

ВЛИЯНИЕ ИЗОМЕТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ У ЛЮДЕЙ С ИШЕМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ СЕРДЦА

Р.О. Солодилов, solodilov_ro@surgu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4837-7427>

Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

Аннотация. Цель: изучить влияние изометрической физической нагрузки на функции эндотелия у людей с ишемической болезнью сердца. **Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие 20 пациентов с ишемической болезнью сердца, случайным образом распределенные между контрольной (КГ) (традиционная силовая тренировка) и экспериментальной (ЭГ) группами (изометрические упражнения на тренажере HUBER 360). Испытуемые прошли полную слепую оценку до и после реабилитации. С помощью прибора Endo PATTM2000 Device (Itamar Medical Ltd.) оценивали индекс реактивной гиперемии (ИРГ) до и после реабилитации. **Результаты исследования.** После 4 недель кардиореабилитации (12 занятий) у испытуемых ЭГ зафиксированы достоверно лучшие результаты в показателях эндотелиальной функции (до исследования – $0,89 \pm 0,31$, после исследования – $1,02 \pm 0,3$, $p = 0,039$), чем у испытуемых КГ (до исследования – $0,81 \pm 0,3$, после исследования – $0,83 \pm 0,32$, $p = 0,057$), $p \leq 0,05$. **Заключение.** Обе программы восстановления показали свою эффективность. Упражнения, выполняемые на HUBER 360, без сомнения, могут быть реализованы в программах восстановления людей с ишемической болезнью сердца.

Ключевые слова: эндотелиальная функция, HUBER 360, ишемическая болезнь сердца, кардио-реабилитация, изометрическая нагрузка

Для цитирования: Солодилов Р.О. Влияние изометрических нагрузок на функции эндотелия у людей с ишемической болезнью сердца // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23, № 1. С. 173–179. DOI: 10.14529/hsm230123

Original article
DOI: 10.14529/hsm230123

EFFECT OF ISOMETRIC EXERCISE ON ENDOTHELIAL FUNCTION IN PEOPLE WITH CORONARY HEART DISEASE

R.O. Solodilov, solodilov_ro@surgu.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4837-7427>

Surgut State University, Surgut, Russia

Abstract. Aim: the paper aims to identify the effect of isometric exercise on endothelial function in people with coronary heart disease. **Materials and methods.** The study involved 20 patients with coronary heart disease, randomly distributed between the control (traditional strength training) and experimental groups (isometric exercise, HUBER 360). Subjects underwent a complete blinded evaluation before and after the rehabilitation program. An Endo PATTM2000 Device (Itamar Medical Ltd.) was used to measure the reactive hyperemia index (RHI) before and after rehabilitation. **Results.** The EG had significantly better endothelial function (pre – 0.89 ± 0.31 ; post – 1.02 ± 0.3 , $p = 0.039$) than the CG (pre – 0.81 ± 0.3 ; post – 0.83 ± 0.32 , $p = 0.057$) after 4 weeks of rehabilitation (12 sessions), $p \leq 0.05$. **Conclusion.** Both recovery programs have proven to be effective. The exercises performed on the HUBER 360 can be implemented in recovery programs for people with coronary heart disease.

Keywords: endothelial function, HUBER 360, coronary heart disease, cardiac rehabilitation, isometric exercise

For citation: Solodilov R.O. Effect of isometric exercise on endothelial function in people with coronary heart disease. *Human. Sport. Medicine.* 2023;23(1):173–179. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm230123

Введение. Физическая активность считается одним из наиболее эффективных немедикаментозных средств как для первичной, так и для вторичной профилактики ишемической болезни сердца (ИБС) [6]. За последние 30 лет физические упражнения стали неотъемлемой частью основных рекомендаций по профилактике ИБС [11] и в настоящее время рассматриваются как неотъемлемая часть программ физической реабилитации.

Эндотелиальная дисфункция является характерным признаком, предшествующим развитию множества сердечно-сосудистых заболеваний [7, 11] и бессимптомных структурных изменений сосудов [12]. Однако в современной литературе практически отсутствуют данные о влиянии изометрических нагрузок на функции эндотелия у людей с ИБС. В нашей работе мы сравнили влияние кардиотренировки в сочетании с классическим подходом выполнения упражнений с отягощением (динамические упражнения) и кардиотренировки в сочетании с изометрическими упражнениями, выполненными на тренажере HUBER 360.

Цель исследования: изучить влияние изометрических упражнений на функции эндотелия у людей с ишемической болезнью сердца.

Материалы и методы исследования. В исследовании приняли участие 20 мужчин среднего возраста с ИБС (табл. 1). Средний возраст испытуемых составил $52,8 \pm 2,5$ года, длительность заболевания – $2,1 \pm 0,7$ года. Критерии включения в исследование: уменьшение диаметра коронарной артерии на $\geq 70\%$ и/или документально подтвержденный предшествующий инфаркт миокарда. Критерии

исключения: острый коронарный синдром (ОКС) (≤ 1 месяца назад), значительные отклонения от показателей нормы на электрокардиограмме ЭКГ в покое, тяжелая аритмия, хроническая застойная сердечная недостаточность, неконтролируемая артериальная гипертензия, шунтирование (≤ 3 месяцев), чрескожное коронарное вмешательство (ЧКВ) (≤ 1 месяца), фракция выброса левого желудочка $\leq 45\%$, наличие у испытуемого кардиостимулятора, заболевания опорно-двигательного аппарата, которые могут негативно сказаться на организме человека при выполнении упражнений на велоэргометре. Достоверных статистических различий между группами не обнаружено при $p \geq 0,05$.

Все испытуемые дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Все стадии исследования соответствуют законодательству и нормативным документам. основополагающим принципом исследования было отсутствие риска для здоровья людей и соблюдение этических норм согласно Хельсинкской декларации.

Все испытуемые без исключения были включены в амбулаторную программу реабилитации. Во время первого и последнего визита проведена антропометрическая оценка следующих показателей: длина тела, масса тела, биоимпедансный анализ состава тела, индекс массы тела, оценка силы мышц нижних и верхних конечностей. Испытуемые были распределены случайным образом в контрольную (КГ) и экспериментальную (ЭГ) группы. Единственным различием между исследуемыми группами был вид тренировочных нагрузок. Программа реабилитации состояла из 12 занятий по 3 часа каждое, 3 раза в неде-

Таблица 1
Table 1

Исходные данные испытуемых контрольной и экспериментальной групп ($m \pm SD$, $n = 20$)
Baseline characteristics of the control and experimental groups ($m \pm SD$, $n = 20$)

Показатель Parameter	Всего Total $n = 20$	Контрольная группа Control group $n = 10$	Экспериментальная группа Experimental group $n = 10$
Возраст, лет / Age, years	$52,8 \pm 2,5$	$53,1 \pm 2,9$	$51,9 \pm 3,1$
Длина тела, м / Body length, m	$1,74 \pm 0,09$	$1,75 \pm 0,07$	$1,73 \pm 0,08$
Масса тела, кг / Body weight, kg	$82,6 \pm 11,3$	$84,3 \pm 10,3$	$81,9 \pm 12,5$
Артериальная гипертензия, % Hypertension, %	80	70	90
Курение, % / Smoking, %	65	80	50
Ангиопластика, % / Angioplasty, %	100	100	100

Примечание. Различия между группами считали достоверными при $p \leq 0,05$.
Note. Significant changes, $p \leq 0.05$.

лю. Исследуемые группы выполняли следующие виды физических нагрузок: 1) контрольная группа – традиционная силовая тренировка, экспериментальная группа – изометрические упражнения на тренажере HUBER 360 (45 мин); 2) работа на велоэргометре, при целевой частоте сердечных сокращений в 60–80 % от максимального, определенного во время нагрузочного теста [9, 15] (45 мин); 3) сеанс релаксации (45 мин).

HUBER 360 (LPG Systems, Франция) представляет собой нестабильную платформу с двумя ручками, оснащенными специальными тензодатчиками. На платформе и ручках отмечено несколько возможных положений для рук и ног (рис. 1) [9, 15]. Упражнения на тренажере выполняются путем принятия определенных стоек, которые состоят из комбинации положений рук и ног. Развитие силы осуществляется путем создания изометрической нагрузки на организм испытуемого через удержание необходимой стойки на протяжении определенного периода времени. Эти действия требуют синергетической активации различных мышечных групп верхних конечностей, туловища и нижних конечностей [10]. В ходе выполнения упражнений испытуемым предоставляется обратная связь о развиваемом ими усилии. Интерактивный интерфейс, показанный в виде цели, информирует испытуемого о правильности выполнения упражнения. С испытуемыми экспериментальной группы проведено ознакомительное занятие за несколько дней до исследования. Для обеспечения прогресса интенсивность и сложность выполнения упражнений каждое занятие адаптировались.

Силовая тренировка проводилась по принципу кругового занятия и состояла из 6 различных упражнений на тренажерах Technogym (Technogym the Wellness Company, Италия): жим ногами, жим лежа от груди, вертикальная тяга, горизонтальная тяга, тренажер бабочка и разгибания ног. При выполнении данных упражнений работали те же мышечные группы, что и на тренажере HUBER 360. В соответствии с рекомендациями по тренировкам с отягощениями при кардиореабилитации мы установили интенсивность нагрузки на уровне 60 % от максимального произвольного сокращения (МПС) [14]. В каждом упражнении испытуемые выполняли 3 серии по 12 повторений. МПС рассчитывалось при помощи ЗПМ-теста (по-

вторный максимум) для каждого упражнения в начале каждой тренировочной недели.

Оценку антропометрических параметров проводили при помощи следующих методов: расчет индекса массы тела (ИМТ), формула представляет собой вес в килограммах (кг), деленный на рост в метрах (м) в квадрате ($ИМТ = m/h^2$, где: m – масса тела в килограммах, h – рост в метрах). Состав тела оценивали методом биоэлектрического импеданса с помощью прибора BODYSTAT 1500 (Bodystat Ltd., Великобритания).

Индекс реактивной гиперемии (ИРГ) оценивали при помощи прибора Endo PATTM2000 Device (Itamar Medical Ltd.). ИРГ – это соотношение величины пре- и пост-окклюзионного периферического артериального тонуса (ПАТ). Все измерения рассчитывались при помощи компьютеризированного автоматизированного алгоритма, поставляемого с сопроводительным программным обеспечением, и выполнены в соответствии с инструкциями производителя. Перед измерением испытуемый находился в положении лежа не менее 20 минут, во время исследования его просили оставаться как можно более неподвижным. Пробу с РГ производили путем окклюзии плечевой артерии. На уровне верхней трети плеча не доминантной руки накладывали окклюзионную манжету. После 5 минут измерения ПАТ-амплитуды путем раздувания наложенной манжеты (на 60 мм рт. ст. выше систолического) производилась 5-минутная окклюзия кровеносных сосудов. После сдувания манжеты производилась оценка постокклюзионной ПАТ (период гиперемии). Результат исследования представлялся в виде индекса. Нижний предел ИРГ при нормальной эндотелиальной функции – 1,67. Показатель $\leq 1,67$ говорит о наличии эндотелиальной дисфункции, показатель от 1,67 до 2 свидетельствует о том, что повреждения эндотелия нет, но рекомендуется принять превентивные меры, направленные на улучшение эндотелиальной функции сосудов, показатель ≥ 2 говорит об отсутствии эндотелиальной дисфункции.

Оценка ключевых показателей производилась дважды: за день до начала исследования и на следующий день после его окончания.

Статистический анализ: данные представлены как средние значения (m) \pm стандартное отклонение (SD). Для проверки нормальности распределения и равенства дисперсии исполь-

зовали критерии Шапиро–Уилка и Бартлетта соответственно. Для сравнения данных между группами использовали критерий хи-квадрат или t-критерий Стьюдента, $p \leq 0,05$ считался статистически значимым. Дисперсионный анализ (ANOVA) использовался для повторных измерений показателей (до и после) между исследуемыми группами. Весь статистический анализ проводился при помощи пакета программ SPSS 22.0 (SPSS, Inc., Чикаго, Иллинойс, США).

Результаты исследования. Посещаемость занятий составила 100 %. Нежелательных явлений и/или побочных эффектов не наблюдалось ни в одной из исследуемых групп. После четырех недель кардиореабилитации (12 занятий) КГ и ЭГ достоверно не отличались друг от друга ни по составу тела, ни по антропометрическим характеристикам (табл. 2).

У испытуемых ЭГ зафиксированы достоверно лучшие результаты в показателях эндотелиальной функции (до исследования – $0,89 \pm 0,31$, после исследования – $1,02 \pm 0,3$, $p = 0,037$), чем у испытуемых КГ (до исследования – $0,81 \pm 0,3$, после исследования – $0,83 \pm 0,32$, $p = 0,055$), $p \leq 0,05$.

Разницу в показателях ИРГ можно объяс-

нить тем, что во время короткого субмаксимального изометрического мышечного сокращения увеличиваются как сердечный выброс, так и общее периферическое сопротивление, что значительно увеличивает напряжение сдвига в сосудистых стенках коронарных артерий. Эта реакция продолжается до тех пор, пока поддерживается изометрическое сокращение, что и приводит к небольшому, но значимому для организма увеличению среднего артериального давления [13]. Изотонические упражнения, в свою очередь, вызывают кратковременное увеличение напряжения сдвига сосудистых стенок, которое компенсируется последующим высвобождением оксида азота (NO), что приводит к дилатации, снижению напряжения сдвига и увеличению скорости кровотока во время мышечного усилия. Изометрические упражнения вызывают устойчивое увеличивающееся напряжение сдвига стенок сосудов, компенсация которого за счет высвобождения NO происходит не полностью. Поддержание изометрического усилия является стимулом для повышения активности эндотелиальной NO-синтазы путем инициирования сигнальных событий, которые активируются реакцией на сдвиговое напряжение в эндотелии [8].

Таблица 2
Table 2

Динамика показателей антропометрических характеристик и эндотелиальной функции до и после исследования
Changes in anthropometric characteristics and endothelial function before (pre) and after (post) investigation

Показатель Parameter	Всего Total		Контрольная группа Control group		Экспериментальная группа Experimental group	
	до pre	после post	до pre	после post	до pre	после post
Масса тела, кг Body weight, kg	84,6 ± 12,6	83,1 ± 12,7	82,3 ± 13,9	82,6 ± 14,2	85,7 ± 11,5	84,8 ± 11,2
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass index, kg/m ²	27,8 ± 3,9	27,7 ± 3,8	27,7 ± 4,1	27,9 ± 4,2	28,1 ± 3,9	27,8 ± 3,7
Обхват талии, см Waist circumference, cm	101 ± 11,4	97,8 ± 11,2	98,8 ± 11,1	97,6 ± 11,5	100,1 ± 12,1	98,8 ± 10,6
Масса жира, кг Fat mass, kg	21,2 ± 6,7	20,5 ± 6,5 ^A	21,2 ± 7,2	21,1 ± 7	20,3 ± 6	19,1 ± 5,1 ^A
Безжировая масса, кг Fat-free mass, kg	63,1 ± 9,8	63,2 ± 9,6	61,1 ± 11,3	61,3 ± 11,1	65,3 ± 7,1	65,6 ± 6,9
Индекс реактивной гиперемии Reactive hyperemia index	0,85 ± 0,30	0,92 ± 0,31	0,81 ± 0,30	0,83 ± 0,32	0,89 ± 0,31	1,02 ± 0,3 ^A

Примечание. Данные представлены как $m \pm SD$; различия между группами считали достоверными при $p \leq 0,05$; ^A – достоверные различия.

Note. Data are mean ± SD, significant changes, $p \leq 0,05$; ^A – changes are significant for the experimental group.

Полезность физических упражнений широко признана в качестве комплекса мероприятий, направленных на устранение выраженных факторов риска, негативно влияющих на здоровье человека [1, 2]. Тем не менее некоторые разногласия в данном вопросе все еще существуют, особенно в отношении интенсивности и вида деятельности. Известно, что для создания долгосрочных позитивных изменений немаловажную роль играют средства, делающие деятельность более воспринимаемой и «приятной» для человека. Очень часто понятие «удовольствия» забывают при назначении упражнений в качестве лечебного средства, хотя оно также является одним из наиболее важных аспектов в содействии соблюдению режима реабилитации [10]. Возникшая тенденция была вдохновлена относительно новой технологией, называемой активными играми. Такие средства, как HUBER 360, помогают связать удовольствие от тренировки с разви-

тием различных физических качеств человека (координация, сила, выносливость), что, несомненно, должно иметь место при реализации реабилитационных программ различной направленности. Несмотря на широкое применение изометрических упражнений в реабилитационной практике [3–5], использование тренажера HUBER 360 в качестве средства восстановления изучено недостаточно. Выполнение упражнений на тренажере HUBER 360 является альтернативной формой изометрической нагрузки, которая, как было доказано, оказывает положительное влияние на здоровье человека с ишемической болезнью сердца.

Заключение. Обе программы реабилитации показали себя хорошо переносимыми, безопасными и эффективными для данных групп испытуемых. Упражнения, выполняемые на HUBER 360, без сомнения, могут быть реализованы в программах восстановления людей с ишемической болезнью сердца.

Список литературы

1. Влияние физических тренировок на гемодинамику в магистральных артериях и толерантность к физическим нагрузкам у больных артериальной гипертензией пожилого возраста / Г.Г. Ефремушкин, А.А. Молчанова, Е.А. Денисова, Т.В. Филиппова // *Рос. кардиол. журнал.* – 2011. – № 5 (91). – С. 24–29.
2. Влияние спортивных физических нагрузок на регуляторно-адаптивные возможности студентов с различной двигательной активностью / Е.В. Кальная, А.В. Шаханова, Т.А. Схакумидов, А.Р. Меретукова // *Вестник Адыгейского гос. ун-та. Серия 4: Естеств.-математ. и техн. науки.* – 2014. – № 3 (142). – С. 80–88.
3. Иванова, О.А. Прогнозирование эффективности длительных физических тренировок у больных гипертонической болезнью / О.А. Иванова, С.Г. Куклин // *Артериальная гипертензия.* – 2017. – № 4. – С. 346–352.
4. Иванова, О.А. Реакция ритма сердца на этапах тренировочной нагрузки при физической реабилитации у кардиологических больных / О.А. Иванова, С.Г. Куклин // *Сибир. мед. журнал.* – 2012. – № 6. – С. 33–35.
5. Применение циклических и силовых нагрузок при гипертонической болезни / И.С. Головунина, Ф.Ю. Мухарьямов М.А. Рассулова, Е.С. Иванова // *Кардиоваскулярная терапия и профилактика.* – 2012. – Т. 11, № 11 (6). – С. 4–8. DOI: 10.15829/1728-8800-2012-6-4-8
6. Ades, P.A. Cardiac rehabilitation and secondary prevention of coronary heart disease / P.A. Ades // *The New England Journal of Medicine.* – 2001. – Vol. 345 (12). – P. 892–902.
7. Amaral, S.L. Exercise training normalizes wall-to-lumen ratio of the gracilis muscle arterioles and reduces pressure in spontaneously hypertensive rats / S.L. Amaral, T.M. Zorn, L.C. Mishelini // *Journal of Hypertension.* – 2000. – Vol. 18, No. 11. – P. 1563–1572.
8. Davies, P.F. Flow-mediated endothelial mechanotransduction / P.F. Davies // *Physiological Reviews.* – 1995. – Vol. 75 (3). – P. 519–560.
9. Effects of a whole-body strength training program on metabolic responses and body composition / J.B. Fabre, V. Martin, G. Borelli et al. // *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche.* – 2014. – Vol. 173 (1-2). – P. 47–56.
10. Ekkekakis, P. The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription / P. Ekkekakis, G. Parfitt, S.J. Petruzzello // *Sports Medicine.* – 2011. – Vol. 41 (8). – P. 641–671.

11. *Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association / G.F. Fletcher, G.J. Balady, E.A. Amsterdam et al. // Circulation – 2001. – Vol. 104 (14). – P. 1694–1740.*

12. *Larsson, L. Muscle strength and speed of movement in relation to age and muscle morphology / L. Larsson, G. Grimby, J. Karlsson // Journal of Applied Physiology. – 1979. – Vol. 46 (3). – P. 451–456.*

13. *Short-term impact of a 4-week intensive cardiac rehabilitation program on quality of life and anxiety-depression / P. Duarte Freitas, A. Haida, M. Bousquet et al. // Annals of Physical and Rehabilitation Medicine. – 2011. – Vol. 54 (3). – P. 132–143.*

14. *Weight training improves walking endurance in healthy elderly persons / P.A. Ades, D.L. Ballor, T. Ashikaga et al. // Annals of Internal Medicine. – 1996. – Vol. 124 (6). – P. 568–572.*

15. *Whole-body strength training using a Huber Motion Lab in coronary heart disease patients: safety, tolerance, fuel selection, and energy expenditure aspects and optimization / T. Guiraud, M. Labrunee, F. Pillard et al. // American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. – 2015. – Vol. 94 (5). – P. 385–394.*

References

1. Efremushkin G.G., Molchanova A.A., Denisova E.A., Filippova T.V. [Physical Training Effects on Large Artery Hemodynamics and Exercise Capacity in Elderly Patients with Arterial Hypertension]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Journal of Cardiology], 2011, no. (5), pp. 24–29. (in Russ.)

2. Kal'naya E.V., Shakhanova A.V., Skhakumidov T.A., Meretukova A.R. [Effect of Physical Activity on the Sports Regulatory and Adaptive Abilities of Students with Different Physical Activity]. *Vestnik Adygeyskogo gosudarstvennogo universiteta*. [Bulletin of the Adyghe State University], 2014, no. 3 (142), pp. 80–88. (in Russ.)

3. Ivanova O.I., Kuklin S.G. [Long-Term Physical Training in Hypertensive Patients. Prediction of Efficacy]. *Arterial'naya gipertenziya* [Arterial Hypertension], 2017, no. 4, pp. 346–352. (in Russ.) DOI: 10.18705/1607-419X-2017-23-4-346-352

4. Ivanova O.A., Kuklin S.G. [Response to Training Heart Rate Load in Physical Rehabilitation in Cardiac Patients]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal* [Siberian Medical Journal], 2012, no. 6, pp. 33–35. (in Russ.)

5. Golovunina I.S., Makarova M.R., Mukharlyamov F.Yu. [Multiple-Set Resistance Exercise in Essential Arterial Hypertension]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika* [Cardiovascular Therapy and Prevention], 2012, no. 11 (6), pp. 4–8. (in Russ.) DOI: 10.15829/1728-8800-2012-6-4-8

6. Ades P.A. Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention of Coronary Heart Disease. *The New England Journal of Medicine*, 2001, vol. 345 (12), pp. 892–902. DOI: 10.1056/NEJMra001529

7. Amaral S.L., Zorn T.M., Mishelini L.C. Exercise Training Normalizes Wall-to-Lumen Ratio of the Gracilis Muscle Arterioles and Reduces Pressure in Spontaneously Hypertensive Rats. *Journal of Hypertension*, 2000, vol. 18 (11), pp. 1563–1572. DOI: 10.1097/00004872-200018110-00006

8. Davies P.F. Flow-Mediated Endothelial Mechanotransduction. *Physiological Reviews*, 1995, vol. 75 (3), pp. 519–560. DOI: 10.1152/physrev.1995.75.3.519

9. Fabre J.B., Martin V., Borelli G. et al. Effects of a Whole-Body Strength Training Program on Metabolic Responses and Body Composition. *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, 2014, vol. 173 (1–2), pp. 47–56.

10. Ekkekakis P., Parfitt G., Petruzzello S.J. The Pleasure and Displeasure People Feel when they Exercise at Different Intensities: Decennial Update and Progress Towards a Tripartite Rationale for Exercise Intensity Prescription. *Sports Medicine*, 2011, vol. 41 (8), pp. 641–671. DOI: 10.2165/11590680-000000000-00000

11. Fletcher G.F., Balady G.J., Amsterdam E.A. et al. Exercise Standards for Testing and Training: a Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. *Circulation*, 2001, vol. 104 (14), pp. 1694–1740. DOI: 10.1161/hc3901.095960

12. Larsson L., Grimby G., Karlsson J. Muscle Strength and Speed of Movement in Relation to Age and Muscle Morphology. *Journal of Applied Physiology*, 1979, vol. 46 (3), pp. 451–456. DOI: 10.1152/jappl.1979.46.3.451

13. Duarte Freitas P., Haida A., Bousquet M. et al. Short-Term Impact of a 4-Week Intensive Cardiac Rehabilitation Program on Quality of Life and Anxiety-Depression. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2011, vol. 54 (3), pp. 132–143. DOI: 10.1016/j.rehab.2011.02.001

14. Ades P.A., Ballor D.L., Ashikaga T. et al. Weight Training Improves Walking Endurance in Healthy Elderly Persons. *Annals of Internal Medicine*, 1996, vol. 124 (6), pp. 568–572. DOI: 10.7326/0003-4819-124-6-199603150-00005

15. Guiraud T., Labrunee M., Pillard F. et al. Whole-Body Strength Training Using a Huber Motion Lab in Coronary Heart Disease Patients: Safety, Tolerance, Fuel Selection, and Energy Expenditure Aspects and Optimization. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 2015, vol. 94 (5), pp. 385–394. DOI: 10.1097/PHM.0000000000000181

Информация об авторе

Солодилов Роман Олегович, кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических основ физической культуры, Сургутский государственный университет, Сургут, Россия.

Information about the author

Roman O. Solodilov, Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Department of Biomedical Fundamentals of Physical Education, Surgut State University, Surgut, Russia.

Статья поступила в редакцию 30.09.2022

The article was submitted 30.09.2022