (рис. 2). Шкала CR10 больше подходит для ситуаций, в которых преобладают болевые ощущения [3], чаще используется для диагностики одышки, стенокардии и скелетно-мышечной боли. Шкала Borg CR10 претерпела различные модификации на протяжении многих лет [4]. В настоящее время широко используются обе шкалы: оригинальная, оценивающая интенсивность упражнений от 6 до 20 баллов, и шкала с категориями от 0 до 10.

При необходимости можно соотносить значения двух шкал с помощью табл. 1 (данные получены в сравнительном исследовании В. Агпеу и соавт. (2019) с использованием статистического моделирования) [5].

К другим субъективным методам оценки интенсивности нагрузки относятся шкала OMNI и разговорный тест [3].

Таблица 1. Конвертация шкал Борга 6—20 и CR10 [5]

Table 1. Conversion of the Borg 6-20 and CR10 scales [5]

Шкала Борга 6—20	Шкала Борга CR10
6	0,0
7	1,0
8	1,5
9	2,0
10	2,5
11	3,0
12	3,5
13	4,0
14	5,0
15	5,5
16	6,5
17	7,5
18	8,0
19	9,0
20	10,0

Воспринимаемое напряжение, измеренное с помощью шкалы Борга, является одним из наиболее распространенных показателей, оцениваемых в исследованиях, которые посвящены изучению физических упражнений. Шкала Борга позволяет оценить совокупное ощущение изменений, возникающих в сердечно-сосудистой, скелетно-мышечной и легочной системах при выполнении физической нагрузки, являясь индикатором интенсивности выполняемых упражнений [3, 6, 7]. Она применяется для количественной оценки интенсивности и мониторинга переносимости физической нагрузки у здоровых лиц и пациентов с различными заболеваниями [8]. Следует отметить, что шкала Борга может быть использована для назначения не только аэробных тренировок, что рассматривается в данном обзоре, но и тренировок с отягощением [9].

До сих пор нет единой теории, точно объясняющей механизм восприятия усилия. В научной литературе преобладает модель афферентной обратной связи, принимаемая сегодня многими исследователями [10, 11]. Согласно этой теории, кардиореспираторная и мышечная системы, а также метаболические изменения рассматриваются вместе как источники генерации сигналов, пере-

6	Отсутствие усилия
7	Исключительно легко
8	
9	Очень легко
10	Легко
11	
12	Довольно тяжело
13	
14	Трудно/тяжело
15	
16	Очень тяжело
17	
18	Очень, очень тяжело
19	
20	Максимально тяжело

Рис. 1. Шкала Борга 6—20.

Fig. 1. Borg scale 6—20.

0	Отсутствие одышки
0.5	Очень-очень легкая
1	Очень легкая
2	Легкая
3	Средняя
4	Несколько тяжелая
5	Тяжелая
6	Очень тяжелая
7	
8	Очень-очень тяжелая
9	
10	Максимальная

Рис. 2. Шкала Борга CR10.

Fig. 2. Borg scale CR10.

дающихся в головной мозг. В одной из своих наиболее влиятельных публикаций Борг утверждал, что воспринимаемое напряжение «объединяет различную информацию, включая множество сигналов, получаемых от периферийных рабочих мышц и суставов, от сердечно-сосудистой и дыхательной функций, так и со стороны нервной системы» [12].

Воспроизводимость и валидность шкалы Борга продемонстрированы в исследованиях в разных ситуациях: при ходьбе [13, 14], беге [15], езде на велосипеде [16], плавании [17]; у здоровых, пожилых и при различной патологии [18–24].

Шкала Борга является надежным инструментом для оценки воспринимаемого напряжения при различных состояниях, за исключением черепно-мозговой травмы [25]. Шкалу Борга можно применять у людей с болезнью Паркинсона, у которых недоступно нагрузочное тестирование [26].

Показано, что шкала Борга коррелирует с ЧСС и максимальным потреблением кислорода (МПК) [27]. В мета-анализе изучено влияние физической формы участников, их пола, типа используемой шкалы и вида нагрузки на силу связи между воспринимаемым напряжением и физиологическими показателями. Самые высокие коэффициенты корреляции оценки воспринимаемой нагрузки с различными показателями физиологических критериев обнаружены в следующих условиях: с % $VO_{2\max}$ — когда участники мужского пола выполняли максимальную нагрузку; с ЧСС, % $VO_{2\max}$ и VO_2 — при выполнении непривычной для испытуемого нагрузки; с концентрацией лактата в крови — при использовании 15-балльной шкалы Борга.

J. Schett и соавт. (2013) оценили связь между воспринимаемым напряжением и изменением физиологических параметров у 2560 мужчин и женщин (средний возраст 28 [17–44] лет) во время нагрузочной пробы на тредмиле/велозергометре [28]. На пике нагрузки измеряли ЧСС, концентрацию лактата в крови и воспринимаемое напряжение (шкала Борга 6–20). Выявлена высокая корреляция воспринимаемой нагрузки с ЧСС ($r=0,74, p<0,001$) и уровнем лактата в крови ($r=0,83, p<0,001$). Средние значения первого и второго лактатного порогов соответствовали $10,8\pm 1,8$ и $13,6\pm 1,8$ балла соответственно. Пол, возраст, наличие ишемической болезни сердца, уровень физической активности и протокол нагрузочного теста не оказывали существенного влияния на эту связь (все $p>0,05$).

Согласно совместному заявлению Европейской ассоциации по профилактике и реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, Американской ассоциации сердечно-сосудистой и легочной реабилитации, Канадской ассоциации кардиологической реабилитации, шкала Борга может быть использована как у здоровых людей, так и у различных категорий пациентов [29]. Примеры ее применения для выбора и контроля интенсивности тренировок, используемых с профилактической и реабилитационной целями, приведены в ряде исследований [30–34].

Использование шкалы Борга в кардиореабилитации

Особого внимания заслуживает использование шкалы Борга в кардиореабилитации. Интенсивность упраж-

нений является ключом к достижению желаемых полезных эффектов регулярной физической нагрузки. «Золотым стандартом» дозирования интенсивности является использование VO_2 (в процентах от максимального — % $VO_{2\max}$ или в процентах от резерва VO_2 (% VO_2R)) [35]. Однако проведение кардиопульмонального теста требует применения сложного оборудования и участия квалифицированного персонала. К тому же необходим высокий уровень мотивации субъекта для достижения достоверных показателей максимальной работоспособности, а в клинической практике часто приходится вынужденно ограничиваться проведением субмаксимального теста. Наличие линейной связи между VO_2 и ЧСС и простота измерения последнего показателя определяют возможность его использования для назначения физических упражнений: рассчитывается процент ЧСС_{макс} или процент резерва ЧСС. Для пациентов с кардиоваскулярной патологией, у которых нередко наблюдается нарушение регуляции сердечного ритма (имплантация электрокардиостимулирующих устройств, прием бета-блокаторов и т.д.), и в условиях часто отсутствующих результатов традиционно применяемых нагрузочных тестов особенно актуальным является использование альтернативных методов контроля интенсивности нагрузки.

В 2018 г. S. O'Neil и соавт. провели исследование в 58 американских реабилитационных центрах, целью которого являлась оценка методик, используемых для назначения тренировок и контроля интенсивности упражнений в реальной практике [36]. Показано, что результаты нагрузочного теста, на основании которых можно рассчитать тренирующую нагрузку, имелись всего у 33% пациентов. Шкала Борга была наиболее часто используемой мерой интенсивности нагрузки — с ее помощью проводили тренировки в 84% ($n=49$) центрах кардиореабилитации; резерв ЧСС учитывали в 34% ($n=20$) случаев, долю (%) от ЧСС_{макс} — в 27% ($n=16$), метаболические единицы — в 27% ($n=16$) центров. Следует отметить, что в 67% ($n=39$) программ кардиореабилитации использованы одновременно несколько способов оценки интенсивности. При отсутствии нагрузочного теста целевая интенсивность устанавливалась по увеличению частоты пульса на 20 ударов в 1 мин в 34% ($n=20$) случаев, а самым распространенным методом также была шкала Борга — ее одну или в комбинации использовали 64% ($n=37$) реабилитационных программ.

Существуют 2 подхода к использованию шкалы Борга во время тренировки. Пациент либо выполняет упражнение и периодически отвечает на вопрос «насколько Вам тяжело выполнять нагрузку?» (пассивный подход), либо нагрузка задается на определенном уровне, и пациент активно стремится удерживать уровень воспринимаемого напряжения в пределах тренировочного диапазона. Возможность оценить уровень нагрузки во время стресс-теста и сопоставить его с интенсивностью нагрузки позволяет пациенту легче ориентироваться в использовании шкалы Борга во время тренировки.

Современные рекомендации по вторичной профилактике предлагают в программах кардиореабилитации использовать уровень 12–14 баллов по шкале Борга для поддержания средней интенсивности тренировочной нагрузки [37], что соответствует 45–59% от $VO_{2\max}$, 55–69% от ЧСС_{макс}, 40–59% от резерва ЧСС (табл. 2). Уровень 12–14 будет соответствовать 50–70% от максимальной мощности нагрузки [37].

Таблица 2. Классификация относительной интенсивности нагрузки [8]

Table 2. Classification of relative load intensity [8]

Интенсивность нагрузки	% от резерва ЧСС	% от $VO_{2\max}$	% от ЧСС _{макс}	Оценка по шкале Борга, баллы
Легкая	20–39	25–44	35–54	10–11
Средняя	40–59	45–59	55–69	12–13
Тяжелая	60–84	60–84	70–89	14–16
Очень тяжелая	Более 85	Более 85	Более 90	17–20

Примечание. ЧСС — число сердечных сокращений; $VO_{2\max}$ — максимальный объем кислорода, мл на 1 кг массы тела в 1 мин.
 Note. HR, heart rate; $VO_{2\max}$, maximum oxygen volume, mL per kg of body weight.

Применение шкалы Борга для индивидуализации интенсивности аэробных тренировок при различных нозологических формах

Применение шкалы Борга для контроля интенсивности упражнений у пациентов с ишемической болезнью сердца, включенных в домашнюю программу кардиореабилитации, оказалось столь же эффективным, как и обычная программа, в которой нагрузку дозировали классическим способом [38]. Так, 78 пациентов, перенесших инфаркт миокарда (средний возраст 56 ± 10 лет; фракция выброса левого желудочка $64 \pm 12\%$) рандомизированы на 3 группы в зависимости от способа назначения интенсивности тренировок: пациентам первой группы — на уровне 70% от резерва ЧСС, второй группы — на уровне 13 баллов по шкале Борга, для пациентов третьей группы использована комбинация объективных и субъективных показателей интенсивности ($60–80\%$ от ЧСС_{макс} и 12–14 баллов по шкале Борга). Через 1 мес тренировок физическая работоспособность статистически значимо увеличилась у пациентов всех групп (на 33,7, 22,9 и 31,2% соответственно). Показана безопасность всех использованных методик.

В исследовании J.-Y. Tabet и соавт. (2008) 20 пациентам с ишемической болезнью сердца, получающим бета-блокаторы, проведена нагрузочная проба и определены ЧСС и мощность нагрузки, соответствующие первому вентилиционному порогу (ВП) [39]. В течение 3 последующих дней каждому пациенту проведена ежедневная тренировка, интенсивность которой регулировалась каждый раз разным способом: 1) по ЧСС на ВП; 2) по мощности на ВП; 3) по шкале Борга (на уровне 14 баллов). Сравнивали физиологические показатели: VO_2 , ЧСС, мощность нагрузки. Все эти показатели были статистически значимо выше при дозировании интенсивности по шкале Борга и по мощности нагрузки, чем по пульсу. Классический подход к дозированию тренировки по ЧСС не обеспечивал у этих пациентов достаточного уровня тренирующей нагрузки, тогда как дозирование по уровню воспринимаемого напряжения или мощности оказалось более эффективным для достижения и поддержания более высокой интенсивности.

В исследовании R. Zanettini и соавт. (2012) аэробные тренировки в течение 5 нед, назначаемые и проводимые с помощью шкалы Борга (основная группа), были так же эффективны, как и тренировки, интенсивность которых рассчитана по резерву ЧСС и проценту от максимальной мощности (контрольная группа), но у пациентов основной группы в конце тренировочного периода фиксировались более высокая интенсивность нагрузки (при контроле тренировочной ЧСС), а 6 (17%) пациентов тренировались близко

ко второму ВП, превышая заданную интенсивность. К сожалению, авторы использовали 10-балльную шкалу Борга, что затрудняет трактовку их результатов и сравнение с данными других исследований, однако используемый ими уровень «тяжело» соответствует уровню 15 баллов по шкале Борга 6–20, что выходит за границы рекомендованной средней интенсивности [40].

L. Tang и соавт. проанализировали уровень воспринимаемого напряжения и соответствующее значение ЧСС, полученные в ходе выполнения аэробной нагрузки в процессе кардиореабилитации. Показано, что независимо от вида тренировок (контролируемых в центре или неконтролируемых домашних) пациенты способны воспринимать разницу интенсивности в 1 балл по шкале Борга. Увеличение на 1 балл соответствует увеличению ЧСС на 6,1 уд/мин (95% ДИ 4,8–7,5) и 5,3 уд/мин (95% ДИ 4,0–6,5). Интенсивность тренировки, уровень физической работоспособности и характеристики пациента также не влияли на уровень связи между восприятием напряжения и ЧСС [41].

Часто контроль интенсивности тренировок у больных кардиологического профиля осуществляется способом увеличения пульса на 20 ударов от исходного уровня (ЧСС+20) [36, 42]. К. Жоо и соавт. (2004) соотнесли параметры кардиопульмонального теста с параметрами тренировки, интенсивность которой дозировали либо методом ЧСС+20, либо с помощью шкалы Борга (уровень 11–13 баллов) [43]. Дозирование нагрузки методом ЧСС+20 привело к тому, что только чуть больше 50% пациентов достигли целевых показателей интенсивности в ходе тренировки (40–60% от VO_2R), а 1 пациент тренировался с интенсивностью выше рекомендуемых значений. Во время тренировки с использованием шкалы Борга уровень интенсивности превысил средний у 82% пациентов, которые выполняли упражнения с интенсивностью в среднем 71% от VO_2R , что превышает заданные значения и может вызывать опасения по поводу безопасности тренировки.

Используя аналогичный дизайн исследования, J. Reed и соавт. (2017) сравнили использование 3 методов дозирования нагрузки: ЧСС+20, ЧСС+30 и резерв ЧСС (%) в первые 3 нед тренировок пациентов с сердечной недостаточностью [44]. Только 26% пациентов, которым рекомендовано выполнять упражнения с интенсивностью ЧСС покоя +20, и 38% пациентов, которым рекомендовано выполнять упражнения с ЧСС покоя +30, достигли во время тренировки уровня интенсивности, соответствующего 40–60% от резерва ЧСС.

Эти исследования демонстрируют, что дозирование нагрузки способом +20–30 к пульсу покоя не всегда позволяет достичь целевых показателей интенсивности упражнений для всех пациентов. Использование же только шкалы Борга, наоборот, может привести к тому, что пациенты бу-

дут тренироваться с более высокой относительной интенсивностью. Эти данные подтверждают целесообразность на начальных этапах тренировочного процесса в отсутствие результатов нагрузочного теста использовать комбинацию различных методов назначения нагрузки и больше обращать внимание на симптомы пациента, чем стремиться к достижению целевых значений интенсивности.

Используя шкалу Борга в дополнение к контролю ЧСС, V. Malmo и соавт. применяли высокоинтенсивные интервальные тренировки у пациентов с фибрилляцией предсердий в течение 12 нед [45]. Достигнуто уменьшение продолжительности эпизодов фибрилляции с 8,1% (95% ДИ 4,1—12,8) до 4,8% (95% ДИ 2,0—7,6), тогда как у пациентов контрольной группы наблюдалось их увеличение с 10,4% (95% ДИ 4, —17,8) до 14,6% (95% ДИ 6,4—24,9). У пациентов группы высокоинтенсивных тренировок по сравнению с участниками контрольной группы статистически значительно увеличилась $VO_{2\text{макс}}$, фракция выброса левого желудочка, качество жизни, снизился уровень липидов.

Оценка воспринимаемого напряжения в ходе нагрузочного теста

Специалисты Американской ассоциации сердца [46, 47] и Американского колледжа спортивной медицины (ACSM) [8] рекомендуют оценивать воспринимаемое напряжение во время проведения нагрузочного теста. Шкала Борга размещается на стене перед пациентом, а при проведении спироэргометрии, во время которой положение респираторного мундштука затрудняет устный ответ, испытуемого просят жестом указывать отметку на шкале, расположенной перед ним [46]. Рекомендуется проводить оценку уровня напряжения на последней минуте каждой ступени нагрузки (а при более выраженных функциональных ограничениях — в конце каждой минуты).

Шкала Борга является дополнительным инструментом, помогающим оценить ход выполнения нагрузочного тестирования. Во время нагрузочного тестирования воспринимаемое напряжение может быть использовано как индикатор приближающейся усталости. Зона для постепенного завершения нагрузочного теста составляет 15—17 баллов [3]. Пациенты, принимающие бета-блокаторы, заканчивают тест в среднем через 153 с после достижения уровня 14 баллов по шкале Борга [48]. Большинство людей не способны достичь максимальной интенсивности во время нагрузки. В то время как верхняя граница шкалы Борга равна 20 (максимальное усилие), достижению максимального VO_2 , по данным исследований, соответствуют значения 17—18 баллов [49]. Продемонстрировано, что первый ВП соответствует уровню 12—13 баллов по шкале Борга, а второй — 15—16 [29].

Оценив воспринимаемое напряжение во время теста с субмаксимальной нагрузкой и учитывая наличие линейной взаимосвязи с VO_2 , можно предсказать максимальную работоспособность человека, и такие попытки предприняты

в ряде исследований у разных категорий испытуемых [50, 51]. Дополнительные исследования могут разработать подобные протоколы и для других тестов (например, ТШХ) и других категорий пациентов.

Методологические аспекты применения шкалы Борга

Большинство пациентов легко понимают и используют шкалу Борга после надлежащих инструкций. Когда шкала используется впервые, необходимо определить опорные точки — минимум и максимум [3]. Не менее целесообразно обсудить и другие значения шкалы: 9 баллов соответствуют очень легкому усилию (медленная ходьба в комфортном темпе); 13 — умеренной, но вполне переносимой нагрузке и т.д. В руководстве по проведению нагрузочных проб и назначению нагрузки Американского колледжа спортивной медицины [8] приводится инструкция для пациента: «Выполняя упражнение, обратите пристальное внимание на ощущение, которое вы при этом испытываете. Это ощущение должно отражать общую сумму напряжения, усилий и усталости. Не отдавайте предпочтение какому-то одному фактору (боль в ногах, одышка или усталость), постарайтесь сосредоточиться на общем внутреннем ощущении напряжения. По возможности будьте максимально точны, оценивая его».

При использовании в исследованиях шкалы Борга содержание инструкций и формат шкалы могут варьировать [4]. В русскоязычных источниках также приведены различные варианты; стандартизация могла бы способствовать повышению достоверности измерений и надежности полученных результатов, более точному их воспроизведению и интерпретации.

Заключение

Шкала Борга — простой и доступный инструмент контроля (регулирования и мониторинга) интенсивности тренировок в клинической практике, играющий особую роль в реабилитации пациентов кардиологического профиля, у которых часто наблюдается нарушение регуляции сердечного ритма, а результаты нагрузочного теста отсутствуют. Способность пациента независимо мониторировать интенсивность нагрузок, распознавая оптимальный и безопасный их уровень, сегодня является одним из важных принципов кардиореабилитации [52]. Умение пациента самостоятельно регулировать интенсивность нагрузки может способствовать формированию длительной приверженности к участию в дистанционных реабилитационных программах, что особенно актуально в современной практике кардиореабилитации.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Noble BJ, Robertson RJ. *Perceived Exertion*. Champaign: Human Kinetics; 1996.
2. Borg G. *Borg's Perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics; 1998.
3. Haile L, Gallagher M, Robertson RJ. *Perceived Exertion Laboratory Manual: From Standard Practice to Contemporary Application*. New York: Springer; 2016.

4. Hareendran A, Leidy NK, Monz BU, Winnette R, Becker K, Mahler DA. Proposing a standardized method for evaluating patient report of the intensity of dyspnea during exercise testing in COPD. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*. 2012;7:345-355. <https://doi.org/10.2147/COPD.S29571>
5. Arney BE, Glover R, Fusco A, Cortis C, de Koning JJ, van Erp T, Jaime S, Mikat RP, Porcari JP, Foster C. Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) Scales for Session RPE. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2019;14(7):994-996. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2018-0637>
6. Faulkner J, Eston RG. Perceived exertion research in the 21st century: developments, reflections and questions for the future. *Journal of Exercise Science and Fitness*. 2008;6(1):1-14.
7. Haddad M, Stylianides G, Djaoui L, Dellal A, Chamari K. Session-RPE method for training load monitoring: validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Frontiers in Neurosciences*. 2017;11:612. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00612>
8. Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 9th Ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
9. Lea JWD, O'Driscoll JM, Hulbert S, Scales J, Wiles JD. Convergent Validity of Ratings of Perceived Exertion during Resistance Exercise in Healthy Participants: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine — Open*. 2022;8(1):2. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00386-8>
10. Tucker R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*. 2009;43(6):392-400. <https://doi.org/10.1136/bjism.2008.050799>
11. Gibson CA, Lambert EV, Rauch LHG, Tucker R, Baden DA, Foster C, Nokes TD. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Medicine*. 2006;36(8):705-722. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636080-00006>
12. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1982;14(5):377-381.
13. Pfeiffer KA, Pivarnik JM, Womack CJ, Reeves MJ, Malina RM. Reliability and validity of the Borg and OMNI rating of perceived exertion scales in adolescent girls. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2002;34(12):2057-2061. <https://doi.org/10.1097/00005768-200212000-00029>
14. Wenos DL, Wallace JP, Surburg PR, Morris HH. Reliability and comparison of RPE during variable and constant exercise protocols performed by older women. *International Journal of Sports Medicine*. 1996;17(3):193-198. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972831>
15. Eston RG, Davies BL, Williams JG. Use of perceived effort ratings to control exercise intensity in young healthy adults. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1987;56(2):222-224. <https://doi.org/10.1007/BF00640648>
16. Leung ML, Chung PK, Leung RW. An assessment of the validity and reliability of two perceived exertion rating scales among Hong Kong children. *Perceptual and Motor Skills*. 2002;95(3 Pt 2):1047-1062. <https://doi.org/10.2466/pms.2002.95.3f.1047>
17. Ueda T, Kurokawa T. Relationships between perceived exertion and physiological variables during swimming. *International Journal of Sports Medicine*. 1995;16(6):385-389. <https://doi.org/10.1055/s-2007-973025>
18. Garcin M, Wolff M, Bejma T. Reliability of rating scales of perceived exertion and heart rate during progressive and maximal constant load exercises till exhaustion in physical education students. *International Journal of Sports Medicine*. 2003;24(4):285-290. <https://doi.org/10.1055/s-2003-39502>
19. Cleland BT, Ingraham BA, Pitluck MC, Woo D, Ng AV. Reliability and validity of ratings of perceived exertion in persons with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2016;97(6):974-982. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.01.013>
20. Coquart JB, Garcin M. Validity and reliability of perceptually-based scales during exhausting runs in trained male runners. *Perceptual and Motor Skills*. 2007;104(1):254-266. <https://doi.org/10.2466/pms.104.1.254-266>
21. Chung PK, Zhao Y, Liu JD, Quach B. A brief note on the validity and reliability of the rating of perceived exertion scale in monitoring exercise intensity among Chinese older adults in Hong Kong. *Perceptual and Motor Skills*. 2015;121(3):805-809. <https://doi.org/10.2466/29.PMS.121c24x8>
22. Balasekaran G, Thor D, Ng YC, Boey P. A normalized rate of perceived exertion at ventilatory breakpoint for different exercise modalities and production of exercise intensity with self-regulation for Singapore children. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2022;10.23736/S0022-4707.22.13411-0. Epub ahead of print. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.22.13411-0>
23. Yu H, Sun C, Sun B, Chen X, Tan Z. Systematic Review and Meta-Analysis of the Relationship between Actual Exercise Intensity and Rating of Perceived Exertion in the Overweight and Obese Population. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(24):12912. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412912>
24. Martins de Souza D, Born Lopes P, Maria Marcora S, Robertson RJ, Luiz Felix Rodacki A, Nakamura FY, Pereira G. Validity, Reliability, and Diagnostic Accuracy of Ratings of Perceived Exertion to Identify Dependence in Performing Self-care Activities in Older Women. *Experimental Aging Research*. 2018;44(5):397-410. <https://doi.org/10.1080/0361073X.2018.1521492>
25. Dawes HN, Barker KL, Cockburn J, Roach N, Scott O, Wade D. Borg's Rating of Perceived Exertion Scales: Do the Verbal Anchors Mean the Same for Different Clinical Groups? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005;86(5):912-916. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.10.043>
26. Penko AL, Barkley JE, Koop MM, Alberts JL. Borg scale is valid for ratings of perceived exertion for individuals with Parkinson's disease. *International Journal of Exercise Science*. 2017;10(1):76-86.
27. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a metaanalysis. *Journal of Sports Sciences*. 2002;20(11):873-899. <https://doi.org/10.1080/026404102320761787>
28. 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>
29. 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>
30. Parfitt G, Evans H, Eston R. Perceptually regulated training at RPE 13 is pleasant and improves physical health. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2012;44(8):1613-1618. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31824d266e>
31. Shim YJ, Kim HJ, Oh SC, Lee SI, Choi SW. Exercise during adjuvant treatment for colorectal cancer: treatment completion, treatment-related toxicities, body composition, and serum level of adipokines. *Cancer Management and Research*. 2019;11:5403-5412. <https://doi.org/10.2147/CMAR.S208754>
32. Orlandi G, Sofi F, Moscarelli L, Cirami L, Mancini S, Stefani L. Exercise Prescription in Renal Transplant Recipients: From Sports Medicine Toward Multidisciplinary Aspects: A Pilot Study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*. 2020;5(1):10. <https://doi.org/10.3390/jfmk5010010>
33. Redlicka J, Zielińska-Nowak E, Lipert A, Miller E. Impact of Moderately Individually Tailored Physical Activity in Multiple Sclerosis Patients with Fatigue on Functional, Cognitive, Emotional State, and Postural Stability. *Brain Sciences*. 2021;11(9):1214. <https://doi.org/10.3390/brainsci11091214>
34. Coquart JB, Tournay-Chollet C, Lemaître F, Lemaire C, Grosbois JM, Garcin M. Relevance of the measure of perceived exertion for the rehabilitation of obese patients. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2012;55(9-10):623-640. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2012.07.003>
35. 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>
36. O'Neil S, Thomas A, Pettitt-Mee R, Pelletier K, Pettitt-Mee, Moore M, Thompson J, Barton C, Nelson R, Zuhl M. Exercise Prescription Techniques

- in Cardiac Rehabilitation Centers in Midwest States. *Journal of Clinical Exercise Physiology*. 2018;7:8-14.
https://doi.org/10.31189/2165-6193-7.1.8
37. Ambrosetti M, Abreu A, Corrà U, Davos CH, Hansen D, Frederix I, Il-iou MC, Pedretti RF, Schmid JP, Vigorito C, Voller H, Wilhelm M, Piepo-li MF, Bjarnason-Wehrens B, Berger T, Cohen-Solal A, Cornelissen V, Den-dale P, Doehner W, Gaita D, Gevaert AB, Kemps H, Kraenkel N, Lauk-kanen J, Mendes M, Niebauer J, Simonenko M, Zwisler AO. Secondary prevention through comprehensive cardiovascular rehabilitation: From knowl-edge to implementation. 2020 update. A position paper from the Secondary Prevention and Rehabilitation Section of the European Association of Pre-ventive Cardiology. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2020;2047487320913379.
https://doi.org/10.1177/2047487320913379
 38. Ilarraz H, Myers J, Kottman W, Rickli H, Dubach P. An evaluation of train-ing responses using self-regulation in a residential rehabilitation program. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2004;24(1):27-33.
https://doi.org/10.1097/00008483-200401000-00006
 39. Tabet JY, Meurin P, Teboul F, Tartiere JM, Weber H, Renaud N, Massa-bie R, Driss AB. Determination of exercise training level in coronary artery disease patients on beta blockers. *European Journal of Cardiovascular Preven-tion and Rehabilitation*. 2008;15(1):67-72.
https://doi.org/10.1097/HJR.0b013e3282eff61
 40. Zanettini R, Centeleghe P, Ratti F, Benna S, Di Tullio L, Sorlini N. Train-ing prescription in patients on beta-blockers: percentage peak exercise meth-ods or self-regulation? *European Journal of Preventive Cardiology*. 2012;19(2): 205-212.
https://doi.org/10.1177/1741826711398823
 41. Tang LH, Zwisler AD, Berg SK, Doherty P, Taylor RS, Langberg H. Is the cardiovascular response equivalent between a supervised center-based set-ting and a self-care home-based setting when rating of perceived exertion is used to guide aerobic exercise intensity during a cardiac rehabilitation pro-gram? *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2017;96(6): 381-387.
https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000000628
 42. Аронов Д.М. *Кардиореабилитация и вторичная профилактика*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021.
Aronov DM. *Kardioreabilitaciya i vtorichnaya profilaktika*. M.: GEOTAR-Media; 2021. (In Russ.).
 43. Joo KC, Brubaker PH, MacDougall A, Saikin AM, Ross JH, Whaley MH. Exercise prescription using resting heart rate plus 20 or perceived exertion in cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*. 2004; 24(3):178-184.
https://doi.org/10.1097/00008483-200405000-00008
 44. Reed JL, Blais AZ, Keast ML, Pipe AL, Reid RD. Performance of Fixed Heart Rate Increment Targets of 20 vs. 30 Beats per Minute for Exercise Re-habilitation Prescription in Outpatients with Heart Failure. *The Canadian Journal of Cardiology*. 2017;33(6):777-784.
https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.01.022
 45. Malmö V, Nes BM, Amundsen BH, Tjønnå AE, Støylen A, Rossvoll O, Wis-loff U, Loennechen JP. Aerobic interval training reduces the burden of atrial fibrillation in the short term: a randomized trial. *Circulation*. 2016;133(5): 466-473.
https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018220
 46. Myers J, Arena R, Franklin B, Pina I, Kraus WE, McInnis K, Balady GJ; American Heart Association Committee on Exercise, Cardiac Rehabilita-tion, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology, the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism, and the Council on Cardio-vascular Nursing. Recommendations for clinical exercise laboratories: a sci-entific statement from the American heart association. *Circulation*. 2009; 119(24):3144-3161.
https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192520
 47. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, Fro-elicher VF, Leon AS, Piña IL, Rodney R, Simons-Morton DA, Wil-liams MA, Bazzarre T. Exercise standards for testing and training: a state-ment for healthcare professionals from the American Heart Association. *Cir-culation*. 2001;104(14):1694-1740.
https://doi.org/10.1161/hc3901.095960
 48. Goss FL, Robertson RJ, Haile L, Nagle EF, Metz KF, Kim K. Use of rat-ings of perceived exertion to anticipate treadmill test termination in patients taking beta-blockers. *Perceptual and Motor Skills*. 2011;112(1):310-318.
https://doi.org/10.2466/06.10.15.PMS.112.1.310-318
 49. Midgley AW, McNaughton LR, Polman R, Marchant D. Criteria for deter-mination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. *Sports Medicine*. 2007;37(12):1019-1028.
https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00002
 50. Faulkner J, Parfitt G, Eston R. Prediction of maximal oxygen uptake from the ratings of perceived exertion and heart rate during a perceptually-regu-lated sub-maximal exercise test in active and sedentary participants. *Europe-an Journal of Applied Physiology*. 2007;101(3):397-407.
https://doi.org/10.1007/s00421-007-0508-6
 51. Coquart JB, Eston RG, Grosbois JM, Lemaire C, Dubart AE, Luttenbach-er DP, Garcin M. Prediction of peak oxygen uptake from age and power out-put at RPE 15 in obese women. *European Journal of Applied Physiology*. 2007;101(3):397-407.
https://doi.org/10.1007/s00421-010-1524-5
 52. Thomas RJ, Beatty AL, Beckie TM, Brewer LC, Brown TM, Forman DE, Franklin BA, Keteyian SJ, Kitzman DW, Regensteiner JG, Sanderson BK, Whoolley 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. *Journal of the American College of Cardiology*. 2019;74(1):133-153.
https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.03.008

Поступила 20.04.2022

Received 20.04.2022

Принята к печати 20.06.2022

Accepted 20.06.2022