ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА, 2021, том 47, № 1, с. 43–52

УДК 796.015.52

ВЫСОКОИНТЕНСИВНАЯ ИНТЕРВАЛЬНАЯ АЭРОБНАЯ РАБОТА ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА С АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИЕЙ: РАНДОМИЗИРОВАННОЕ КОНТРОЛИРУЕМОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

© 2021 г. А. Б. Мирошников[1, *], А. В. Смоленский[1], А. Д. Форменов[1]

[1]ФГБОУ ВО Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма, Москва, Россия

**E-mail: benedikt116@mail.ru*

Поступила в редакцию 28.01.2020 г.
После доработки 25.02.2020 г.
Принята к публикации 15.08.2020 г.

Гипертоническая болезнь является частым диагнозом у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий. Цель исследования – оценить, как влияет высокоинтенсивная аэробная работа на состав тела, артериальное давление (АД), окислительные способности, гипертрофию и силу рабочих мышц у спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертонией. Проведено обследование и физическая реабилитация у 55 гипертензивных представителей силовых видов спорта, тяжелых весовых категорий, сопоставимых по возрасту, полу и основным клиническим проявлениям. Спортсмены были рандомизированы на две группы: группа основная (n = 35) и контрольная группа (n = 20). Спортсмены основной группы тренировались 120 дней (3 раза в нед.) на велоэргометре по высокоинтенсивному интервальному протоколу, а участники контрольной группы тренировались 120 дней (3 раза в нед.) по своему традиционному силовому протоколу. Выполнение поставленных в работе задач осуществлялось с помощью следующих методов: опрос, осмотр, трехкратное измерение АД, биоимпедансометрия и расчеты индексов состава тела, эргоспирометрия, измерение уровня оксигенации мышечной ткани, ультрасонографические измерения анатомической площади поперечного сечения (ППС) четырехглавой мышцы бедра, оценка максимальной произвольной силы четырехглавой мышцы бедра и методы математической статистики. После 120 дней тренировок произошло снижение оксигенации на 72%, увеличение мощности и времени работы на уровне максимального потребления кислорода и увеличение ППС четырехглавой мышцы бедра у спортсменов основной группы. Также в основной группе произошло достоверное снижение АД: систолическое артериальное давленное (САД) на 4.7%, диастолическое артериальное давленное (ДАД) на 5.6%. Разработанный протокол физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта позволяет эффективно и безопасно влиять на состав тела, гипертрофию, окислительные способности рабочих мышц и АД.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, физическая реабилитация, пауэрлифтинг, аэробная работа, интервальный метод, спортивная медицина.

DOI: 10.31857/S0131164621010082

Гипертония является наиболее распространенным диагнозом во время предварительного скрининга сердечно-сосудистой системы (ССС) спортсменов [1–3]. И хотя крупнейшие в мире научные сообщества, занимающиеся артериальной гипертонией в Европе, Америке, Канаде, Великобритании, Австралии и России, за последние 5 лет опубликовали рекомендации по выявлению, оценке и лечению высокого артериального давления (АД) (табл. 1), до сих пор остается дискуссионным вопрос, с какого уровня АД начинать медикаментозное лечение пациентов и тем более спортсменов [4].

В таких видах спорта, как: тяжелая атлетика, американский футбол и бейсбол, где спортсмены достигают массы тела ≥136 кг [11], фиксируют наибольший процент распространенности гипертонической болезни (ГБ). Также ГБ встречается от 55.4 до 83% в подгруппе спортсменов силовых видов спорта тяжелой весовой категории [12, 13]. Физические упражнения являются краеугольным камнем в нефармакологической терапии ГБ. В общей сложности, 17 мета-анализов (594.129 взрослых, в возрасте ≥18 лет), которые вошли в систематический обзор *L.S. Pescatello et al.* [14], дали убедительные доказательства, сви-

Таблица 1. Предельные значения артериального давления (АД) для диагностики и начала лечения

АД	*ESC/ESH* [5]	*ACC/AHA* [6]	Канада [7]	Австралия [8]	*NICE* [9]	Россия [10]
Определение диагноза гипертонии						
САД, мм рт. ст.	≥140	≥130	≥140	≥140	≥140	≥140
ДАД, мм рт. ст.	≥90	≥80	≥90	≥90	≥90	≥90
Начало антигипертензивной терапии						
САД, мм рт. ст.	≥140	≥140	≥160	≥160	≥140	≥140
ДАД, мм рт. ст.	≥90	≥90	≥100	≥100	≥90	≥90

Примечание: САД – систолическое АД; ДАД – диастолическое АД; *ESC – European Society of Cardiology*; *ESH – European Society of Hypertension*; *ACC – American College of Cardiology*; *AHA – American Heart Association*; *NICE – National Institute for Health and Care Excellence*.

детельствующие о том, что: 1) существует обратная зависимость доза-ответ (измеряемая часами тренировок в неделю и процентом будущих заболеваний ГБ) между аэробной работой и возникающей гипертонией у взрослых с нормальным АД; 2) аэробная работа снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) среди взрослых с артериальной гипертензией (АГ); 3) аэробная работа снижает АД у взрослых с нормальным АД, предгипертонией и АГ и 4) величина ответа АД на аэробную тренировку варьируется в зависимости от АД в состоянии покоя, причем у взрослых с предгипертонией больше преимуществ получить снижение АД, чем у людей с нормальным АД. Хорошо документировано в научной периодике, что регулярная физическая активность аэробного характера снижает АД и является эффективной стратегией профилактики и лечения гипертонии [15]. Однако многие специалисты утверждают, что аэробная работа компрометирует рост мышечной массы, вызванный силовой тренировкой [16, 17], что вызывает опасение применения аэробной работы в реабилитационных программах спортсменов силовых видов спорта. На основании анализа проблемной ситуации, данных современной научной литературы и запросов спортивных врачей (которые используют методы физической реабилитации больных ГБ) и гипертензивных спортсменов силовых видов спорта была сформулирована цель исследования.

Цель исследования – оценить, как влияет высокоинтенсивная аэробная работа на артериальное давление, окислительные способности и силу рабочих мышц у спортсменов силовых видов спорта.

МЕТОДИКА

Исследование проводили на базе кафедры спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (г. Москва). В исследовании принимали участие 55 представителей силовых видов спорта (пауэрлифтинг), имеющих спортивную квалификацию КМС, МС в тяжелых весовых категориях с АГ. Спортсмены прекратили на время исследования участие в соревнованиях и были рандомизированы с помощью таблицы случайных чисел на две группы: группа основная (n = 35) и контрольная группа (n = 20). Средний возраст спортсменов-мужчин составил 31 ± 7.3 года. Средний вес и рост спортсменов основной группы составил 105.3 ± 5.3 кг и 170 ± 10 см, а спортсменов контрольной группы – 104.9 ± 7.6 кг и 173 ± 4 см. Для выполнения поставленной цели исследования использовали следующие методы: опрос, осмотр, трехкратное измерение АД (утром с 8:00 до 11:00), биоимпедансометрию и расчет индексов состава тела, эргоспирометрию, измерение уровня оксигенации латеральной головки четырехглавой мышцы бедра, ультрасонографические измерения анатомической площади поперечного сечения (ППС) четырехглавой мышцы бедра, оценку максимальной произвольной силы четырехглавой мышцы бедра и методы математической статистики.

Биоимпедансометрия и расчеты индексов состава тела. Биоимпедансометрию выполняли на аппарате “Медасс – АВС-02” (Россия), при которой оценивали процент мышечной и жировой ткани, после чего рассчитывали: индекс массы тела (ИМТ), индекс жировой массы тела (*Fat Mass Index – FMI*), индекс обезжиренной массы тела (*Fat Free Mass Index – FFMI*) и соотношение жира и мышц (*Fat-to-Muscle Ratio – FMR*). Индексы *FMI* и *FFMI* вычисляли по методике *T.B. VanItallie* [18]: $FMI = D/H^2$, (кг/м^2), где D – жировая масса тела (кг), H – длина тела (м). Индекс *FFMI* вычисляли по формуле: $FFMI = FFM/H^2$ (кг/м^2). Индекс *FMR* вычисляли по методике *J. Park* [19]: $FMR = D/FFM$, где: D – жировая масса тела (кг), FFM – обезжиренная масса тела (кг). Обезжиренную массу тела (*Fat Free Mass – FFM*) вычисляли по методике *E.M. Kouri* [20]: $W \times [1 - (D/100)]$, где: W – масса тела (кг), D – жировая масса тела (%).

Эргоспирометрия. Ступенчатый тест для определения аэробных возможностей, выполняли на велоэргометре "*MONARK 839 E*" (*Monark AB*, Швеция). Нагрузку задавали, начиная с 20 Вт с увеличением на 20 Вт каждые 2 мин. Газометрический анализ проводили с использованием газоанализатора "*CORTEX*" (*Meta Control* 3000, Германия), выполняющего измерение потребления кислорода и выделения углекислого газа каждый дыхательный цикл. Тест выполняли в темпе 75 об./мин до определения максимального потребления кислорода (МПК), аэробного порога (АэП), анаэробного порога (АнП) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на уровне АнП, и мощности педалирования на МПК по методике *J.G. Pallarés et al.* [21]. Тест прекращался при достижении величин дыхательного коэффициента более 1.1, при выходе графика потребления кислорода на плато в течение 30 с или при невозможности поддерживать заданный темп педалирования (снижение или увеличение более чем на 10 об./мин) испытуемым. Полученные данные параметров дыхания, ЧСС и мощности усредняли с шагом 15 с для определения мощности работы и потребления кислорода на уровне АэП, АнП и МПК. МПК определяли как самое высокое значение из двух последовательных отрезков по 15 с, после выхода кривой на плато. АэП и АнП определяли визуально с использованием метода вентиляционных эквивалентов. АэП определяли по точке начала увеличения вентиляционного эквивалента для кислорода (VE/VO_2) и парциального давления кислорода на выдохе ($PetO_2$) без сопутствующего увеличения вентиляционного эквивалента для углекислого газа (VE/VCO_2). АнП определяли по точке начала увеличения вентиляционного эквивалента для углекислого газа (VE/VCO_2) с сопутствующим еще большим ускорением вентиляционного эквивалента для кислорода (VE/VO_2) и началом падения парциального давления углекислого газа на выдохе ($PetCO_2$).

Измерение уровня оксигенации латеральной головки четырехглавой мышцы бедра проводили с помощью системы "*Moxy Monitor*" (США). Крепление инфракрасного датчика "*Moxy*" осуществляли на латеральную головку четырехглавой мышцы бедра в месте вхождения нерва. Средняя толщина подкожно-жировой складки под датчиком (измеренная калипером *Lange*, США) у спортсменов основной группы составила 22 ± 2.2 мм, а у спортсменов контрольной группы – 23 ± 1.7 мм. Так как толщина подкожно-жировой складки складывается из двух жировых прослоек, то расстояние до мышцы составляет 10–12 мм, что достаточно информативно для данного теста (глубина сканирующей поверхности инфракрасного датчика "*Moxy*" до 2.5 см). Разница в толщине подкожно-жировой ткани под датчиком между группами не была статистически значимой. Специальный алгоритм, построенный на математической модели распространения света, измеряет в мышце концентрацию оксигенированного миоглобина и выдает данные об отношении этой концентрации к общей концентрации гемоглобина в капиллярах и миоглобина в мышце. Измерение уровня гемоглобина и миоглобина позволяет сделать вывод об окислительных способностях мышцы, в отличие от пульсоксиметра, который измеряет только насыщение кислородом артериальной крови [22].

Ультрасонографические измерения. У всех участников проводили ультрасонографические измерения анатомической ППС четырехглавой мышцы бедра до внедрения тренировочного протокола, а также после 120 дней физической реабилитации. Измерения выполняли через 5 дней после последнего тренировочного занятия, чтобы предотвратить влияние отека на размер мышц. ППС четырехглавой мышцы бедра оценивали в состоянии покоя с помощью ультразвуковой визуализации *B*-режима с линейным датчиком 1.6–5.0 МГц, имеющим длину сканирующей поверхности 65 мм (модель *Vivid 7 Dimension/Vivid 7 PRO*, *General Electric*). Площадь анатомического поперечника мышцы измеряли в программе измерения площади, которая установлена в данной модели. Сканирующую поверхность датчика и кожную поверхность мышцы покрывали специальным гелем, датчик ориентировали по сагиттальной оси мышцы. Проводили эхографию всех четырех головок мышцы. Зона расположения датчика для эхолокации была на расстоянии 25 см проксимально от основания надколенника по передней, передневнутренней и передненаружной поверхности бедра. Все измерения проводили на правой ноге после того, как испытуемые находились в положении лежа на спине в течение 20 мин, чтобы обеспечить возможность сдвига жидкости. По данным исследований цифровых значений эхограмм всех четырех головок определяли степень выраженности гипертрофии четырехглавой мышцы бедра.

Оценка максимальной произвольной силы четырехглавой мышцы бедра была выполнена с помощью теста на один повторный максимум (1ПМ), используя односуставное упражнение – разгибание голени, сидя в тренажере (*HOIST RS*-1401, США). Все сеансы тестирования проводили утром. Участники выполняли упражнение с заданным темпом в 2 с, как для концентрической, так и для эксцентрической фазы. Участникам рекомендовали избегать утомительных упражнений и занятий спортом в течение 48 ч перед каждым тестированием. Важным аспектом тестирования с отягощением было то, что подходы выполняли до мышечного отказа. Во время первого дня тестирования после 5 мин разминки на велоэргометре и демонстрации правильной техники вы-

полнения упражнения проводили испытания на максимальное количество повторений, измеренных для определенной нагрузки, после чего использовали прогностическое уравнение для расчета 1ПМ по методике *M. Brzycki*: прогнозируемый 1ПМ (кг) = Вес отягощения (кг) – (1.0278 – – (0.0278 × кол-во повторений)) [23]. На второй процедуре после разминки интенсивность нагрузки была установлена на уровне 90% от расчетного 1ПМ и увеличивалась на 2.5–5.0% после каждого успешного подъема, до потери возможности у субъекта выполнить концентрическую фазу в полной амплитуде движения. Периоды отдыха между подходами составляли 2–3 мин, 1ПМ при разгибании голени в настоящем исследовании обычно достигался в течение 3–4 попыток у всех участников. Все измерения выполняли на правой ноге, и все процедуры испытаний проводили под наблюдением одного исследователя.

Замеры артериального давления. Для самостоятельных замеров АД использовали метод самоконтроля СКАД, согласно клиническим рекомендациям, которые были разработаны экспертами Российского Медицинского Общества по артериальной гипертонии и утверждены на заседании пленума 28 ноября 2013 г. и профильной комиссии по кардиологии 29 ноября 2013 г. [24]. По правилам СКАД использовали традиционные автоматические тонометры для домашнего применения (*Omron* или *AND*, Япония), прошедшие сертификацию. Замеры АД проводили утром (с 7:00 до 8:00). Выполняя 3 измерения с интервалом не менее 1 мин на левой руке, все три показателя АД записывали в таблицу, средние значения заносили в архивный протокол.

Методы математической статистики. 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 описывали числом участников исследования средним арифметическим значение (*M*). Достоверность различий определяли по *t*-критерию Стьюдента для парных и непарных выборок. Различия считали статистически значимым при уровне ошибки $p < 0.05$. Также для проверки гипотезы возможного влияния уменьшения жировой прослойки под воздействием тренировок на снижение АД проводили двухфакторный дисперсионный анализ на предмет влияния высокоинтенсивной аэробной тренировки (ВИАТ) и величины изменения процента подкожно-жировой ткани (ПЖТ) на уровень АД. Уровень значимости статистических показателей считали достоверным при $p < 0.01$.

Протоколы физической активности. Спортсмены основной группы тренировались 120 дней (3 раза в нед.) по следующему протоколу: силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70–90% от 1ПМ, от 2 до 8 повторений в 3 подходах. Один цикл выполнения “подход + отдых, до полного восстановления” составлял 5 мин. Упражнения выполняли на все основные мышечные группы и включали в себя: жим штанги лежа, приседания со штангой, становая тяга, подъем штанги на бицепс, разгибание предплечий в кроссовере. После силового протокола была добавлена аэробная работа на велоэргометре, 7 высокоинтенсивных интервалов (на мощности педалирования 100% от МПК) по 2 мин и низкоинтенсивные интервалы продолжительностью 2 мин с ЧСС на уровне 85% от АнП. На ступенчатом тесте при эргоспирометрии зафиксировали мощность педалирования, при которой ЧСС спортсмена находилась на уровне 85% от АнП, поэтому давали рекомендацию опускать нагрузку до этой мощности работы. Время тренировочной сессии составляло 103 мин. Спортсмены основной группы тренировались 120 дней (3 раза в нед.) по следующему протоколу: силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70–90% от 1ПМ, от 2 до 8 повторений в 4 подходах. Один цикл выполнения “подход + отдых, до полного восстановления” составлял 5 мин. Упражнения выполняли на все основные мышечные группы и включали в себя: жим штанги лежа, приседания со штангой, становая тяга, подъем штанги на бицепс, разгибание предплечий в кроссовере. Время тренировочной сессии составляло 100 мин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку процент ПЖТ является лучшим предиктором АГ и заболеваний ССС [25], чем ИМТ, то в 1990 г. *T.B. VanItallie et al.* [18] предложили использовать индексы *FMI* и *FFMI* для более детальных антропометрических измерений. Позже *K.M. Rao et al.* показали, что $FMI \geq 6.6$ кг/м^2 хорошо коррелировал у мужчин с АГ [26]. Также для лучшей корреляции с АД и компонентами метаболического синдрома в 2016 г. *J. Park et al.* предложили использовать индекс *FMR*, который определяли, как отношение жировой массы тела к мышечной массе тела [19]. Позже в крупном популяционном обсервационном исследовании (34.182 мужчин и 32.647 женщин в возрасте 20 лет и старше) было показано, что индекс *FMR* хорошо коррелировал с АГ [27]. Антропометрические измерения спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий показали, что спортсмены имеют достаточно высокие показатели мышечной массы. Также атлеты вида спорта “Пауэрлифтинг” тяжелых весовых категорий, которые приняли участие в исследовании, имеют достаточно высокий процент ПЖТ. Для сравнения, спортсмены указанных видов спорта имеют

Таблица 2. Антропометрические характеристики гипертензивных спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий

Группа (n = 55)	ПЖТ (%)		ИМТ (кг/м^2)		*FMI* (кг/м^2)	
	0 дней	120 дней	0 дней	120 дней	0 дней	120 дней
Основная, n = 35	32.0 ± 3.1	29.6 ± 3.0*	34.6 ± 1.5	33.8 ± 1.5*	11.0 ± 1.0	10.0 ± 1.0*
Контрольная, n = 20	33.3 ± 4.5	33.5 ± 4.5	35.0 ± 2.2	35.3 ± 2.1	11.1 ± 1.2	11.0 ± 1.2

Примечание: * – статистически значимые различия сравниваемых показателей – $p < 0.05$.

Таблица 3. Антропометрические характеристики гипертензивных спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий

Группа (n = 55)	*FFMI* (кг/м^2)		*FMR* (кг)	
	0 дней	120 дней	0 дней	120 дней
Основная, n = 35	23.5 ± 1.6	23.8 ± 1.6	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1*
Контрольная, n = 20	23.7 ± 1.5	24.1 ± 1.5	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1

Примечание: обозначения см. табл. 2.

следующий процент ПЖТ: борцы (≤13%), борцы сумо (24.1–29.6%), футболисты (≤15%), дзюдоисты (17.4%), водное поло (18.1%), альпинисты (7.8–11.3%) [28]. Имеются данные, что спортсмены с повышенной жировой массой могут быть более склонны к метаболическим заболеваниям, получению травм, связанных с весом, по сравнению с другими спортивными группами и населением в целом, что приводит к сокращению продолжительности жизни на 10 лет [29]. Несколько мета-анализов показало, что ВИАТ может быть эффективным компонентом программ по управлению составом тела [30, 31]. Причем мета-анализ *R.B. Viana et al.* показал, что именно интервальная тренировка обеспечила на 28.5% большее снижение общей жировой массы тела (кг), чем равномерная аэробная тренировка (РАТ) [32]. В нашем исследовании за 120 дней вмешательства спортсмены достоверно понизили процент ПЖТ в основной группе на 2.6%, ИМТ на 0.7 кг/м^2, а *FMI* на 1.0 кг/м^2 (табл. 2). В контрольной группе изменения в этих показателях не были статистически значимыми.

Хорошо известно, что высокий ИМТ связан с ССЗ, а также с более высоким на 30% риском смертности от всех причин для каждого увеличения ИМТ на 5 кг/м^2 [33]. Соответственно любое снижение ИМТ приведет к профилактике ССЗ и увеличению продолжительности жизни. *F.B. Ortega et al.* [34] показали, что избыточная жировая масса тела была значительно связана со смертностью от ССЗ и других причин. Интересно, что *FFM* связан с повышенной вероятностью на 20% смертности от ССЗ. Позже *B.H. Colpitts et al.* [35] указали, что: 1) ИМТ является сильным предиктором развития метаболического синдрома и диабета; 2) внимание должно уделяться качеству мышц (росту окислительных способностей), а не большему *FFM*, чтобы предотвратить дальнейшие кардио-метаболические факторы риска. В нашем исследовании после 120 дней произошло увеличение *FFMI* в основной группе на 0.3 кг/м^2, а в контрольной на 0.4 кг/м^2, однако эти данные не были статистически значимыми (табл. 3). В основной группе достоверно произошло снижение FMR на 0.1 кг, а в контрольной группе это отношение осталось без изменения.

Аэробная работоспособность очень часто характеризуется МПК. МПК определяется как самая высокая скорость, с которой кислород может потребляться и использоваться организмом во время интенсивных упражнений. МПК используется как в спортивных, так и в медицинских целях в качестве детерминанты физической работоспособности, или в качестве показателя риска для здоровья и долголетия [36]. Многие исследователи отметили, что высокоинтенсивная работа аэробного характера (несмотря на короткий мышечный стимул) заставляет рекрутировать все мышечные волокна в рабочей мышце, что приводит к убедительным изменениям в митохондриальном аппарате всей активной мышцы и росту ее окислительных способностей [37, 38]. После 120 дней тренировок у спортсменов основной группы достоверно увеличились на АнП мощность работы и потребление кислорода на 22.7 и 14.5% соответственно (табл. 4 и 5). Также мощность работы и потребление кислорода на уровне МПК увеличились на 18.5 и 13.6% соответственно. В контрольной группе спортсменов не произошло никаких достоверных изменений окислительных способностей мышц.

Во время первого тестирования отмечалось снижение оксигенации в латеральной головке че-

Таблица 4. Показатели эргоспирометрии у спортсменов силовых видов спорта

Группа (n = 55)	Мощность на АнП (Вт/кг)			ПК на АнП (мл/кг/мин)		
	0 дней	120 дней	Δ	0 дней	120 дней	Δ
Основная, n = 35	2.2 ± 0.3	2.7 ± 0.3	0.5*	26.9 ± 2.5	30.8 ± 1.8	3.9*
Контрольная, n = 20	2.3 ± 0.2	2.2 ± 0.3	0.1	26.3 ± 3.2	25.8 ± 3.0	0.5

Примечание: Δ – разница сравниваемых показателей по группе. Остальные обозначения см. табл. 2.

Таблица 5. Показатели эргоспирометрии у спортсменов силовых видов спорта

Группа (n = 55)	Мощность на МПК (Вт/кг)			ПК на МПК (мл/кг/мин)		
	0 дней	120 дней	Δ	0 дней	120 дней	Δ
Основная, n = 35	2.7 ± 0.2	3.2 ± 0.2	0.5*	31.5 ± 2.5	35.8 ± 1.2	4.3*
Контрольная, n = 20	2.8 ± 0.2	2.7 ± 0.3	0.1	30.9 ± 2.8	31.3 ± 2.9	0.4

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

тырехглавой мышцы бедра в основной группе с 59.4 до 41.3% и в контрольной группе с 57.6 до 43.8% (табл. 6). После 120 дней тренировок в основной группе отмечается достоверное снижение оксигенации с 59.8 до 28.7% (на 31.1% по сравнению с 18.1% в начале исследования), в то время как в контрольной группе снижение оксигенации с 58.3 до 41.9% (на 16.4% по сравнению с 13.8% в начале исследования), что не было статистически значимым. По результатам исследования, можно отметить не только снижение оксигенации на 72%, но и увеличение мощности работы на уровне МПК и времени работы у участников основной группы. Можно предположить, что это говорит о повышении окислительной способности высокопороговых мышечных волокон (МВ) рабочих мышц, так как высокопороговые МВ получили возможность работать дольше и эффективнее, а это возможно только за счет увеличения митохондриального аппарата и капилляризации высокопороговых МВ.

Напротив, митохондриальная адаптация к тренировкам с отягощениями отмечает обратные результаты. Оригинальные исследования показали, что стимул, запускаемый такой тренировкой, вызывал большие изменения в уровнях миофибриллярного белка и гипертрофии МВ, но практически не наблюдалось изменений в митохондриальном содержимом мышц, приводя к понижению количества митохондрий на единицу площади растущего волокна. Эта адаптация является физиологически невыгодной, поскольку такое понижение митохондриального содержимого увеличивает диффузионное расстояние между капилляром и митохондрией, что может привести к ухудшению показателей выносливости и работоспособности [39]. В некоторых исследованиях сообщалось, что после тренировок с отягощениями неизменными были значения МПК [40], а также не менялись [41] или становились ниже в гипертрофированных мышцах такие параметры как: активность окислительных ферментов, плотность митохондрий и капилляров [42]. Через 120 дней программы физической реабилитации наблюдалось увеличение ППС четырехглавой мышцы бедра, что было статистически значимо на расстоянии 25 см от основания надколенника в контрольной и основной группе (табл. 7 и 8). Разница в гипертрофии четырехглавой мышцы бедра между группами была не достоверна.

Развитие мышечной силы подкрепляется сочетанием морфологических и нервных факторов, включая: ППС и архитектуру мышц, мышечную жесткость, набор двигательных единиц, синхро-

Таблица 6. Показатели оксигенации латеральной головки четырехглавой мышцы бедра у спортсменов силовых видов спорта

Группа (n = 55)	До исследования			После исследования			Δ, %
	SmO_2 начало	SmO_2 конец	Δ, %	SmO_2 начало	SmO_2 конец	Δ, %	
Основная, n = 35	59.4 ± 13.1	41.3 ± 12.3	18.1	59.8 ± 9.6	28.7 ± 8.3	31.1	72*
Контрольная, n = 20	57.6 ± 10.2	43.8 ± 11.7	13.8	58.3 ± 12.5	41.9 ± 10.6	16.4	19

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

Таблица 7. Площадь поперечного сечения (ППС) четырехглавой мышцы бедра у спортсменов основной группы

Название мышц	До исследования (см^2)	120 дней (см^2)	Δ
Rectus femoris	18.95 ± 1.52	24.58 ± 1.28	5.62*
Vastus medialis	9.37 ± 1.53	16.5 ± 1.43	7.12*
Vastus lateralis	42.77 ± 3.5	55.54 ± 3.49	12.76*
Vastus intermedius	23.41 ± 2.44	28.53 ± 2.43	5.12*

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

Таблица 8. Площадь поперечного сечения (ППС) четырехглавой мышцы бедра у спортсменов контрольной группы

Название мышц	До исследования (см^2)	120 дней (см^2)	Δ
Rectus femoris	21.32 ± 1.37	27.44 ± 1.35	6.12*
Vastus medialis	9.92 ± 1.41	16.33 ± 1.38	6.41*
Vastus lateralis	41.65 ± 3.8	54.88 ± 3.6	13.23*
Vastus intermedius	20.89 ± 3.18	27.43 ± 3.06	6.54*

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

низацию двигательных единиц и нервно-мышечное торможение [43]. Соответственно, регулярная периодическая практика/тренировка 1ПМ сводит на нет или, по крайней мере, уменьшает разницу в силе, вызванной любой силовой тренировкой (с тяжелой или легкой нагрузкой), что указывает на то, что большая часть различий в силе связана с практикой 1ПМ, которая улучшает нервно-мышечную адаптацию [44]. Однако мета-анализ *P. Androulakis-Korakakis et al.* показал, что выполнение одного подхода из 6–12 повторений с нагрузками в диапазоне 70–85% от 1ПМ, 2–3 раза в неделю до достижения волевого или кратковременного мышечного отказа в течение 8–12 нед., могут привести к значительному увеличению силы в жиме лежа и приседании со штангой у мужчин [45]. Участники основной группы тренировались на мощности педалирования 100% от МПК, что соответствует диапазону 80–85% от 1ПМ. Поэтому после 120 дней тренировочного воздействия достоверно произошло увеличение силы мышц, разгибающих правую голень на 6.5% в основной группе и в контрольной на 7.1% (табл. 9). Разница между группами не была статистически значимой.

Систематические обзоры и мета-анализы [46, 47] показали, что: 1) ВИАТ и РАТ обеспечили сопоставимое снижение АД в покое у взрослых с предварительно установленной АГ; 2) ВИАТ был связан с большим увеличением МПК по сравнению с РАТ; 3) ВИАТ приводит к значительному снижению ночного ДАД по сравнению с РАТ; 4) было обнаружено большее снижение дневного АД при ВИАТ по сравнению с РАТ. После 120 дней ВИАТ на велоэргометре произошло достоверное снижение АД у спортсменов основной группы: САД на 4.7%, ДАД на 5.6%. В контрольной группе изменения АД не были статистически значимыми (табл. 10). Известно, что снижение ДАД на 5 мм рт. ст. в течение 5 лет уменьшает на 34% риск возникновения инсульта и на 21% риск возникновения ишемической болезни сердца (ИБС). Снижение АД на 7.5–10 мм рт. ст. уменьшает случаи инсульта на 46–56% и заболеваемость ИБС на 29–37% [24].

В ходе дополнительно проведенного дисперсионного двухфакторного анализа было также рассмотрено влияние изменения процента ПЖТ на уровень АД (в дополнение к уже рассмотренному выше фактору наличия тренировки). По результатам анализа можно сделать вывод о существенном влиянии именно ВИАТ на снижение САД и ДАД для уровня значимости 0.001 (значимо при $p = 0.0000004$ и 0.00004 для САД и ДАД соответственно). Хорошо известно, что снижение массы тела, а также ИМТ или ПЖТ приводит к

Таблица 9. Оценка максимальной произвольной силы четырехглавой мышцы правого бедра у участников исследования

Группа (n = 55)	До исследования (кг)	После исследования (кг)	Δ
Основная, n = 35	119.6 ± 15.5	127.4 ± 15.0	7.8*
Контрольная, n = 20	125.2 ± 10.7	134.1 ± 9.5	8.9*

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

Таблица 10. Сравнительный анализ артериального давления (АД) у спортсменов силовых видов спорта

Группа (n = 55)	САД (мм рт. ст.)			ДАД (мм рт. ст.)		
	0 дней	120 дней	Δ	0 дней	120 дней	Δ
Основная, n = 35	159.1 ± 5.8	151.7 ± 4.9	7.4*	93.3 ± 7.3	85.9 ± 6.7	7.4*
Контрольная, n = 20	158.0 ± 6.1	156.1 ± 6.0	1.7	92.7 ± 5.1	94.1 ± 6.0	1.4

Примечание: обозначения см. табл. 2 и 4.

значимым изменениям АД, и достигнуть этого можно за счет диетических мероприятий без использования физической активности. Однако именно ВИАТ, вне снижения массы и изменения состава тела спортсмена, имеет лечебно-профилактический эффект для ССС.

Анализ и обобщение источников современной научной литературы, проводимые в базах: *eLibrary*, РИНЦ, *PubMed*, *Cochrane*, *Library*, *CINAHL*, *Web of Science*, *MEDLINE*, *SPORTDiscus* и *Scopus*, не обнаружили исследований, которые позволили бы ответить на ключевые вопросы, может ли ВИАТ создать первичные стимулы для гипертрофии скелетных мышц и способны ли мышцы увеличивать свои размеры и становиться сильнее при сохранении окислительных способностей. Наш тезис относительно способности циклической тренировки выше АнП вызывать гипертрофию рабочих мышц подтверждается рядом исследований [48–50], однако одновременный рост при этом окислительных способностей и реакция АД на такую тренировку в этих и аналогичных работах не изучалась. ВИАТ, как и силовая работа, рекрутирует аналогичные высокопороговые МВ и предоставляет мышцам стимулы для создания хронических физиологических адаптаций, как для кардиореспираторной работоспособности, так и для роста силы и мышечной гипертрофии [51], снижая АД. Поэтому такая высокоинтенсивная аэробная тренировка может быть рекомендована для профилактики и лечения ССЗ спортсменам силовых видов спорта.

ВЫВОДЫ

1. Физическая реабилитация спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ по предложенному протоколу способствовала достоверной коррекции состава тела этих лиц.

2. Физическая реабилитация спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ по предложенному протоколу способствовала достоверному увеличению ПК и мощности работы на МПК, а также снижению оксигенации латеральной головки четырехглавой мышцы бедра.

3. Физическая реабилитация спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ по предложенному протоколу способствовала достоверному увеличению ППС и силы четырехглавой мышцы бедра.

4. Физическая реабилитация спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ по предложенному протоколу способствовала достоверному снижению АД.

Требуются дальнейшие исследования в данной области.

Этические нормы. Все исследования проведены в соответствии с принципами биомедицинской этики, сформулированными в Хельсинкской декларации 1964 г. и ее последующих обновлениях, и одобрены локальным Этическим комитетом Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (Москва) от 26.10.2017, выписка из протокола № 5.

Информированное согласие. Каждый участник исследования представил добровольное письменное информированное согласие, подписанное им после разъяснения ему потенциальных рисков и преимуществ, а также характера предстоящего исследования.

Финансирование работы. Авторы сообщают, что не получали никакого финансирования и все затраты на исследование были личными вкладами авторов.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Berge H.M., Isern C.B., Berge E.* Blood pressure and hypertension in athletes: a systematic review // Br. J. Sports Med. 2015. V. 49. № 11. P. 716.
2. *De Matos L.D., Caldeira N.A., Perlingeiro P.S. et al.* Cardiovascular risk and clinical factors in athletes: 10 years of evaluation // Med. Sci. Sports Exerc. 2011. V. 43. № 6. P. 943.
3. *Schleich K.T., Smoot M.K., Ernst M.E.* Hypertension in Athletes and Active Populations // Curr Hypertens Rep. 2016. V. 18. № 11. P. 77.
4. *Alper B.S., Price A., van Zuuren E.J. et al.* Consistency of Recommendations for Evaluation and Management of Hypertension // JAMA Netw Open. 2019. V. 2. № 11. e1915975.
5. *Williams B., Mancia G., Spiering W. et al.* 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial

hypertension // J. Hypertens. 2018. V. 36. № 10. P. 1953.
6. *Whelton P.K., Carey R.M., Aronow W.S. et al.* 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA Guideline for the Prevention, Detection, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Adults: Executive Summary: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines // Hypertension. 2018. V. 71. № 6. P. 1269.
7. *Nerenberg K.A., Zarnke K.B., Leung A.A. et al.* Hypertension Canada's 2018 Guidelines for Diagnosis, Risk Assessment, Prevention, and Treatment of Hypertension in Adults and Children // Can. J. Cardiol. 2018. V. 34. № 5. P. 506.
8. *Gabb G.M., Mangoni A.A., Anderson C.S. et al.* Guideline for the diagnosis and management of hypertension in adults – 2016 // Med. J. Aust. 2016. V. 205. № 2. P. 85.
9. National Institute for Health and Care Excellence. Hypertension in adults: diagnosis and management. NICE Guideline 136. August, 2019. https://www.nice.org.uk/guidance/ng136
10. *Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. от имени экспертов.* Клинические рекомендации. Диагностика и лечение артериальной гипертонии // Системные гипертензии. 2019. Т. 16. № 1. С. 6.
Chazova I.E., Zhernakova Yu.V. on behalf of the experts. Clinical guidelines. Diagnosis and treatment of arterial hypertension // Systemic Hypertension. 2019. V. 16. № 1. P. 6.
11. *Weiner R.B., Wang F., Isaacs S.K. et al.* Blood pressure and left ventricular hypertrophy during American-style football participation // Circulation. 2013. V. 128. № 5. P. 524.
12. *Chobanian A.V., Bakris G.L., Black H.R. et al.* Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure // Hypertension. 2003. V. 42. № 6. P. 1206.
13. *Guo J., Zhang X., Wang L. et al.* Prevalence of Metabolic Syndrome and Its Components among Chinese Professional Athletes of Strength Sports with Different Body Weight Categories // PLoS One. 2013. V. 8. № 11. P. e79758.
14. *Pescatello L.S., Buchner D.M., Jakicic J.M. et al.* Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review // Med. Sci. Sports Exerc. 2019. V. 51. № 6. P. 1314.
15. *Börjesson M., Onerup A., Lundqvist S., Dahlöf B.* Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs // Br. J. Sports Med. 2016. V. 50. № 6. P. 356.
16. *Baar K.* Using molecular biology to maximize concurrent training // Sports Med. 2014. V. 44. № 2. P. 117.
17. *Murach K.A., Bagley J.R.* Skeletal Muscle Hypertrophy with Concurrent Exercise Training: Contrary Evidence for an Interference Effect // Sports Med. 2016. V. 46. № 8. P. 1029.
18. *VanItallie T.B., Yang M.U., Heymsfield S.B. et al.* Height-normalized indices of the body's fat-free mass and fat mass: potentially useful indicators of nutritional status // Am. J. Clin. Nutr. 1990. V. 52. № 6. P. 953.
19. *Park J., Kim S.* Validity of muscle-to-fat ratio as a predictor of adult metabolic syndrome // J. Phys. Ther. Sci. 2016. V. 28. № 3. P. 1036.
20. *Kouri E.M., Pope H.G., Jr., Katz D.L., Oliva P.* Fat-free mass index in users and nonusers of anabolic-androgenic steroids // Clin. J. Sport Med. 1995. V. 5. № 4. P. 223.
21. *Pallarés J.G., Morán-Navarro R., Ortega J.F. et al.* Validity and Reliability of Ventilatory and Blood Lactate Thresholds in Well-Trained Cyclists // PLoS One. 2016. V. 11. № 9. P. e0163389.
22. *Perrey S., Ferrari M.* Muscle Oximetry in Sports Science: A Systematic Review // Sports Med. 2018. V. 48. № 3. P. 597.
23. *Brzycki M.* Strength Testing–Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue // J. Phys. Health Educ. Recreat. Dance. 1993. V. 64. № 1. P. 88.
24. *Чазова И.Е., Ощепкова Е.В., Жернакова Ю.В. и др.* Клинические рекомендации диагностика и лечение артериальной гипертонии // Кардиологический Вестник. 2015. Т. 10. № 1. С. 3.
Chazova I.E., Oschepkova E.V., Zhernakova Yu.V. et al. Clinical guidelines. Diagnosis and treatment of arterial hypertension // J. Cardiology Bulletin. 2015. V. 10. № 1. P. 3.
25. *Wang Z., Zeng X., Chen Z. et al.* Association of visceral and total body fat with hypertension and prehypertension in a middle-aged Chinese population // J. Hypertens. 2015. V. 33. № 8. P. 1555.
26. *Rao K.M., Arlappa N., Radhika M.S. et al.* Correlation of Fat Mass Index and Fat-Free Mass Index with percentage body fat and their association with hypertension among urban South Indian adult men and women // Ann. Hum. Biol. 2011. V. 39. № 1. P. 54.
27. *Chen Y.Y., Fang W.H., Wang C.C. et al.* Fat-to-muscle ratio is a useful index for cardiometabolic risks: A population-based observational study // PLoS One. 2019. V. 14. № 4. P. e0214994.
28. *Jonnalagadda S.S., Skinner R., Moore L.* Overweight athlete: fact or fiction? // Curr. Sports Med. Rep. 2004. V. 3. № 4. P. 198.
29. *Saito K., Nakaji S., Umeda T. et al.* Development of predictive equations for body density of sumo wrestlers using B-mode ultrasound for the determination of subcutaneous fat thickness // Br. J. Sports Med. 2003. V. 37. № 2. P. 144.
30. *Keating S.E., Johnson N.A., Mielke G.I., Coombes J.S.* A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity // Obes. Rev. 2017. V. 18. № 8. P. 943.
31. *Wewege M., van den Berg R., Ward R.E., 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 // Obes. Rev. 2017. V. 18. № 6. P. 635.
32. *Viana R.B., Naves J.P.A., Coswig V.S. et al.* 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. V. 53. № 10. P. 655.
33. *Whitlock G., Lewington S., Sherliker P. et al.* Body-mass index and cause-specific mortality in 900000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies // Lancet. 2009. V. 373. № 9669. P. 1083.
34. *Ortega F.B., Sui X., Lavie C.J., Blair S.N.* 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. V. 91. № 4. P. 443.

35. *Colpitts B.H., Bouchard D.R., Keshavarz M. et al.* Does lean body mass equal health despite body mass index? // Scand. J. Med. Sci. Sports. 2020. V. 30. № 4. P. 672.
36. *Kodama S., Saito K., Tanaka S. et al.* Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women: a meta-analysis // JAMA. 2009. V. 301. № 19. P. 2024.
37. *Gibala M.J., Little J.P.* Physiological basis of brief vigorous exercise to improve health // J. Physiol. 2020. V. 598. № 1. P. 61.
38. *Maclnnis M.J., Gibala M.J.* Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity // J. Physiol. 2017. V. 595. № 9. P. 2915.
39. *Groennebaek T., Vissing K.* Impact of Resistance Training on Skeletal Muscle Mitochondrial Biogenesis, Content, and Function // Front. Physiol. 2017. V. 8. P. 713.
40. *Bishop D., Jenkins D.G., Mackinnon L.T. et al.* The effects of strength training on endurance performance and muscle characteristics // Med. Sci. Sport Exer. 1999. V. 31. № 6. P. 886.
41. *Green H., Goreham C., Ouyang J. et al.* Regulation of fiber size, oxidative potential, and capillarization in human muscle by resistance exercise // Am. J. Physiol. 1999. V. 276. № 2. P. 591.
42. *Tesch P.A., Thorsson A., Essen-Gustavsson B.* Enzyme activities of FT and ST muscle fibers in heavy-resistance trained athletes // J. Appl. Physiol. (1985). 1989. V. 67. № 1. P. 83.
43. *Suchomel T.J., Nimphius S., Bellon C.R., Stone M.H.* The Importance of Muscular Strength: Training Considerations // Sports Med. 2018. V. 48. № 4. P. 765.
44. *Morton R.W., Oikawa S.Y., Wavell C.G. et al.* Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men // J. Appl. Physiol. (1985). 2016. V. 121. № 1. P. 129.
45. *Androulakis-Korakakis P., Fisher J.P., Steele J.* The Minimum Effective Training Dose Required to Increase 1RM Strength in Resistance-Trained Men: A Systematic Review and Meta-Analysis // Sports Med. 2020. V. 50. № 4. P. 751.
46. *Costa E.C., Hay J.L., Kehler D.S. et al.* 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 Med. 2018. V. 48. № 9. P. 2127.
47. *Way K.L., Sultana R.N., Sabag A. et al.* 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. V. 22. № 4. P. 385.
48. *Harber M.P., Konopka A.R., Undem M.K. et al.* Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men // J. Appl. Physiol (1985). 2012. V. 11. № 9. P. 1495.
49. *Hudelmaier M., Wirth W., Himmer M. et al.* Effect of exercise intervention on thigh muscle volume and anatomical cross-sectional areas-Quantitative assessment using MRI // Magn. Reson. Med. 2010. V. 64. № 6. P. 1713.
50. *Nuell S., Illera-Domínguez V.R., Carmona G. et al.* Hypertrophic muscle changes and sprint performance enhancement during a sprint-based training macrocycle in national-level sprinters // Eur. J. Sport Sci. 2020. V. 20. № 6. P. 793.
51. *Steele J., Butler A., Comerford Z. et al.* Similar acute physiological responses from effort and duration matched leg press and recumbent cycling tasks // PeerJ. 2018. V. 6. P. e4403.

High-Intensity Interval Aerobic Work for Athletes of Power Sports with Arterial Hypertension: a Randomized Controlled Trial

A. B. Miroshnikov[a], *, A. V. Smolensky[a], A. D. Formenov[a]

[a]*Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism (GTSOLIFK), Moscow, Russia*

**E-mail: benedikt116@mail.ru*

Hypertension is a frequent diagnosis in athletes of power sports, heavy weight categories. Purpose – to assess how high-intensity aerobic work affects body composition, blood pressure, oxidative abilities, hypertrophy and working muscle strength in power sports athletes with arterial hypertension. Examination and physical rehabilitation were performed in 55 hypertensive representatives of power sports, heavy weight categories, comparable in age, gender and main clinical manifestations. Athletes were randomized into two groups: the main group (n = 35) and the control group (n = 20). The main group athletes trained 120 days (3 times a week) on a bicycle ergometer according to the high-intensity interval protocol, and the control group participants trained 120 days (3 times a week) according to their traditional power protocol. The tasks set in the work were carried out using the following methods: interrogation, examination, threefold measurement of blood pressure, bioimpedance analysis and calculation of body composition indices, gasometric analysis, measurement of oxygenation level of muscle tissue, ultrasonographic measurements of the anatomical cross-sectional area of the quadriceps femoris, assessment of the maximum arbitrary strength quadriceps femoris and methods of mathematical statistics. After 120 days of training, there was a decrease in oxygenation by 72%, an increase in power and working time at the level of maximum oxygen consumption and an increase in the cross-sectional area of the quadriceps femoris in athletes of the main group. Athletes of the main group experienced a significant decrease in blood pressure: systolic blood pressure by 4.7%, diastolic blood pressure by 5.6%. The protocol we developed for the physical rehabilitation of power sports athletes allows us to effectively and safely affect body composition, hypertrophy, oxidizing abilities of working muscles and blood pressure.

Keywords: arterial hypertension, physical rehabilitation, powerlifting, aerobic work, interval method, sports medicine.