

ОБОСНОВАНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МАЛООБЪЕМНЫХ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ТРЕНИРОВОК С ВЕСОМ СОБСТВЕННОГО ТЕЛА ДЛЯ РЕКРЕАЦИОННО-НЕАКТИВНЫХ СТУДЕНТОК УНИВЕРСИТЕТА

A.V. Момент, *ar.moment@yandex.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-2620-4429>

H.V. Иванова, *zdravuniver@inbox.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-8238-9491>

Псковский государственный университет, Псков, Россия

Аннотация. Цель: объективизация глубины биодеструктивных процессов в мышечной ткани у рекреационно-неактивных студенток университета, инициированных малообъемной высокоинтенсивной интервальной тренировкой с собственным весом тела. **Материалы и методы исследования.** В исследовании приняли участие рекреационно-неактивные здоровые студентки университета ($n = 10$). Испытуемым предлагалось выполнить специально разработанную малообъемную высокоинтенсивную интервальную тренировку с весом собственного тела. Во время тренировки измерялись индивидуальное восприятие физической нагрузки, аффективная валентность, подсчитывалось количество двигательных циклов. Перед и после выполнения тренировки (24 ч) производился забор и биохимический анализ крови. Оценивались следующие биомаркеры: общая креатинкиназа (КК), лактатдегидрогеназа (ЛДГ), миоглобин, креатинкиназа МВ (КК-МВ), аспартатаминотрансфераза (АСТ), с-реактивный белок (СРБ). **Результаты и их обсуждение.** Групповое среднее значение КК относительно исходных показателей увеличилось на 148,4 % с $71,3 \pm 15,4$ до $177,1 \pm 89,77$ ед./л ($p = 0,0024$); ЛДГ – на 11,9 % со $149,6 \pm 8,1$ до $167,4 \pm 25,52$ ед./л ($p = 0,0422$); миоглобина – на 59,0 % с $17,3 \pm 2,5$ до $27,5 \pm 9,7$ нг/мл ($p = 0,0045$); КК-МВ – на 35,1 % с $7,7 \pm 1,6$ до $10,4 \pm 3,3$ ед./л ($p = 0,0149$); АСТ – на 17,9 % с $17,9 \pm 3,1$ до $21,1 \pm 6,0$ ед./л ($p = 0,0311$). Статистически значимой динамики группового среднего значения СРБ не наблюдалось с $0,5 \pm 0,4$ до $0,7 \pm 0,6$ мг/л ($p = 0,0963$). **Заключение.** Малообъемная высокоинтенсивная тренировка с собственным весом тела (whole-body НПТ) не инициирует глубоких биодеструктивных процессов в мышечной ткани и достаточно безопасна для здоровых рекреационно-неактивных студенток университета.

Ключевые слова: малообъемный whole-body НПТ, тренировка в домашних условиях, оздоровительная тренировка, непосредственный тренировочный эффект, биохимический анализ крови

Для цитирования: Момент А.В., Иванова Н.В. Обоснование безопасности малообъемных высокоинтенсивных интервальных тренировок с весом собственного тела для рекреационно-неактивных студенток университета // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 2. С. 153–160. DOI: 10.14529/hsm240219

Original article
DOI: 10.14529/hsm240219

A RATIONALE FOR THE SAFETY OF LOW-VOLUME HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING WITH OWN BODY WEIGHT FOR INACTIVE FEMALE UNIVERSITY STUDENTS

A.V. Moment, *ar.moment@yandex.ru*, <https://orcid.org/0000-0002-2620-4429>

N.V. Ivanova, *zdravuniver@inbox.ru*, <https://orcid.org/0000-0001-8238-9491>

Pskov State University, Pskov, Russia

Abstract. Aim. The aim of this study was to quantify the extent of biodegradation in muscle tissue among inactive female university students, induced by low-volume high-intensity interval training with their own body weight. **Materials and methods.** This study involved healthy, inactive female university students ($n = 10$). Participants were invited to engage in a specially designed low-volume high-intensity

interval training regimen with their own body weight. Measures included the assessment of individual perceptions of physical exertion and affective valence, as well as the number of movements executed during the exercise session. Blood biochemistry was conducted prior to and 24 hours post-exercise, focusing on the evaluation of several biomarkers: total creatine kinase (CK); lactate dehydrogenase (LDH); myoglobin; creatine kinase MB (CK-MB); aspartate aminotransferase (AST); and c-reactive protein (CRP). **Results.** Statistical analyses revealed significant increases in group mean levels of CR relative to baseline values, escalating by 148.4% from 71.3 ± 15.4 to 177.1 ± 89.77 U/L ($p = 0.0024$); LDH increased by 11.9% from 149.6 ± 8.1 to 167.4 ± 25.52 U/L ($p = 0.0422$); myoglobin by 59.0% from 17.3 ± 2.5 to 27.5 ± 9.7 ng/mL ($p = 0.0045$); CK-MB by 35.1% from 7.7 ± 1.6 to 10.4 ± 3.3 U/L ($p = 0.0149$); and AST by 17.9 % from 17.9 ± 3.1 to 21.1 ± 6.0 U/L ($p = 0.0311$). No statistically significant alteration was observed in the group mean level of CRP, transitioning from 0.5 ± 0.4 to 0.7 ± 0.6 mg/L ($p = 0.0963$). **Conclusion.** The results obtained demonstrate that low-volume high-intensity whole-body interval training does not induce profound biodegradation in muscle tissue, thereby affirming its safety for healthy, inactive female university students.

Keywords: HIIT, home training, fitness training, direct training effect, biochemical blood analysis

For citation: Moment A.V., Ivanova N.V. A rationale for the safety of low-volume high-intensity interval training with own body weight for inactive female university students. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(2):153–160. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240219

Введение. Быстрые социальные ритмы и негативные тенденции общественного здоровья подталкивают специалистов по физическому воспитанию к разработке новых подходов к физическим тренировкам, направленным на сохранение и укрепление здоровья современного человека. Физические нагрузки вызывают метаболические изменения в организме, что приводит к активации адаптивных механизмов, направленных на установление нового динамического равновесия, вызывая специфические полезные адаптации в организме человека [14]. Наиболее значимыми для становления физиологических адаптаций, связанных со здоровьем, считаются умеренные и интенсивные физические нагрузки аэробного и анаэробного характера [18]. Тем не менее в среднем 62 % молодежи не выполняют рекомендации по физической активности [15].

Высокоинтенсивные интервальные тренировки с весом собственного тела (whole-body HIIT) – простой в применении и эффективный способ улучшения аэробной производительности, композиции (состава) тела, максимальной силы и силовой выносливости, не требующий спортивного оборудования и инвентаря [3]. Данный вид тренировок представляет собой чередование стимулов тотальной (all-out) интенсивности посредством выполнения упражнений с собственным весом тела (прыжки, подскоки, приседания, отжимания и т. д.) и периодов пассивного или активного восстановления. Продолжительность стимулов и периодов восстановления строго регламентирована по времени.

Известно, что продолжительность и ин-

тенсивность физической нагрузки влияют на глубину метаболических изменений. Следовательно, физические упражнения должны выполняться в пределах «здоровой нормы». Слишком большие физические нагрузки могут быть вредны для человека [11].

Поэтому для неспортивного контингента, в том числе и лиц, имеющих метаболические нарушения, с целью формирования полезных для здоровья физиологических адаптаций разрабатываются и апробируются специальные малообъемные высокоинтенсивные интервальные тренировки [12]. Они ограничены общей продолжительностью в 30 мин, включая разминку, периоды восстановления и заминку. При этом суммарная продолжительность высокоинтенсивных стимулов не должна превышать 10 минут [8].

Благодаря своей универсальности whole-body HIIT могут быть предложены большей части населения для улучшения компонентов физической подготовленности, связанных со здоровьем [7]. Малообъемные протоколы whole-body HIIT показали свою применимость и эффективность в формировании значимых для здоровья физиологических адаптаций у ранее нетренированных людей, ведущих сидячий образ жизни [6, 10, 16, 17], что демонстрирует кумулятивные тренировочные эффекты, вызванные систематической практикой whole-body HIIT.

Однако в современной литературе крайне мало данных о непосредственных тренировочных эффектах в ответ на малообъемную тренировку whole-body HIIT у рекреационно-неактивных студенток университета (физиче-

ские тренировки ≤ 1 раза в неделю). Так как whole-body НПТ состоит из повторяющихся тотальных усилий в условиях и фиксированных по времени периодов восстановления, было выдвинуто предположение, что выполнение подобной тренировки в определенной мере может способствовать развитию биодеструктивных процессов в мышечной ткани у рекреационно-неактивных студенток.

Цель исследования – объективизация глубины биодеструктивных процессов в мышечной ткани у рекреационно-неактивных студенток университета, инициированных малообъемной высокоинтенсивной интервальной тренировкой с собственным весом тела.

Материалы и методы исследования. Подбор кандидатов для участия в исследовании осуществлялся через публикацию информационного поста в официальной группе (vk.ru) Института образования и социальных наук Псковского государственного университета. Письмо содержало ссылку на сервис «Яндекс.Формы», где испытуемым предлагалось подробно изучить цель исследования и процедуру его проведения, ознакомиться с методами исследования, возможными рисками, мерами поощрения, проверить соответствие критериям включения, а также подать заявку. Перед отправкой заявки кандидатам было необходимо заполнить электронную версию самоотчета по физической активности (IPAQ-SF).

Критериями включения являлись: женский пол, основная группа для занятий физической культурой, возраст от 18 до 24 лет, физические тренировки ≤ 1 раза в неделю в течение последних 2 месяцев, индекс массы тела (ИМТ) в диапазоне 18,5–24,9 ед., отсут-

ствии противопоказаний к физическим нагрузкам на период проведения исследования, подтверждение добровольного согласия на участие в исследовании.

Всего от студентов поступило 27 заявок на участие в исследовании, из них 16 не соответствовали критериям включения, а 1 заявка была заполнена некорректно. Таким образом, для участия в исследовании было отобрано 10 студенток.

Исследование состояло из трех основных этапов (рис. 1 слева). Этап 1 – забор венозной крови и ее биохимический анализ (17 мая 2023 года). Этап 2 – выполнение экспериментального тренировочного протокола (18 мая 2023 года). Этап 3 – повторный забор венозной крови с последующим биохимическим анализом (19 мая 2023 года). Указанные мероприятия проводились с 8:30 до 10:00. Этическим комитетом Комитета по здравоохранению Псковской области вынесено положительное заключение относительно проведения исследования.

Экспериментальный тренировочный протокол был разработан на основе рекомендаций А. Machado [13] и представлял собой 20-минутную тренировку. Основная часть тренировки продолжительностью 10 мин состояла из чередования 10 стимулов «тотальной» (all-out) интенсивности и пассивного восстановления с соотношением 1:1 по 30 с. Разминка и заминка по 5 мин. Комплекс состоял из двух упражнений: Джампинг Джек и приседания. Нечетные стимулы – Джампинг Джек, а четные – приседания (рис. 1 справа).

Ранее протокол уже был апробирован на группе рекреационно-неактивных студенток



Рис. 1. Схема проведения исследования

Fig. 1. Study design

ПсковГУ. Показано, что он полностью соответствует критериям высокоинтенсивной интервальной тренировки и является достаточно комфортным для выполнения этой категорией лиц [2].

Оцениваемые параметры

Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывался по общепринятой формуле на основе данных о длине тела, измеренной стационарным ростомером, и массы тела, измеренной весами Huawei Scale 3-527 (Huawei Technologies, Китай).

Физическая активность рассчитывалась по результатам анализа короткой версии самоотчета по физической активности (IPAQ-SF). Представлены значения умеренной и интенсивной физической активности (УИФА), ходьбы и суммы физической активности (Сумма ФА) в минутах в неделю.

Внешние параметры физической нагрузки оценивались посредством подсчета количества выполненных двигательных циклов за время каждого стимула и их суммарного значения.

Индивидуальное восприятие физической нагрузки оценивалось непосредственно перед выполнением тренировочного протокола, на последних секундах первого и последнего стимула по 10-бальной шкале Борга (CR10) [4].

Аффективная валентность оценивалась по 11-балльной биполярной (удовольствие / неудовольствие) шкале ощущений (FS) [9] в аналогичных временных точках, но после индивидуального восприятия физической нагрузки.

Биохимический анализ крови производился на биохимических анализаторах Beckman Coulter DxС 700 и Beckman Coulter Access 2 (США). Забор венозной крови осуществлялся вакуумными пробирками S-monovette, Serum SAT, 9.0 ml. Исследовались следующие биомаркеры: общая креатинкиназа (КК), лактатдегидрогеназа (ЛДГ), миоглобин, креатинкиназа МВ (КК-МВ), аспаратаминотрансфераза (АСТ), с-реактивный белок (СРБ).

Статистическая обработка, анализ данных и визуализация полученных результатов проводились в программе GraphPad Prism 8 (GraphPad Software, США). Для проверки нормальности распределения данных использовался тест Д'Агостино – Пирсона. Сравнение групповых средних значений «до – после» осуществлялось посредством парного t-теста, трех связанных групп – однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) для повторных измерений и постспециального теста Dannett. Динамика двигательных циклов описывалась посредством регрессионного анализа. Данные по тексту представлены в формате $M \pm SD$. Статистическая значимость была принята при $p < 0,05$.

Результаты. Описательная статистика, характеризующая выборочную совокупность, представлена в таблице.

Все указанные в таблице переменные подчиняются закону нормального распределения. Значения переменных возраста и ИМТ находятся в диапазоне критериев включения.

Характеристика выборочной совокупности (n = 10)
Characteristics of the sample population (n = 10)

Переменные / Variable	M ± SD	95 % CI		Min	Max	P-value
		L	U			
Возраст, лет / Age, years	19,7 ± 0,7	19,2	20,2	19,0	21,0	0,8084
Длина тела, см / Body length, cm	167,3 ± 8,2	161,4	173,2	158,0	180,0	0,5089
Масса тела, кг / Body weight, kg	59,5 ± 6,0	55,2	63,8	48,0	69,0	0,7784
ИМТ, ед. / BMI, units	21,2 ± 1,4	20,3	22,2	18,8	23,1	0,7280
УИФА, мин/нед. / MIPA, min/week	60,5 ± 22,4	44,5	76,5	30,0	100,0	0,7190
Ходьба, мин/нед. / Walking, min/week	335,5 ± 141,4	234,4	436,6	175,0	630,0	0,3451
Сумма ФА, мин/нед. / Total PA, min/week	396,0 ± 149,2	289,2	502,8	215,0	720,0	0,1854

Примечание: УИФА – умеренная и интенсивная физическая активность; ФА – физическая активность; M – среднее значение; SD – стандартное отклонение; 95 % CI – доверительный интервал; L и U – нижняя и верхняя граница доверительного интервала соответственно; Min – минимальное значение; Max – максимальное значение; P-value – p-значение для теста Д'Агостино-Пирсона.

Note: MIPA – moderate and intense physical activity; PA – physical activity; M – mean value; SD – standard deviation; 95 % CI – confidence interval; L and U – lower and upper limits of the confidence interval; Min – minimum value; Max – maximum value; p-value – D'Agostino-Pearson p-value.

Суммарная физическая активность в течение недели в среднем по группе составила $396,0 \pm 149,2$ мин/нед., включая УИФА ($60,5 \pm 22,4$ мин/нед.) и ходьбу ($335,5 \pm 141,4$ мин/нед.). Ходьба являлась доминирующим видом физической активности в выборочной совокупности (84,7 %).

Внешние параметры физической нагрузки экспериментального тренировочного протокола выражены в количестве выполненных двигательных циклов при заданной «тотальной» (all-out) интенсивности. Количество повторений упражнения Джампинг Джек в среднем по группе составило $34,6 \pm 2,5$ и $33,9 \pm 2,9$, приседания – $20,5 \pm 1,7$ и $19,3 \pm 3,7$ циклов для первого и последнего стимула соответственно. Регрессионная модель динамики двигательных циклов обоих упражнений не показала достоверных отличий наклона от нуля ($p = 0,3989$ и $p = 0,2058$). Групповое среднее значение суммарного количества выполненных двигательных циклов за тренировку составило $171,9 \pm 12,0$ и $98,0 \pm 15,2$ для первого и второго упражнения соответственно.

Динамика индивидуального восприятия физической нагрузки и аффективной валентности представлена на рис. 2.

Индивидуальное восприятие физической нагрузки перед началом выполнения экспериментального тренировочного протокола в среднем по группе оценивалось как $0,9 \pm 0,8$ балла, первый стимул – $2,5 \pm 1,4$ балла ($p = 0,0036$),

а заключительный стимул – $6,5 \pm 1,5$ балла ($p < 0,0001$). Аффективная валентность в среднем по группе перед началом выполнения экспериментального тренировочного протокола составляла $2,6 \pm 1,1$ балла, после первого стимула – $2,4 \pm 1,3$ балла ($p = 0,7712$), а после заключительного стимула самочувствие оценивалось в среднем как $0,6 \pm 2,1$ балла ($p = 0,0303$).

Сравнение результатов биохимического анализа крови до и после выполнения экспериментального тренировочного протокола представлено на рис. 3.

Групповое среднее значение КК относительно исходных показателей увеличилось на 148,4 % с $71,3 \pm 15,4$ до $177,1 \pm 89,77$ ед./л ($p = 0,0024$), референсные значения: 26–140 ед./л; ЛДГ – на 11,9 % со $149,6 \pm 8,1$ до $167,4 \pm 25,52$ ед./л ($p = 0,0422$), референсные значения: 0,0–248,0 ед./л; миоглобина – на 59,0 % с $17,3 \pm 2,5$ до $27,5 \pm 9,7$ нг/мл ($p = 0,0045$), референсные значения 0,0–70,0 нг/мл; КК-МВ – на 35,1 % с $7,7 \pm 1,6$ до $10,4 \pm 3,3$ ед./л ($p = 0,0149$), референсные значения: 0,0–24,0 ед./л; АСТ – на 17,9 % с $17,9 \pm 3,1$ до $21,1 \pm 6,0$ ед./л ($p = 0,0311$), референсные значения: 14,0–35,0 ед./л. Статистически значимой динамики группового среднего значения СРБ не наблюдалось с $0,5 \pm 0,4$ до $0,7 \pm 0,6$ мг/л ($p = 0,0963$), референсные значения: 0,1–5,0 мг/л.

Основным результатом проведенного исследования является получение объективной

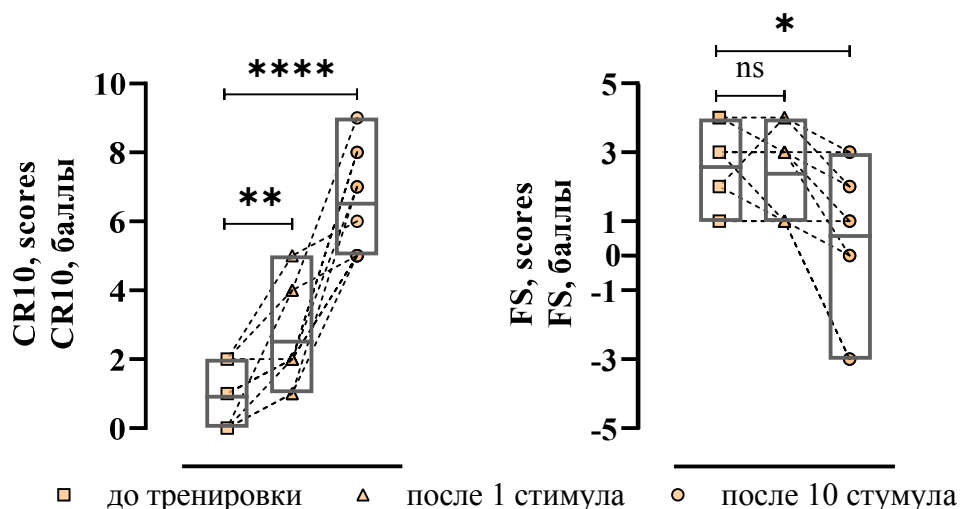


Рис. 2. Динамика индивидуального восприятия физической нагрузки и аффективной валентности ($n = 10$): * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; **** – $p < 0,0001$; ns – $p \geq 0,05$; нижняя и верхняя границы прямоугольника – минимальное и максимальное значение соответственно; линия внутри прямоугольника – среднее значение; FS – шкала ощущений; CR10 – шкала Борга
Fig. 2. Changes in the individual perception of physical exercise and affective valence ($n = 10$): * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; **** – $p < 0.0001$; ns – $p \geq 0.05$; lower and upper limits of the rectangle – minimum and maximum values; line inside the rectangle – mean value; FS – perception scale; CR10 – Borg scale

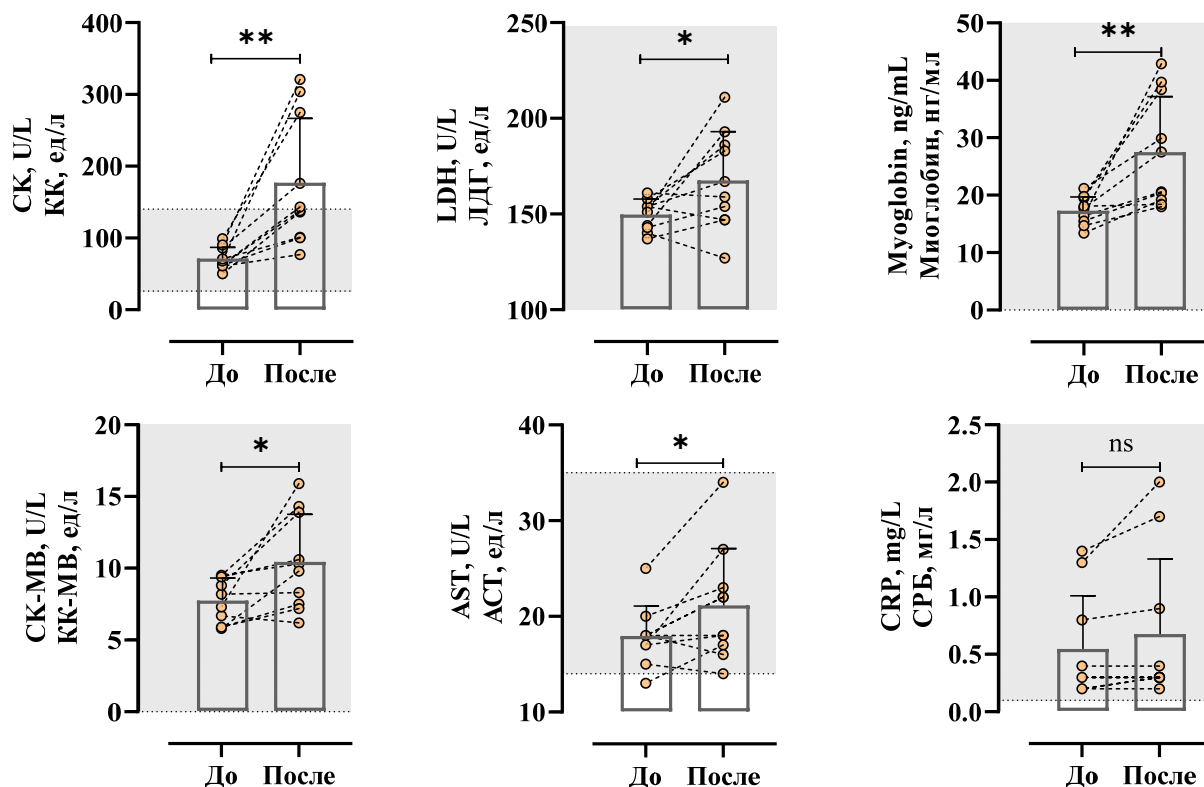


Рис. 3. Результаты биохимического анализа крови (n = 10): * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; ns – $p \geq 0,05$; крышка столбца – среднее значение; усы – стандартное отклонение; кружки – индивидуальные значения; серая область – диапазон референсных значений; пунктирная линия снизу и сверху серой области – минимальные и максимальные значения референсной зоны соответственно; КК – общая креатинкиназа; ЛДГ – лактатдегидрогеназа; КК-МВ – креатинкиназа МВ; АСТ – аспаратаминотрансфераза; СРБ – с-реактивный белок

Fig. 3. Results of blood biochemistry (n = 10): * – $p < 0.05$; ** – $p < 0.01$; ns – $p \geq 0.05$; bar cap – mean value; whiskers – standard deviation; circles – individual values; gray area – reference values; the dotted line below and above the gray area – minimum and maximum reference values; CK – total creatine kinase; LDH – lactate dehydrogenase; CK-MB – creatine kinase MB; AST – aspartate aminotransferase; CRP – c-reactive protein

информации об отсутствии глубоких биодеструктивных процессов у рекреационно-неактивных студенток в ответ на малообъемную whole-body НПТ. Несмотря на то, что наблюдалось статистически значимое увеличение количества внутриклеточных белков (миоглобин и АСТ) и ферментов (КК, КК-МВ и ЛДГ) в плазме крови, сигнализирующих о нарушении проницаемости клеточных мембран, все показатели после тренировочного воздействия не превышали референсного диапазона значений, за исключением КК. По-видимому, показатель КК в плазме крови является наиболее чувствительным индикатором, демонстрирующим значительную динамику через 24 ч после напряженной мышечной работы, что показано в отечественных исследованиях [1]. Несущественная динамика СРБ в плазме крови позволяет дополнительно подкрепить доводы об отсутствии воспалительного ответа, который мог быть спровоцирован биодеструктивными про-

цессами, инициированными малообъемной whole-body НПТ.

Физическое утомление во время выполнения экспериментального тренировочного протокола развивалось постепенно. Индивидуальное восприятие физической нагрузки первого стимула оценивалось в среднем по группе между «относительно слабая» и «умеренная» ($2,5 \pm 1,4$ балла), а последнего стимула – между «тяжелая» и «очень тяжелая» ($6,5 \pm 1,5$ балла). Наряду с увеличением среднего балла индивидуального восприятия физической нагрузки, групповое среднее значение аффективной валентности снижалось с состояния самочувствия, оцениваемого как «хорошо» ($2,4 \pm 1,3$ балла) после первого стимула, до состояния между «скорее хорошо» и «ни хорошо, ни плохо» ($0,6 \pm 2,1$ балла) после последнего стимула. В одном случае последний стимул инициировал самочувствие «плохо». Это хорошо соотносится с данными о связи между аффективной валент-

ностью (удовольствие/неудовольствие) и глубиной влияния стимула на гомеостатическое равновесие организма [5].

Тем не менее достоверного снижения физической работоспособности в среднем по группе не наблюдалось, что свидетельствует о нарастании компенсированного утомления в рамках имеющихся функциональных резервов организма. Этим, вероятно, может быть обусловлено отсутствие глубоких биодеструктивных процессов в мышечной ткани, однако для подтверждения этой гипотезы требуются дальнейшие исследования.

Необходимо также указать на некоторые ограничения исследования. Во-первых, отсутствие контрольной группы и небольшое количество испытуемых в экспериментальной группе было обусловлено ограниченным финансированием и ресурсами. Тем не менее точные методы, применяемые для биохимического анализа крови, позволяют отчасти

принять это ограничение. Во-вторых, экспериментальный тренировочный протокол включал суммарно всего 5 мин высокоинтенсивных стимулов, что вдвое меньше верхней границы, рекомендованной для малообъемных высокоинтенсивных интервальных тренировок. Поэтому увеличение суммарной продолжительности стимулов до верхней рекомендуемой границы, а также изменение других параметров тренировки может существенно отразиться на физиологических ответах, что, безусловно, нужно учитывать при назначении whole-body HIIT для рассматриваемой категории лиц.

Заключение. Малообъемная высокоинтенсивная тренировка с собственным весом тела (whole-body HIIT) не инициирует глубоких биодеструктивных процессов в мышечной ткани и достаточно безопасна для здоровых рекреационно-неактивных студенток университета.

Список литературы / References

1. Зимова К.П., Медведев Д.С., Чиков А.Е., Киселев А.Д., Крылова М.В. Диагностика синдрома отставленной мышечной болезненности // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 4. С. 59–67. [Zimova K.P., Medvedev D.S., Chikov A.E. et al. Diagnosis of Delayed Muscle Soreness Syndrome. *Human. Sport. Medicine*, 2022, vol. 22, no. 4, pp. 59–67. (in Russ.)] DOI: 10.14529/hsm220407. EDN BJDESW
2. Момент А.В. Психофизиологические и аффективные реакции студенток на короткие высокоинтенсивные интервальные тренировки с весом собственного тела // Теория и практика физ. культуры. 2023. № 5. С. 36–38. [Moment A.V. [Psychophysiological and Affective Reactions of Female Students to Short High-intensity Interval Training with Their Own Body Weight]. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2023, no. 5, pp. 36–38. (in Russ.)]
3. Scoubeau C., Carpentier J., Baudry S., Faoro V. Body Composition, Cardiorespiratory Fitness, and Neuromuscular Adaptations Induced by a Home-based Whole-body High Intensity Interval Training. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 2023. DOI: 21. 10.1016/j.jesf.2023.02.004
4. Borg G. Psychophysical Bases of Perceived Exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1982, no. 14, pp. 377–381. DOI: 10.1249/00005768-198205000-00012
5. Craig A.D. How Do You Feel? Interoception: The Sense of the Physiological Condition of the Body. *Nature Reviews Neuroscience*, 2002, no. 3 (8), pp. 655–666. DOI: 10.1038/nrn894
6. Evangelista A., Brigatto F., Camargo J., Braz T. Effect of a Short-term Whole-body High-intensity Interval Training on Fitness, Morphological, and Functional Parameters in Untrained Individuals. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2021, no. 62. DOI: 10.23736/S0022-4707.21.12342-4
7. Scoubeau C., Bonnechère B., Cnop M., Faoro V. Effectiveness of Whole-Body High-Intensity Interval Training on Health-Related Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, no. 19 (15), p. 9559. DOI: 10.3390/ijerph19159559
8. Gillen J.B., Gibala M.J. Is High-intensity Interval Training a Time-efficient Exercise Strategy to Improve Health and Fitness? *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 2014, no. 39, pp. 409–412. DOI: 10.1139/apnm-2013-0187
9. Hardy C., Rejeski W. Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect During Exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 1989, no. 11 (3), pp. 304–317. DOI: 10.1123/jsep.11.3.304

10. Feito Y., Heinrich K., Butcher S., Poston W. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. *Sports*, 2018, no. 6 (3), p. 76. DOI: 10.3390/sports6030076
11. Jaguri A., Thani A.A., Elrayess M.A. Exercise Metabolome: Insights for Health and Performance. *Metabolites*, 2023, no. 13 (6), p. 694. DOI: 10.3390/metabo13060694
12. Gildea N., McDermott A., Rocha J., Crognale D. Low-volume HIIT and MICT Speed $\dot{V}O_2$ Kinetics During High-intensity “Work-to-work” Cycling with a Similar Time-course in Type 2 Diabetes. *Journal of Applied Physiology*, 1985, 2022, no. 133. DOI: 10.1152/jappphysiol.00148.2022
13. Machado A. *Hiit Body Work: a Nova Calistenia*. São Paulo: CREF4/SP, 2019. 96 p.
14. Francesca M., Fiaschi T., Marzocchini R., Michele M. Oxidative Stress in Exercise Training: the Involvement of Inflammation and Peripheral Signals. *Free Radical Research*, 2019, no. 53. DOI: 10.1080/10715762.2019.1697438
15. Valle C., Tate D., Mayer D., Allicock M. Physical Activity in Young Adults: A Signal Detection Analysis of Health Information National Trends Survey (HINTS) 2007 Data. *Journal of Health Communication*, 2014, no. 20, pp. 1–13. DOI: 10.1080/10810730.2014.917745
16. Renteria I., Patricia S.G., Martinez E. Remote, Whole-Body Interval Training Improves Muscular Endurance and Cardiac Autonomic Control in Young Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, no. 19. DOI: 10.3390/ijerph192113897
17. Songsorn P., Somnarin K., Jaitan S., Kupradit A. The Effect of Whole-body High-intensity Interval Training on Heart Rate Variability in Insufficiently Active Adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 2021, no. 20. DOI: 10.1016/j.jesf.2021.10.003
18. Bull F., Al-Ansari S., Biddle S., Borodulin K. World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 2020, no. 54 (24), pp. 1451–1462. DOI: 10.1136/bjsports-2020-102955

Информация об авторах

Момент Артём Владимирович, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физической культуры и здоровьесбережения, Псковский государственный университет, Псков, Россия.

Иванова Наталья Владимировна, доктор медицинских наук, профессор кафедры клинической медицины, Псковский государственный университет, Псков, Россия.

Information about the authors

Artyom V. Moment, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical Education and Health, Pskov State University, Pskov, Russia.

Natalya V. Ivanova, Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Clinical Medicine, Pskov State University, Pskov, Russia.

Вклад авторов:

Момент А.В. – обоснование концепции исследования, планирование исследования и общее научное руководство, подбор испытуемых, проведение 2-го этапа исследования, статистический анализ и визуализация полученных результатов, написание и оформление итогового варианта рукописи.

Иванова Н.В. – организация и проведение 1-го и 3-го этапов исследования, интерпретация результатов биохимического анализа крови.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Moment A.V. – justification of the research concept, research planning and general scientific supervision, selection of subjects, conducting stage 2 of the study, statistical analysis and visualization of the results obtained, writing and drafting the final version of the manuscript.

Ivanova N.V. – conducting stages 1 and 3 of the study, interpretation of blood biochemistry.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 29.10.2023

The article was submitted 29.10.2023