

# Влияние высокоинтенсивной интервальной работы на состав тела и артериальное давление представителей силовых видов спорта

Александр Мирошников, Андрей Смоленский, Александр Форменов  
ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», Москва, Российская Федерация

## Influence of high intensity interval training on body composition and blood pressure of athletes in strength sports

**Aleksandr Miroshnikov, Andrey Smolensky, Aleksandr Formenov**

**ABSTRACT.** *Objective.* To substantiate the possibility of using high intensity interval aerobic work in representatives of strength sports events to manage changes in body composition, maximum oxygen consumption, blood pressure and oxidative capacity of skeletal muscles.

*Methods.* The study involved 55 athletes specialized in strength sports events (powerlifting) of heavyweight categories. Athletes were randomized into two groups: the main group, whose participants have been performing strength and high intensity interval work for 120 days (n = 35) and the control group performing only strength work (n = 20). The following methods were used to implement the tasks set in the study: interview, survey, blood pressure measurement by means of self-control, bioimpedancemetry, ergospirometry, methods of mathematical statistics.

*Results.* The results of rehabilitation with the inclusion of high intensity interval training lasting 120 days showed the reduction of the fat component content, increasing in the oxidative capacity of skeletal muscle and decreasing of blood pressure.

*Conclusion.* The developed training protocol of high intensity interval training based on the accounting of metabolic variables, will allow effective and safe impact on the efficiency of arterial hypertension prevention and treatment, as well as management of changes in body composition and energy production processes in skeletal muscle, which will positively influence the efficiency of training and competitive process of skilled athletes.

**Keywords:** physical rehabilitation, blood pressure, strength, powerlifting, interval training, arterial hypertension.

## Вплив високоінтенсивної інтервальної роботи на склад тіла і артеріальний тиск представників силових видів спорту

**Олександр Мірошников, Андрій Смоленський, Олександр Форменов**

**АНОТАЦІЯ.** *Мета.* Обґрунтувати можливості використання високоінтенсивної інтервальної аеробної роботи у представників силових видів спорту для управління змінами складу тіла, максимального споживання кисню, артеріального тиску і окиснювальної здатності скелетної мускулатури.

*Методи.* У дослідженні взяли участь 55 атлетів, які спеціалізуються в силових видах спорту (пауерліфтинг) важких вагових категорій. Спортсменів було рандомізовано на дві групи: основну, учасники якої протягом 120 днів виконували силову та високоінтенсивну інтервальну роботу (n = 35) і контрольну, учасники якої виконували тільки силову роботу (n = 20). Реалізацію поставлених у дослідженні завдань здійснювали за допомогою таких методів: опитування, огляд, вимірювання артеріального тиску за допомогою самоконтролю, біоімпедансометрія, ергоспірометрія, методи математичної статистики.

*Результати.* Результати реабілітації із включенням високоінтенсивної інтервальної роботи тривалістю 120 днів показали, що у спортсменів змінюється склад тіла у бік зниження жирового компонента, відбувається зростання окиснювальної здатності скелетної мускулатури і знижується артеріальний тиск.

*Висновок.* Розроблений нами тренувальний протокол високоінтенсивної інтервальної роботи, який базується на обліку метаболічних змінних, дозволить ефективно і безпечно впливати на ефективність профілактики і лікування артеріальної гіпертензії, а також керувати змінами складу тіла і потужністю процесів енергоутворення в скелетних м'язах, що позитивно відіб'ється на ефективності тренувального і змагального процесу кваліфікованих спортсменів.

**Ключові слова:** фізична реабілітація, артеріальний тиск, силові види спорту, пауерліфтинг, інтервальне тренування, артеріальна гіпертензія.

**Постановка проблемы.** Артериальная гипертензия, часто называемая «тихим убийцей», является наиболее распространенным аномальным диагнозом у представителей силовых видов спорта. J. Guo и соавт. отметили, что гипертоническая болезнь встречается с частотой от 55,4 до 83 % у представителей силовых видов спорта, особенно в тяжелых весовых категориях [6]. Эти спортсмены имеют высокий процент мышечной массы [5], что должно положительно сказываться на их метаболическом здоровье в целом [13]. Хорошо известно, что по биохимической классификации волокна скелетных мышц делятся на: окислительные мышечные волокна и гликолитические мышечные волокна, а композиционный состав мышечных волокон может влиять не только на силу, скоростные качества [22], способность к восстановлению после физической активности [14], но и на артериальное давление [9]. С одной стороны, метаболические характеристики мышечных волокон (окислительная способность, капилляризация и митохондриальная плотность) меняются в динамике двигательной активности, поэтому высокая доля окислительных мышечных волокон в скелетных мышцах является одним из главных предикторов низких уровней системного артериального давления [8]. С другой стороны, высокий индекс массы тела (ИМТ) позитивно связан с частотой сердечно-сосудистых заболеваний, увеличением частоты внезапной смерти спортсменов и более высоким риском – на 30 % – смертности от всех причин при увеличении ИМТ на каждые 5 кг·м<sup>-2</sup> [17]. Соответственно любое снижение ИМТ приведет к повышению эффективности профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и увеличению продолжительности жизни. Результаты других исследований показывают, что именно избыточная подкожно-жировая ткань значительно связана с ростом смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и общей смертностью спортсменов от всех причин [16]. Позже В. Н. Colpitts и соавт. [3] указали, что, во-первых, увеличение ИМТ является сильным предиктором развития метаболического синдрома, а к числу важнейших патогенетических факторов принадлежит артериальная гипертензия; во-вторых, внимание должно уделяться качественной перестройке скелетных мышц (росту окислительных способностей), а не большему росту мышечной массы, чтобы предотвратить дальнейшее формирование и углубление кардиометаболических факторов риска. Результаты мета-анализов [11, 21] показали, что высокоинтенсивная аэробная тренировка (HIIT – от англ. *High Intensity Interval Training*) может быть эффективным компонентом программ по управлению составом тела. Причем мета-анализ R. B. Viana и соавт. показал, что именно HIIT обеспечивала на 28,5 % большее снижение общей абсолютной массы жира, чем равномерная аэробная тренировка [19]. Также результаты недавних систематических обзоров и мета-анализов [4, 20] свидетельствовали, что, во-первых, HIIT и равномерная аэробная тренировка средней интенсивности

(MICT – от англ. *Moderate-Intensity Continuous Training*) обеспечивали сопоставимое снижение артериального давления в покое у взрослых с предварительно установленным диагнозом артериальной гипертензии, а, во-вторых, HIIT была связана с большим повышением  $\dot{V}O_{2max}$  по сравнению с MICT; в-третьих, HIIT приводила к более значительному снижению ночного диастолического артериального давления по сравнению с MICT; и, наконец, в-четвертых, было обнаружено значительно большее снижение дневного системного, систолического и диастолического артериального давления при HIIT по сравнению с MICT. Причем регуляторные эффекты тренировочных упражнений, направленные на снижение артериального давления, были более выражены у лиц с более высоким уровнем базовой артериальной гипертензии и более сильной корреляцией с влиянием HIIT, чем с MICT [2]. Однако на данный момент не установлено, что является главным регуляторным фактором в снижении артериального давления – снижение общей массы тела и ее жирового компонента или кардиореспираторная и метаболическая адаптация, вызванная HIIT? На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных врачей, тренеров и спортсменов силовых видов спорта была сформулирована цель и подобраны методы исследования.

**Цель исследования** – обоснование возможности использования высокоинтенсивной интервальной аэробной работы у представителей силовых видов спорта для управления изменениями состава тела, максимального потребления кислорода, артериального давления и окислительной способности скелетной мускулатуры.

**Методы и организация исследования.** Исследование проводило на базе кафедры спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма. В исследовании приняли участие 55 представителей силовых видов спорта (пауэрлифтинг), имеющих спортивную квалификацию КМС и МС и принадлежащих к тяжелым весовым категориям (масса тела  $101,4 \pm 5,3$  кг). Спортсмены с помощью таблицы случайных чисел были рандомизированы на две группы: группа HIIT ( $n = 35$ ) и контрольная группа ( $n = 20$ ) с резистентной тренировкой (RT – от англ. *Resistance Training*). Средний возраст спортсменов-мужчин, принявших участие в исследовании на условиях подписания добровольного информированного согласия (согласно этическим стандартам научных исследований в спорте и физической активности 2020 г. [7]; выписка из протокола № 5, заседание Этического комитета ФГБОУ ВО «РГУФКСМиТ» от 26.10.2017 г.), составил  $31,0 \pm 7,3$  года.

Выполнение поставленных в работе задач осуществляли с помощью следующих методов: опрос, осмотр, измерение артериального давления с помощью метода самоконтроля (СКАД), биоимпедансометрия, эргоспирометрия и методы математической статистики. Биоим-

педансометрия, при которой оценивали процент жира в теле, а также расчет ИМТ, выполнялась на аппарате «Медасс ABC-02» (Россия). Ступенчатый тест выполняли на велоэргометре «MONARK 839 E» (Monark AB, Швеция); нагрузку задавали, начиная с 20 Вт с прибавлением по 20 Вт каждые 2 мин. Газометрический анализ проводили с использованием газоанализатора «CORTEX» (MetaControl3000, Германия), выполняющего измерение потребления кислорода и выделения углекислого газа от вдоха к выдоху. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) и R-R интервалы фиксировали с помощью монитора сердечного ритма «POLAR RS800» (Финляндия). Ступенчатый тест выполняли в темпе 75 об·мин<sup>-1</sup> до определения  $\dot{V}O_{2max}$  и анаэробного порога. Для самостоятельных замеров артериального давления, согласно клиническим рекомендациям, которые были разработаны экспертами Российского медицинского общества по артериальной гипертензии (утверждены на заседании пленума 28.11.2013) и профильной комиссии по кардиологии (29.11.2013), применяли метод самоконтроля. Согласно протоколу для этого метода спортсмены использовали традиционные автоматические тонометры для домашнего применения, прошедшие сертификацию МЗ РФ. Замеры артериального давления проводили утром (с 7:00 до 8:00), при этом выполняли три измерения с интервалом не менее одной минуты на левой руке; все три показателя артериального давления записывали в таблицу, средние значения заносили в архивный протокол.

Спортсмены обеих групп тренировались 120 дней (3 раза в неделю) по двум разным протоколам. В группе НИТ силовая работа выполнялась в пяти упражнениях с весом отягощения 70–90 % одного повторного максимума (1ПМ), от двух до восьми повторений, в трех подходах. Методика выполнения силовой тренировки была идентична с группой RT. После силового блока в этой группе участников исследования была добавлена аэробная работа на велоэргометре по алгоритму «семь высокоинтенсивных интервалов (на мощности педалирования 100 % от  $\dot{V}O_{2max}$ ) по 2 мин и низкоинтенсивные интервалы с ЧСС на уровне 85 % анаэробного порога продолжительностью 2 мин». На ступенчатом тесте при эргоспирометрии была зафиксирована мощность педалирования, при которой ЧСС спортсмена находилась на уровне 85 % анаэробного порога. Поэтому участникам давали рекомендацию снижать нагрузку до этой мощности работы. Время тренировочной сессии в целом составляло 103 мин.

В группе RT участники исследования выполняли силовую работу в пяти упражнениях с весом отягощения 70–90 % 1ПМ, от двух до восьми повторений, но уже в четырех подходах. Один цикл выполнения «подход+отдых до полного восстановления» составлял 5 мин. Упражнения выполнялись на все основные мышечные группы и включали в себя жим штанги лежа, приседания со штангой на плечах, стантовую тягу, сгибание кисти в локтевом суставе со штангой, разгибание предплечий в тренажере. Время разовой тренировочной сессии составляло 100 мин.

Все полученные результаты обрабатывали с помощью программы Microsoft Office Excel 2007 и пакета прикладных статистических программ для медико-биологических исследований «Statistica 10.0/W RUS». Количественные переменные описывались числом участников реабилитации, средним арифметическим значением (M). Достоверность различий выборочных средних двух совокупностей определяли по t-критерию Стьюдента для парных и непарных выборок. Различия считались статистически значимыми при уровне ошибки  $p < 0,05$ . Также проводили двухфакторный дисперсионный анализ с повторениями при  $p = 0,001$ .

**Результаты исследования.** Включение аэробной работы длительностью 120 дней в протокол силовых тренировочных занятий в группе НИТ привело к достоверному ( $p < 0,05$ ) снижению процента жировой массы на 2,6 % и ИМТ – на 0,7 кг·м<sup>-2</sup>. В группе RT изменения в этих показателях не были статистически значимы.

Также после 120 дней исследования произошло достоверное снижение артериального давления у спортсменов группы НИТ: систолического артериального давления на 7,4 мм. рт. ст. и диастолического – также на 7,4 мм. рт. ст. ( $p < 0,05$ ). В группе RT изменения артериального давления не были статистически значимыми (табл. 1).

После 120 дней тренировочных занятий у спортсменов группы НИТ на анаэробном пороге достоверно увеличились  $\dot{V}O_{2max}$  и потребление кислорода (ПК) на 3,9 и 4,3 мл·кг<sup>-1</sup>·мин<sup>-1</sup> соответственно. В группе RT при этом не произошло никаких достоверных изменений окислительных способностей мышц (табл. 2). По результатам проведенного дисперсионного двухфакторного анализа можно сделать вывод о существенном влиянии именно НИТ на снижение систолического и диастолического артериального давления (значимо при  $p = 0,0000004$  для

ТАБЛИЦА 1 – Антропометрические данные обследованных спортсменов – представителей силовых видов спорта (n = 55)

Группа спортсменов	ПЖТ, %		ИМТ, кг·м <sup>-2</sup>		САД, мм рт. ст.		ДАД, мм рт. ст.	
	До начала	По окончании	До начала	По окончании	До начала	По окончании	До начала	По окончании
НИТ (n = 35)	32,0 ± 3,1	29,6 ± 3,0	34,6 ± 1,5	33,8 ± 1,5	159,1 ± 5,8	151,7 ± 4,9	93,3 ± 7,3	85,9 ± 6,7
RT (n = 20)	33,3 ± 4,5	33,5 ± 4,5	35,0 ± 2,2	35,3 ± 2,1	158,0 ± 6,1	156,1 ± 6,0	92,7 ± 5,1	94,1 ± 6,0

Примечание: НИТ – основная группа; RT – контрольная группа; ПЖТ – процент жира в теле; ИМТ – индекс массы тела; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.

ТАБЛИЦА 2 – Показатели эргоспирометрии обследованных спортсменов – представителей силовых видов спорта (n = 55)

Группа спортсменов	Потребление кислорода, мл·кг <sup>-1</sup> ·мин <sup>-1</sup>					
	на анаэробном пороге			на уровне $\dot{V}O_{2max}$		
	До начала	По окончании	$\Delta$	До начала	После окончания	$\Delta$
НИИТ (n = 35)	26,9 ± 2,5	30,8 ± 1,8	3,9*	31,5 ± 2,5	35,8 ± 1,2	4,3*
РТ (n = 20)	26,3 ± 3,2	25,8 ± 3,0	0,5**	30,9 ± 2,8	31,3 ± 2,9	0,4**

Примечание: НИИТ – основная группа; РТ – контрольная группа.

\* Различия сравниваемых показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ).

\*\*Различия статистически незначимы ( $p > 0,05$ ).

систолического и  $p = 0,00004$  диастолического артериального давления соответственно). Коррекция жировой массы тела не влияет на величину снижения АД.

**Обсуждение результатов.** Хорошо известно, что по сравнению с равномерной аэробной работой НИИТ в большей степени оказывает влияние на опосредованную объемным кровотоком дилатацию сосудов и толщину эпикардиального жирового слоя, и это свидетельствует о том, что НИИТ может быть более эффективной методикой, чем МІСТ, для улучшения эндотелиальной функции кровеносных сосудов у пациентов с гипертонической болезнью [10]. Также результаты недавних мета-анализов показали, что длительная НИИТ может быть оптимальной формой тренировочной нагрузки для повышения работоспособности [18], а также, что при таких интервальных аэробных нагрузках существует большее значение снижения диастолического артериального давления и, напротив, повышения  $\dot{V}O_{2max}$  для пациентов с гипертонической болезнью, чем при МІСТ [12]. В общем случае результаты 33 систематических обзоров (включая 25 мета-анализов), охватывающих оценку здоровых людей и людей с ухудшением здоровья, показали, что НИИТ улучшала кардиореспираторную работоспособность, антропометрические показатели, сосудистую функцию, насосную функцию сердца и мышечную массу по сравнению с неактивным контролем [15]. Однако поиск и анализ источников современной научной литературы, проведенный нами в базах данных eLibrary, РИНЦ, PubMed, Cochrane Library, CINAHL, Web of Science, MEDLINE, SPORTDiscus и Scopus, не обнаружили исследований, результаты которых позволили бы ответить на ключевые вопросы относительно того, какой метод аэробной работы более эффективен в использовании для снижения артериального давления в когорте представителей силовых видов спорта с гипертонией.

Результаты нашего исследования относительно нагрузки с применением НИИТ и РТ длительностью 120 дней симультанной реабилитации выявили следующие важные факты. Во-первых, мы не наблюдали повышения  $\dot{V}O_{2max}$ , а также снижения ИМТ, процента жира в теле и артериального давления в группе РТ в течение 120 дней силовой работы. Во-вторых, симультанная комбинация РТ+НИИТ привела к достоверному снижению процента жировой массы на 2,6 %, а ИМТ – на 0,7 кг·м<sup>-2</sup> у спортсме-

нов группы НИИТ. В-третьих, использование симультанной комбинации РТ+НИИТ сопровождалось достоверным повышением потребления кислорода на уровне анаэробного порога на 14,5 % и  $\dot{V}O_{2max}$  – на 13,6 %. В-четвертых, включение в тренировочный процесс симультанной комбинации РТ+НИИТ длительностью 120 дней привело к достоверному снижению систолического артериального давления на 4,7 % в группе НИИТ. В-пятых, симультанная комбинация РТ+НИИТ в течение 120 дней сопровождалась достоверным снижением диастолического артериального давления на 5,6 % в группе НИИТ. Полученные результаты имеют большую практическую значимость, поскольку хорошо известно, что снижение артериального давления на 7,5 и на 10,0 мм рт. ст. уменьшает частоту возникновения геморрагического инсульта на 46 и 56 % соответственно и снижают последующее выявление частоты случаев ишемической болезни сердца – 29 и 37 % соответственно, в зависимости от уровня снижения артериального давления [1].

**Выводы.** Таким образом, результаты нашего исследования показывают, что реабилитация спортсменов в силовых видах спорта при наличии артериальной гипертонии с включением НИИТ в течение 120 дней влияет на снижение жировой массы у гипертонивных спортсменов, особенно тяжелых весовых категорий. Хорошо известная стратегия снижения ИМТ и/или процента жира в теле, которая приводит к значимым изменениям артериального давления, может быть достигнута диетическими мероприятиями и без дополнительной двигательной активности. Однако в нашем исследовании показано, что именно НИИТ, независимо от состава тела спортсмена, имеет лечебно-профилактический эффект поддержания для функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

**Перспективы дальнейших исследований.** Разработанный нами тренировочный протокол аэробной работы, построенный с учетом метаболических переменных, позволит атлетам под контролем спортивного врача и тренера эффективно и безопасно влиять на профилактику и лечение артериальной гипертонии. Дальнейшей приоритетной областью практического применения полученных результатов является проведение педагогической работы в среде представителей силовых видов спорта на предмет включения аэробных ве-

лоэргометрических сессий в тренировочные протоколы. Соответственно, требуются дальнейшие исследования в данной области.

**Благодарности.** Авторы благодарят аспирантов РГУФКСМиТ Василия Волкова, Ксению Сергееву, Алексея Антонова за помощь в работе с источниками литературы

ры и написании статьи. Авторы сообщают, что не получили никакого финансирования, и все затраты на исследование были личными вкладами авторов.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что не существует никакого конфликта интересов.

## Литература

1. Чазова ИЕ, Жернакова ЮВ. От имени экспертов. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертонии. Системные гипертензии [Clinical guidelines. Diagnosis and treatment of arterial hypertension. Systemic Hypertension]. 2019; 16 (1): 6-31. doi:10.26442/2075082X.2019.1.190179.
2. Clark T, Morey R, Jones MD, Marcos L, Ristov M, Ram A, Hakansson S, Franklin A, McCarthy C, De Carli L, Ward R, Keech A. High-intensity interval training for reducing blood pressure: a randomized trial vs. moderate-intensity continuous training in males with overweight or obesity. *Hypertens Res.* 2020;43(5):396-403. doi:10.1038/s41440-019-0392-6.
3. Colpitts BH, Bouchard DR, Keshavarz M, Boudreau J, Sénéchal M. Does lean body mass equal health despite body mass index? *Scand J Med Sci Sports.* 2020;30(4):672-9. doi:10.1111/sms.13605
4. Costa EC, Hay JL, Kehler DS, Boreskie KF, Arora RC, Umpierre D, Duhamel TA. Effects of High-Intensity Interval Training versus Moderate-Intensity Continuous Training on blood pressure in adults with pre- to established hypertension: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Sports Medicine.* 2018; 48(9): 2127-42. doi:10.1007/s40279-018-0944-y.
5. Guo J, Lou Y, Zhang X, Song Y. Effect of aerobic exercise training on cardiometabolic risk factors among professional athletes in the heaviest-weight class. *Diabetol Metab Syndr.* 2015; 7:78. doi:10.1186/s13098-015-0071-y.
6. Guo J, Zhang X, Wang L, Guo Y, Xie M. Prevalence of metabolic syndrome and its components among Chinese professional athletes of strength sports with different body weight categories. *PLoS One.* 2013;8(11):e79758. doi:10.1371/journal.pone.0079758
7. Harriss DJ, MacSween A, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2020 Update. *Int J Sports Med.* 2019, 40(13): 813-7. doi:10.1055/a-1015-3123.
8. Hernelahti M, Tikkanen HO, Karjalainen J, Kujala UM. Muscle fiber-type distribution as a predictor of blood pressure: a 19-year follow-up study. *Hypertension.* 2005;45(5):1019-23. doi:10.1161/01.HYP.0000165023.09921.34.
9. Houmard JA, Weidner ML, Koves TR, Hickner RC, Cortright RL. Association between muscle fiber composition and blood pressure levels during exercise in men. *Am J Hypertens.* 2000;13(6, Pt 1):586-92. doi:10.1016/s0895-7061(99)00259-9.
10. Jo EA, Cho KI, Park JJ, Im DS, Choi JH, Kim BJ. Effects of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on epicardial fat thickness and endothelial function in hypertensive metabolic syndrome. *Metab Syndr Relat Disord.* 2020;18(2):96-102. doi:10.1089/met.2018.0128.
11. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity Reviews.* 2017, 18(8), 943-64. doi:10.1111/obr.12536.
12. Leal JM, Galliano LM, Del Vecchio FB. Effectiveness of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training in hypertensive patients: a systematic review and meta-analysis. *Curr Hypertens Rep.* 2020;22(3):26. doi:10.1007/s11906-020-1030-z.
13. Li R, Xia J, Zhang XI, Gathirua-Mwangi WG, Guo J, Li Y, McKenzie S, Song Y. Prevalence of metabolic syndrome and its components among Chinese professional athletes of strength sports with different body weight categories. *PLoS One.* 2013;8(11):e79758. doi:10.1371/journal.pone.0079758.
14. Lievens E, Klass M, Bex T, Derave W. Muscle fiber typology substantially influences time to recover from high-intensity exercise. *J Appl Physiol (1985).* 2020;128(3):648-59. doi:10.1152/jappphysiol.00636.2019.
15. Martland R, Mondelli V, Gaughran F, Stubbs B. Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *J Sports Sci.* 2020;38(4):430-69. doi:10.1080/02640414.2019.1706829.
16. Ortega FB, Sui X, Lavie CJ, Blair SN. Body Mass Index, the most widely used but also widely criticized index: would a criterion standard measure of total body fat be a better predictor of cardiovascular disease mortality? *Mayo Clin Proc.* 2016;91(4):443-55. doi:10.1016/j.mayocp.2016.01.008.
17. Prospective Studies Collaboration, Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, Qizilbash N, Collins R, Peto R. Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet.* 2009;373(9669):1083-96. doi:10.1016/S0140-6736(09)60318-4.
18. Rosenblat MA, Perrotta AS, Thomas SG. Effect of high-intensity interval training versus sprint interval training on time-trial performance: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 2020;50(6):1145-61. doi:10.1007/s40279-020-01264-1.
19. Viana RB, Naves JPA, Coswig VS, de Lira CAB, Steele J, Fisher JP, Gentil P. Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *Br J Sports Med.* 2019;53(10):655-64. doi:10.1136/bjsports-2018-099928.
20. Way KL, Sultana RN, Sabag A, Baker MK, Johnson NA. The effect of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2019;22(4):385-91. DOI:10.1016/j.jsams.2018.09.228.
21. Wewege M, van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews.* 2017, 18(6), 635-6. DOI:10.1111/obr.12532.
22. Zierath JR, Hawley JA. Skeletal muscle fiber type: influence on contractile and metabolic properties. *PLoS Biol.* 2004;2(10):e348. DOI:10.1371/journal.pbio.0020348.

## Автор для корреспонденции:

*Мирошников Александр Борисович* – канд. биол. наук, проф., кафедра спортивной медицины, ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма»; Российская Федерация, 105122, Москва, Сиреневый бульвар, 4; <https://orcid.org/0000-0002-4030-0302>, [benedikt116@mail.ru](mailto:benedikt116@mail.ru)

## Corresponding author:

*Miroshnikov Alexander* – PhD of Biological Sci., prof., Department of Sport Medicine, Federal State Unitary Enterprise «Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism». Russian Federation, 105122, Moscow, 4, Syrenyevy Boulevard; <https://orcid.org/0000-0002-4030-0302>, [benedikt116@mail.ru](mailto:benedikt116@mail.ru)

Поступила 05.04.2020