

На правах рукописи

Мирошников Александр Борисович

**МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ АЭРОБНОГО ХАРАКТЕРА ДЛЯ
СПОРТСМЕНОВ СИЛОВЫХ ВИДОВ СПОРТА С АРТЕРИАЛЬНОЙ
ГИПЕРТЕНЗИЕЙ**

14.03.11 – Восстановительная медицина,
спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Москва – 2022

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» (РГУФКСМиТ)

Научный консультант:

Смоленский Андрей Вадимович - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины «Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» (РГУФКСМиТ)

Официальные оппоненты:

Гаврилова Елена Анатольевна - доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой лечебной физкультуры и спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северо-Западный государственный Медицинский университет имени И. И. Мечникова» министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБОУ ВО СЗГМУ им. И.И. Мечникова Минздрава России)

Корягина Юлия Владиславовна - доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий Федерального государственного бюджетного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства»

Шварц Юрий Григорьевич - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии лечебного факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет им. В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр спортивной медицины и реабилитации» ФМБА России

Защита диссертации состоится «___» _____ 2022 года в _____ часов на заседании диссертационного совета Д 850.019.01 при Государственном автономном учреждении здравоохранения города Москвы «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы» по адресу: 105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГАУЗ МНПЦ МР ВСМ ДЗМ (105120, г. Москва, ул. Земляной вал, д. 53) и на сайте <http://cmrvsm.ru>

Автореферат разослан « _____ » _____ 2022 года

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук

Рожкова Елена Анатольевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Артериальная гипертензия, или «тихий убийца» (silent killer) – диагноз, при котором в результате высокого АД увеличиваются риски развития основных ССЗ (WHO, 2013; Kearney P., 2005). Высокое АД не только повышает риск развития ССЗ (Козьмин-Соколов Н. Б., 2017, Sesso H., 2000), но и является основной причиной смерти и инвалидности во всем мире (Чазова И.Е., 2018; Lim S., 2012). Хорошо известно, что гипертензия уносит около 7 миллионов человеческих жизней ежегодно (Fagard R.H., 2012). В современной популяции наблюдается значительная распространенность артериальной гипертензии (АГ), например, по данным Американского Колледжа Кардиологов и Американской Ассоциации Сердца распространённость АГ у американцев на 2017 г. составила 46% (Atasoy S., 2019); в России распространённость АГ среди мужчин в некоторых регионах достигает 47%, а среди женщин повышенное АД встречается у 40% (Чазова И.Е., 2015). Если рассмотреть, как часто встречается АГ среди молодежи, то в Италии, например, у молодых людей до 35 лет 11% респондентов врачи уже поставили диагноз гипертензия (Bruno R., 2016), а в развитых странах повышенное АД встречается у юных мужчин в диапазоне 14 - 21% в возрасте от 20 до 29 лет и от 30 до 39 лет, соответственно (Kearney P., 2005). Эффективность снижающих АД препаратов хорошо изучена (Karmali K., 2016), однако мета-анализ Naci и его коллег (в который вошло 391 РКИ) показал, что и физическая активность подобным образом снижает повышенное АД без явных побочных эффектов (Naci H., 2018). Кроме того, предыдущие мета-анализы показали, что физическая активность эффективна в коррекции следующих факторов риска ССЗ: уменьшает окружность талии, ИМТ и ЖМТ, повышает чувствительность к инсулину, улучшает гликированный гемоглобин, снижает уровень триглицеридов в сыворотке, увеличивает ЛПВП и понижает АД (Murtagh E., 2015; Chudyk A., 2011; Kelley G., 2006; Kodama S., 2007; Pescatello L.S., 2019; Cornelissen V.A., 2013). Поэтому ожидалось, что из-за приверженности к регулярным тренировкам и здоровому образу жизни у спортсменов распространённость АГ будет ниже, чем у населения в целом. И действительно, в исследовании Caselli и соавторов (2.040 спортсменов в возрасте 25±6 лет, 64% мужчин, Олимпийские виды спорта) было зарегистрировано всего 3% распространённости гипертензии (Caselli S.; 2017). Однако, по-видимому, существуют виды спорта, в которых процент распространения АГ достаточно высок, например, в исследовании Karpinos и соавторов (Karpinos A.; 2013) было показано, что распространённость гипертензии была выше среди спортсменов, занимающихся американским футболом (19,2%), чем у спортсменов других видов спорта (7%). Эти данные дополняют Weiner и соавторы, утверждая, что 47% спортсменов, занимающихся американским футболом, имеют предгипертензию и 14% - гипертензию 1 стадии. Причем среди

футболистов наблюдалось значительное увеличение распространенности концентрической гипертрофии ЛЖ (31%) и изменение массы ЛЖ коррелировало с сезонным изменением САД (Weiner R., 2013). Также Longhurst и соавторы в 1997 г. одни из первых указали на повышенное АД и уязвимость ССС спортсменов силовых видов спорта (Longhurst J., 1997). Позже многие исследователи отмечали, что высокий уровень АД часто встречается во время предварительного скрининга ССС у таких спортсменов (Berge H., 2015, Leddy J., 2009). Что касается спортсменов силовых видов спорта (без учета весовой категории), то частота повышенного АД составляет 21,2% (Вольнов Н.И., 1958). Общая распространенность гипертонии среди атлетов силовых видов спорта тяжелой весовой категории Китая, по данным Guo и соавторов (Guo J., 2013) - 55,4% (у 49,5% спортсменов была легкая и умеренная гипертензия, и у 5,9% - тяжелая АГ). Таким образом, существует очевидный парадокс между ожидаемой и зарегистрированной распространенностью гипертонии в спортивной популяции силовых видов спорта. Недавний мета-анализ Cornelissen и соавторов (Cornelissen V.A.; 2013) показал, что регулярная физическая активность аэробного характера снижает АД у людей с гипертонической болезнью и способствует снижению факторов риска ССЗ. В своем историческом обзоре по силовому тренингу Kraemer и соавторы (Kraemer W.J.; 2017) показали, что тренеры и ученые, наблюдая и изучая влияние аэробной работы на гипертрофию рабочих мышц (важную составляющую часть спортсменов силовых видов спорта), после работ Hickson (Hickson R.C.; 1980) и позже Dudley (Dudley G.A.; 1985), провели четкую демаркационную линию и разделение тренировочных методов на силовой тренинг (strength training) и тренинг выносливости (endurance training). Несмотря на объективную доказательную базу пользы аэробной работы для профилактики и лечения ССЗ, в теории и практике силовых видов спорта устоялась ложная модель, что аэробная работа понижает поперечник рабочих мышц, а работа с отягощениями — увеличивает. Таким образом аэробная работа, мощнейший инструмент для профилактики и лечения ССЗ и АГ, полностью отсутствует в тренировочных методах спортсменов силовых видов спорта.

Степень разработанности темы исследования

Мета-анализы и РКИ указывают на эффективность методов и средств применения аэробной работы в качестве лечения и профилактики ССЗ и АГ (Nordengen S., 2019; Blond M.B., 2019; Campbell W.W., 2019). Существует множество методик и средств аэробной работы, однако, в какой мере эффективно каждое средство или методика регулярной физической активности аэробного характера у спортсменов силовых видов спорта тяжелой весовой категории, изучено мало. Дальнейшего изучения требует влияние высокоинтенсивной циклической работы аэробного характера на геометрию сердца, уровни АД,

гипертрофию рабочих скелетных мышц и силовые показатели у спортсменов силовых видов спорта тяжелой весовой категории с АГ.

Поиск научной литературы в базах: eLibrary, РИНЦ, PubMed, Cochrane Library, CINAHL, Web of Science, MEDLINE, SPORTDiscus и Scopus не обнаружил разработанные прогностические уравнения для спортсменов силовых видов спорта тяжелой весовой категории, которые позволяют определить АИП и МПК (важные триггеры окислительного метаболизма).

В большинстве работ, посвященных влиянию аэробной работы на организм человека, не установлена взаимосвязь между окислительными способностями скелетных мышц, уровнем АД и приверженностью к неспецифичным тренировочным модальностям. Таким образом, большое количество вопросов о возможности включения циклической работы аэробного характера для коррекции ССЗ диктуют необходимость проведения новых РКИ по данной теме. На основании анализа проблемной ситуации, данных литературных источников и запросов спортивных биологов и врачей, а также тренеров-преподавателей силовых видов спорта, были поставлены цель и задачи исследования.

Цель исследования – разработать и научно обосновать систему физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Задачи исследования

1. Разработать аллометрические уравнения для прогнозирования частоты сердечных сокращений на анаэробном пороге и мощности работы на максимальном потреблении кислорода для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий.
2. Разработать систему физической реабилитации для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией в подготовительном периоде годичного макроцикла.
3. Выявить качественные и количественные изменения показателей состава тела после применения разработанной системы физической реабилитации у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.
4. Установить эффективность влияния разработанной системы физической реабилитации на окислительные способности спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.
5. Определить степень влияния разработанной системы физической реабилитации на силовые показатели и гипертрофию рабочих скелетных мышц у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.
6. Оценить эффективность применения разработанной системы физической реабилитации для коррекции артериального давления и геометрии сердца

спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

7. Исследовать влияние разработанной системы физической реабилитации на поведенческие факторы, связанные с введением неспецифичной физической активности спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Научная новизна

Впервые разработана и научно обоснована система физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, включающая в себя сочетанное применение высокоинтенсивной интервальной аэробной работы и тренировок с отягощениями, которая понижает уровни артериального давления аналогично стандартным системам. Доказано, что применение разработанной системы физической реабилитации аналогично стандартным системам снижает жировую и увеличивает обезжиренную массу тела у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, но при этом затрачивается на 38% меньше времени.

Показано, что разработанная система физической реабилитации на 10% эффективнее стандартных программ повышает потребление кислорода на анаэробном пороге и максимальное потребление кислорода, а также на 4,8% снижает оксигенацию рабочих мышц у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Установлено, что разработанная система физической реабилитации не имеет эффекта интерференции, способствует мышечной гипертрофии и увеличивает силовые показатели на 13,5% эффективнее чем стандартные методики у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Впервые разработаны прогностические уравнения для определения мощности работы на уровне максимального потребления кислорода и частоты сердечных сокращений и на анаэробном пороге (данные уравнения помогут избежать дорогостоящего, утомительного, болезненного и неспецифичного тестирования спортсменов силовых видов спорта), которые будут использоваться в регулярной коррекции протокола аэробной работы.

Впервые применяется разработанный опросник по приверженности к неспецифичной высокоинтенсивной аэробной работе, который показывает, что приверженность к высокоинтенсивной интервальной работе у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией выше, по сравнению с традиционной системой тренировок.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в научно-теоретическом обосновании применения высокоинтенсивной интервальной аэробной работы на

фоне силовой для физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Полученные данные формируют теоретическую платформу для разработки новых стратегий физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией с помощью неспецифичной для этих видов спорта аэробной работы, что позволит оптимизировать медико-биологическое обеспечение атлетов на различных этапах тренировочной деятельности. Полученные результаты исследования дополняют научные знания в области спортивной и восстановительной медицины, помогают решить научную проблему адаптации к нагрузкам различной модальности, а также укрепляют знания о связи «качества мышц» со здоровьем спортсмена.

Практическая значимость работы

Впервые разработана система физической реабилитации для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, которую можно использовать в процессе подготовки спортсменов. Данная система понижает уровни артериального давления, при этом не имеет эффекта интерференции для роста мышц и силы. Данная система может быть использована в спортивной практике, в работе врачей спортивной медицины и специалистов лечебной физической культуры, а также внедрена в практику учреждений лечебно-физкультурной службы и фитнес-центров с медицинской лицензией.

Разработан и внедрен в практику спортивной медицины опросник приверженности к неспецифичной аэробной работе для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Разработаны и внедрены в практику спортивной медицины прогностические уравнения для определения мощности работы на уровне максимального потребления кислорода и частоты сердечных сокращений на анаэробном пороге, помогающие избежать дорогостоящего, утомительного, болезненного и неспецифичного тестирования спортсменов силовых видов спорта.

Методология и методы исследования

Организовано и проведено рандомизированное контролируемое исследование, позволившее научно обосновать эффективность применения системы физической реабилитации (аэробная работа на фоне силовой) у квалифицированных спортсменов силовых видов спорта (пауэрлифтинг, тяжелая атлетика, бодибилдинг) тяжелых весовых категорий (≥ 95 кг), возраст 18 - 40 лет с артериальной гипертензией.

Теоретическую и методологическую основу настоящего исследования составили рекомендации известных экспертов в области физической реабилитации больных гипертонической болезнью (Головунина И.С., 2010; Носкова А.С., 2008; Berge H.M., 2015; Bertani R.F., 2018; Borjesson M., 2016; Caselli S., 2017; Casonatto J., 2016; Cavalcante P.A., 2015; Cornelissen V.A., 2013; Costa E.C., 2018; Grace F.,

2018; Naci H., 2019; Pescatello L.S., 2019) и современных специалистов по манипулированию методологическими переменными силовой тренировки и тренировок с отягощениями (American College of Sports Medicine, 2009; Davies T., 2016; Fisher J., 2013; Grgic J., 2017-2019; Kraemer W.J., 2002-2020; Ralston G.W., 2017; Schoenfeld B.J., 2013-2019; Steele J., 2017-2021; Vargas S., 2019).

Эмпирическую базу работы составили результаты рандомизированных контролируемых исследований, проведенных в период с января 2017 г. по май 2019 г. и включавших в себя 4 этапа.

Для анализа литературы использовали основные принципы доказательной медицины, где в приоритете мета-анализы и систематические обзоры РКИ, клинические РКИ и большие когортные исследования. Также использовали теоретические и экспериментальные методы изучения организма спортсменов (технологии нагрузочного тестирования (эргоспирометрия), измерение уровня оксигенации мышц, антропометрические методы и биоимпедансометрия, ультразвуковое исследование сердца и мышц, функциональное тестирование силовых показателей). Применяли методы математической статистики (тест Колмогорова-Смирнова, тест Фридмана, post hoc тест с поправкой Бонферрони, попарный t-тест, для разработки прогностических уравнений использовались принципы регрессионного анализа).

Исследование было проведено в соответствии со стандартами Хельсинкской декларации, Женевской декларацией Всемирной Медицинской Ассоциации (Declaration of Geneva of the World Medical Association), Международного Кодекса Медицинской Этики (International Code of Medical Ethics) и клиническими стандартами.

Положения, выносимые на защиту

1. Характер адаптации мышечного аппарата к выполнению физической работы разной направленности у спортсменов силовых видов спорта связан с изменениями в качестве мышц (смещением мышечных волокон в гликолитическую или окислительную биоэнергетику), что сказывается на артериальном давлении спортсменов тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.
2. Разработанная система физической реабилитации не имеет эффекта интерференции для роста мышц и силы, а также улучшает качество мышц (окислительный метаболизм), что приводит к снижению артериального давления и регрессу гипертрофии миокарда левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий.
3. Разнонаправленные тренировочные модальности (равномерная аэробная или высокоинтенсивная интервальная аэробная работа) по-разному влияют на приверженность к физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией.

Степень достоверности результатов исследования

Степень достоверности результатов исследования обеспечивается корректными технологиями планирования научных исследований, значительным числом наблюдений (в исследовании приняли участие 238 спортсменов, у которых проведен анализ первичной медицинской документации), обоснованным выбором информативных методов исследования (рандомизированное контролируемое исследование), обработки данных, сравнительно-сопоставительного и статистического анализа (методы описательной статистики, параметрические и непараметрические критерии, корреляционный анализ), что позволяет получить достоверные результаты и оценить влияние разработанной системы физической реабилитации на показатели состава тела, скелетных мышц, геометрии сердца и артериального давления; разработать прогностические уравнения для прогнозирования частоты сердечных сокращений на уровне анаэробного порога и мощности работы на максимальном потреблении кислорода для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий, которые помогут упростить коррекцию нагрузки аэробного протокола физической реабилитации.

Апробация работы

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на: III Международном Конгрессе "Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина", Москва, 2017; IV Международном Конгрессе "Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина", Москва, 2018; Международном научно-практическом конгрессе «Научно-педагогические школы в сфере физической культуры и спорта», посвященного 100-летию ГЦОЛИФК, Москва, 2018; VIII Международном Форуме кардиологов и терапевтов, Москва, 2019; VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием "Лечебная физическая культура и спортивная медицина: достижения и перспективы развития", посвященной 50-летию кафедры спортивной медицины, Москва, 2019; XIII Российской научной конференции с международным участием «Реабилитация и вторичная профилактика в кардиологии», Нижний Новгород, 2019; VII Всероссийской конференции с международным участием «Наука для фитнеса-2019», Москва, 2019; V Международном конгрессе и выставке "Физиотерапия. Лечебная физкультура. Реабилитация. Спортивная медицина", Москва, 2019; XII международном симпозиуме по спортивной медицине и реабилитологии под эгидой Первого МГМУ им. И.М. Сеченова, Москва, 2019; IV Всероссийской научно-практической конференции Российского кардиологического общества «Нижегородская зима», посвященной 100-летию Приволжского исследовательского медицинского университета кардиологического форума «Практическая кардиология: достижения и перспективы», Нижний Новгород, 2020; V Юбилейной Всероссийской научно-практической конференции Российского кардиологического общества с

международным участием «Нижегородская зима», Кардиологический форум «Практическая кардиология: достижения и перспективы», Нижний Новгород, 2021; V Всероссийской научно-практической конференции «Современные аспекты санаторно-курортного лечения, медицинской реабилитации и спортивной медицины», Сочи-Ессентуки, 2021.

Диссертация апробирована на заседании кафедры спортивной медицины РГУФКСМиТ (протокол №7 от 17.11. 2021 г.).

Внедрение в практику

Результаты диссертационной работы внедрены в практическую деятельность Международного центра охраны здоровья (г. Москва), в сеть фитнес-центров с медицинской лицензией «Encore Fitness» (г. Москва), в велнес-клуб с медицинской лицензией «Pride Wellness Club» (Жуковка), а также педагогическую деятельность Института Традиционных Систем Оздоровления (ИТСО) и Лицея «Учёный Фитнес» (г. Москва).

Личный вклад автора

Диссертационная работа является результатом 7-ми летних наблюдений и исследований. Лично автором была сформулирована основная идея работы, обоснованы цель и задачи, определена методология исследования на основании обзора современной литературы, обобщение и всесторонний анализ полученных результатов. В процессе подготовки и написания текста автором был проведен систематический поиск в 6 научных базах исследований по теме диссертаций, после была проанализирована отечественная и зарубежная литература, отражающая актуальное состояние изучаемой проблемы, проведена статистическая обработка полученных данных, сформулированы выводы. Также автором были сформулированы основные положения, выносимые на защиту, научная новизна и практические рекомендации. Лично автором была разработана система физической реабилитации и опросник по приверженности к неспецифической физической активности для спортсменов силовых видов спорта. Для решения ряда вопросов на различных этапах работы были привлечены отдельные специалисты по профилю исследования, в связи с чем автор выражает им глубокую признательность и искреннюю благодарность.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Область диссертационного исследования включает комплексный многоаспектный анализ закономерностей в оценке влияния сочетанного применения высокоинтенсивной интервальной аэробной работы и силовой тренировки на здоровье сердечно-сосудистой системы спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, что соответствует пункту 2 («Изучение механизмов действия лечебных физических факторов на адаптивную саморегуляцию функций с учетом специфики воздействия и состояния функциональных резервов организма человека в целях

создания новых системно-аналитических, психофизиологических и информационных технологий и методов лечения больных, профилактики заболеваний, медицинской реабилитации») и пункту 5 («Разработка вопросов организации и оптимизации санаторно-курортного обеспечения, оздоровления и медицинской реабилитации на базе современных оздоровительных, профилактических и лечебно-восстановительных технологий») паспорта специальности 14.03.11 «Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 39 научных работ, в том числе 21 работа опубликована в журналах, рекомендуемых ВАК, 5 работ опубликованы в международных журналах, включенных в базы Web of Science и Scopus. Патент РФ на изобретение «Способ реабилитации спортсмена силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией» № 2019129678 от 20.09.2019.

Объем и структура диссертации

Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и практических рекомендаций. Текст изложен на 255 страницах, содержит 47 таблиц, 30 рисунков. Список литературы состоит из 412 источников (22 опубликованы на русском языке и 390 на английском).

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Скрининг атлетов силовых видов спорта проходил на базе кафедры «Спортивная медицина» и НИИ Спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма (ГЦОЛИФК)» (РГУФКСМиТ), с января 2017 г. по май 2019 г. Перед началом работы была проведена этическая экспертиза и получено разрешение этического комитета ФГБОУ ВО «РГУФКСМиТ» (протокол заседания №5 от 26.10.2017 г.). Все обследуемые подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании согласно Хельсинкской декларации.

В первичном скрининге приняли участие 645 представителей силовых видов спорта (тяжелая атлетика, пауэрлифтинг, бодибилдинг), имеющих спортивную квалификацию КМС, МС, МСМК в возрасте $31,0 \pm 5,2$ года за период с 2017 по 2019 гг. В исследовании приняли участие 238 представителей силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ. Спортсмены были рандомизированы на основные группы и контрольные. В основные группы вошло 178 человек (тяжелая атлетика (n=45), пауэрлифтинг (n=70), бодибилдинг (n=63)). В контрольные группы вошло 60 человек (тяжелая атлетика (n=20), пауэрлифтинг (n=20), бодибилдинг (n=20)).

Мы руководствовались рекомендациям Европейского общества кардиологов по спортивной кардиологии, согласно которым немедикаментозные меры рассматриваются как первый шаг в лечении гипертензии у спортсменов, включают ограничение потребления соли и алкоголя, сокращение массы тела (если возможно), сбалансированную диету. Индивидуальный график тренировок должен быть дополнен аэробными упражнениями. Если изменения образа жизни через 3 месяца не приводят к снижению АД (САД > 140 мм. рт.), следует назначить прием антигипертензивных препаратов.

В связи с положительной динамикой АД спортсменам основных групп медикаментозное лечение не назначалось. Спортсменам контрольных групп после исследования рекомендовалось обратиться к врачу для дополнительной диагностики и назначения медикаментозной терапии. Спортсмены на время реабилитации были не допущены к соревнованиям. Исследования проводились в IV этапа (рис. 1).



Рисунок 1. Схема проведения исследования

Критерии включения:

1. Спортсмены (мужчины) силовых видов спорта, тяжелых весовых категорий;
2. Возраст от 18 до 40 лет;
3. Стаж занятий спортом более 3 лет;
4. САД >130 мм.рт.ст.; ДАД >85 мм.рт.ст.;
5. Отсутствие острых воспалительных и/или хронических заболеваний, которые могли бы повлиять на результаты исследования.

Критерии не включения:

1. Возраст менее 18 и более 40 лет;
2. Стаж занятий спортом менее 3 лет;
3. САД <130 мм.рт.ст.; ДАД <85 мм.рт.ст.;
4. острые воспалительные и/или хронические заболевания, которые могли бы повлиять на результаты исследования.

Критерии исключения: нарушение комплаентности исследования.

Разработка программы, протоколов и методов РКИ осуществлялась на основе современных концепций и правил доказательной медицины, которые использовались в соответствии с поставленной целью и задачами данной работы, а также с учетом рекомендаций известных экспертов в области физической реабилитации больных с АГ и современных специалистов по манипулированию методологическими переменными силовой тренировки и тренировок с отягощениями. Для выполнения поставленной цели исследования использовались следующие методы:

Антропометрия и расчет индексов

Антропометрические исследования включали в себя определение роста, массы тела, ЖМТ, ОМТ (биоимпедансный анализ состава тела проводили прибором «Медасс» АВС-01 (Россия)). Включение индексов антропометрии в исследование проводился с учетом их связи с АГ и ССЗ. Рассчитывались следующие индексы: ИМТ, FMI, FFMi и FMR.

Ультрасонографические измерения четырехглавой мышцы бедра

У всех участников были проведены ультрасонографические измерения: 1) толщины четырехглавой мышцы бедра; 2) анатомической ППС четырехглавой мышцы бедра до внедрения тренировочного протокола, а также после 180 дней эксперимента. Измерения проводились с помощью ультразвуковой визуализации М-режима с линейным датчиком 4,9–13,0 МГц длиной сканирующей поверхности 49 мм и шириной 17 мм (модель Vivid 7 Dimension/Vivid 7 PRO, General Electric) на расстоянии 25 см проксимально от основания надколенника по передней, передневнутренней и передненаружной поверхности бедра.

Функциональное тестирование

а) Функциональное тестирование для разработки прогностических уравнений. Тестирование состояло из динамических замеров ЧСС для определения реакции

ССС на мышечную деятельность, а также «Ступенчатого теста» на велоэргометре для определения ЧСС на уровне АНП и мощности педалирования на МПК.

b) Эргоспирометрия. Тест выполняли с повышающейся нагрузкой при скорости педалирования 75 оборотов в минуту до отказа на велоэргометре «MONARK 839 E» (Monark AB, Швеция). Газометрический анализ проводили с использованием газоанализатора «CORTEX» (Meta Control 3000, Германия). В результате тестирования определяли: потребление кислорода на АНП и МПК, мощность работы на МПК и ЧСС на АНП.

c) Измерение уровня оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра. Измерение уровня оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра проводили с помощью системы «Моху Monitor» (США). Крепление инфракрасного датчика «Моху» осуществлялось на латеральную головку четырёхглавой мышцы бедра правой ноги в месте вхождения нерва.

d) Оценка максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра. Оценка максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра была выполнена с помощью теста на 1ПМ, используя односуставное упражнение разгибание голени, сидя в тренажёре (HOIST RS-1401, США).

Трансторакальная эхокардиография. Трансторакальная эхокардиография проводилась на аппаратах Aloka 3500 (Япония), кардиологическим секторным датчиком с частотой 3,5 Mhz с использованием В- и М-режимов, импульсноволнового, цветного и тканевого доплера. После полученных данных геометрии сердца рассчитывали: ММЛЖ, ИММЛЖ, и ОТСЛЖ.

Опрос приверженности к нетрадиционной физической активности. Спортсмены на протяжении 180 дней раз в месяц заполняли модифицированный опросник по приверженности к физической активности. Для создания опросника приверженности был использован принцип Morisky и соавторов, который был специально разработан для пациентов с АГ.

Метод измерения и контроля артериального давления в домашних условиях. АД измерялось самостоятельно с помощью автоматических или полуавтоматических бытовых измерителей АД (прошедших сертификацию) в утренние часы (с 7:00 до 8:00).

Методы математической статистики. Статистический анализ результатов исследования выполнялся при помощи пакета программ *Statistica 13.3*. Проверка соответствия исходных данных закону нормального распределения была проверена тестом Колмогорова-Смирнова. Данные представлены в виде среднего значения и стандартного отклонения. Для выявления значимых изменений был проведен многофакторный дисперсионный анализ с повторениями 3*3*2 по факторам «режим» (НПТ/МІСТ/RT), «вид спорта» (бодибилдинг/пауэрлифтинг/тяжелая атлетика), «время» (до/после). Для выявления значимых изменений по исследуемому критерию

“Приверженность” с непараметрическими данными был проведен тест Фридмана. После выявления значимого влияния факторов или их взаимодействия, для определения попарных значимых различий проведен *post hock* тест с поправкой Бонферрони. Для подтверждения внутригрупповых различий по фактору «время» до/после (0/60 60/120 120/180 и 0/120), был проведен попарный t-тест. Значимость установлена на уровне $p \leq 0,05$. В описании приведены результаты апостериорных тестов в порядке убывания по статистически значимому вкладу фактора/взаимодействия факторов в изменчивость отклика. Для разработки прогностических уравнений использовались принципы регрессионного анализа.

Система физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией. Система физической реабилитации состояла из двух методик (аэробная работа на фоне силовой), выполняемых 6 месяцев (72 занятия, 3 раза в неделю). Система также включала в себя регулярные ретесты (в конце каждого месяца) на велоэргометре для корректировки нагрузки в аэробном протоколе физической реабилитации.

Участники исследования тренировались по следующим протоколам:

Контрольные группы RT (ББ, ПЛ, ТА): работа с отягощениями 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 минут. Упражнения выполнялись на все основные мышечные группы и включали в себя: жим штанги лежа, приседания со штангой на спине, становая тяга, сгибание предплечий со штангой, разгибание предплечий в тренажере. Согласно систематическому обзору (Santos C.S.,2021) данный протокол соответствует традиционному методу тренировок с отягощениями. Время тренировочной сессии составляло 100 минут.

Основные группы НШТ (ББ, ПЛ, ТА): силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70-90% от 1ПМ, от 2 до 8 повторений в 3 подходах. Методика выполнения силовой тренировки была идентична с контрольными группами. После силового протокола была добавлена аэробная работа на велоэргометре, 7 высокоинтенсивных интервалов (на мощности педалирования 100% от МПК) по 2 минуты и низкоинтенсивные интервалы с ЧСС на уровне 85% от АНП продолжительностью 2 минуты. На ступенчатом тесте при эргоспирометрии была зафиксирована мощность педалирования, при которой ЧСС спортсмена находилась на уровне 85% от АНП, поэтому давалась рекомендация снижать нагрузку до этой мощности работы. Время тренировочной сессии составляло 103 минуты.

Основные группы МСТ (ББ, ПЛ, ТА): силовая работа в 5 упражнениях с весом отягощения 70-90% от 1ПМ, от 2 до 8 повторений в 3 подходах для упражнения жим штанги лежа и в 2-х подходах для остальных упражнений. Методика выполнения силовой тренировки была идентична с контрольными

группами. После силового протокола была добавлена равномерная аэробная работа на велоэргометре продолжительностью 45 минут с интенсивностью 60-80% от мощности педалирования на МПК, согласно рекомендациям, Американского Колледжа Спортивной Медицины 2019 г. для людей с АГ. Время тренировочной сессии составляло 100 минут.

В конце каждого месяца спортсменам основных групп проводили ступенчатый тест на велоэргометре корректировки нагрузки в аэробном протоколе физической реабилитации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Общие характеристики спортсменов основных и контрольной групп отображены в таблицах 1,2 и 3.

Таблица 1 – Характеристика спортсменов-бодибилдеров основных и контрольной групп

Показатели	ББ _{НПТ} (n=33)	ББ _{МСТ} (n=30)	ББ _{РТ} (n=20)
Масса тела (кг)	104,6±5,0	105,8±5,0	105,1±3,4
ИМТ (кг/м ²)	33,0±2,5	34,7±1,9	33,8±2,4
ОМТ (кг)	85,1±4,7	86,5±4,8	86,3±3,7
САД (мм.рт.ст.)	157,9±5,1	158,3±6,3	159,9±5,5
ДАД (мм.рт.ст.)	96,1±4,8	97,4±5,3	96,2±3,5
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	113,6±12,4	116,2±8,8	110,8±12,5
ОТС _{ЛЖ} (см)	0,34±0,01	0,33±0,01	0,34±0,01

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; САД - систолическое артериальное давление; ДАД - диастолическое артериальное давление; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ББ – бодибилдинг; НПТ - high-intensity interval training; МСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training

Таблица 2 – Характеристика спортсменов-пауэрлифтеров основных и контрольной групп

Показатели	ПЛ _{НПТ} (n=35)	ПЛ _{МСТ} (n=35)	ПЛ _{РТ} (n=20)
Масса тела (кг)	105,3±5,3	106,2±5,9	104,9±6,7
ИМТ (кг/м ²)	34,5±1,6	36,6±1,7	35,0±3,1
ОМТ (кг)	69,6±3,0	69,7±2,1	70,3±7,4
САД (мм.рт.ст.)	159,1±5,8	157,6±5,7	158,0±6,1
ДАД (мм.рт.ст.)	93,2±7,4	94,9±6,2	92,7±5,1
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	129,6±16,4	125,3±17,6	126,1±20,3
ОТС _{ЛЖ} (см)	0,46±0,02	0,45±0,01	0,45±0,01

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; САД - систолическое артериальное давление; ДАД - диастолическое артериальное давление; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ПЛ – пауэрлифтинг; НПТ - high-intensity interval training; МСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Таблица 3 – Характеристика спортсменов-тяжелоатлетов основных и контрольной групп

Показатели	ТА _{НПТ} (n=23)	ТА _{МІСТ} (n=22)	ТА _{РТ} (n=20)
Масса тела (кг)	106,3±4,6	105,6±1,1	105,7±1,9
ИМТ (кг/м ²)	32,4±2,3	33,0±2,5	31,6±2,0
ОМТ (кг)	80,6±3,9	79,7±1,9	78,9±2,1
САД (мм.рт.ст.)	158,8±2,2	159,2±2,5	157,9±2,3
ДАД (мм.рт.ст.)	101,3±3,3	99,4±2,5	98,5±2,3
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	127,6±12,7	130,1±4,7	131,5±7,7
ОТС _{ЛЖ} (см)	0,43±0,02	0,44±0,01	0,45±0,02

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; САД - систолическое артериальное давление; ДАД - диастолическое артериальное давление; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ТА – тяжелая атлетика; НПТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Результаты I этапа исследования

На I этапе исследования проводилось изучение распространенности АГ у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий. На этом этапе было обследовано 645 представителей силовых видов спорта (219 бодибилдеров, 221 пауэрлифтеров и 205 тяжелоатлетов), при этом 238 (37%) из которых имели повышенное АД. Процент распространенности АГ от общего числа обследуемых составил: бодибилдинг – 12,9%; пауэрлифтинг – 14%, тяжелая атлетика – 10,1%. Процент распространенности АГ от общего числа обследуемых в конкретном виде спорта составил: бодибилдинг – 37,9%; пауэрлифтинг – 40,7%, тяжелая атлетика – 31,7%. При этом среднее значение АД при обследовании составило: бодибилдинг - САД=158,5±5,6 мм.рт.ст; ДАД=96,6±4,7 мм.рт.ст; пауэрлифтинг – САД=158,2±5,8 мм.рт.ст; ДАД=93,7±6,5 мм.рт.ст; тяжелая атлетика – САД=158,7±2,4 мм.рт.ст; ДАД=99,8±3,0 мм.рт.ст.

Результаты II и III этапа исследования

Были проведены несколько пилотных исследований, результаты которых согласуются с предыдущими данными, взятыми из литературных источников о том, что симультанная силовая и аэробная работа могут задействовать одни и те же высокопороговые ДЕ, особенно для аэробных упражнений, которые имеют мощность работы > 90% от МПК. Мы показываем, что любая циклическая работа, выполненная с большой интенсивностью, может активировать высокопороговые ДЕ, тем самым создавая стимулы для мышечной гипертрофии. Результаты двух наших пилотных исследований совпадают с результатами мета-анализа (Bonafiglia J.T., 2021): короткие высокоинтенсивные интервальные аэробные упражнения не обладают преимуществом в отношении повышения МПК по сравнению с равномерной аэробной работой. Поэтому для роста окислительных способностей

скелетных мышц требуется увеличить высокоинтенсивные интервалы до 2 и более минут, а время интервальной тренировки должно составлять более 15 минут.

Прогностические уравнения для определения мощности работы на уровне максимального потребления кислорода

В результате тестирования и последующих расчетов было получено линейное уравнение, имеющее следующий вид:

$$N = K + \sum (x_i a_i),$$

где N – мощность педалирования на МПК (Вт), K – расчетная константа, равная – 13198,5, x_i – измеряемые параметры, a_i – соответствующие им коэффициенты, отраженные в таблице 4.

Использование данной формулы позволило с высокой точностью предсказать мощность педалирования на велотренажере у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий, для которых известны параметры, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Таблица коэффициентов прогностического уравнения

№ n/n	Измеряемый параметр, x_i	Коэффициент, a_i
1	Возраст, лет	–2,4796
2	Масса тела, кг	–61,8319
3	Длина тела, см	72,5073
4	ЧСС покоя, уд·мин ⁻¹	–2,06978
5	ЧСС стоя, уд·мин ⁻¹	4,98485
6	ЧСС ходьбы через 1 мин, уд·мин ⁻¹	–4,99115
7	ЧСС ходьбы через 2 мин, уд·мин ⁻¹	1,01815
8	ЧСС восстановления, стоя через 1 мин, уд·мин ⁻¹	–3,63076
9	ЧСС восстановления, стоя через 2 мин, уд·мин ⁻¹	1,9998
10	ИМТ, кг·м ⁻²	86,0692
11	FMI, кг·м ⁻²	135,138
12	FFMI, кг·м ⁻²	137,308
13	Тренировочный стаж, лет	2,73814

Примечание: ЧСС – частота сердечных сокращений; ИМТ – индекс массы тела; FMI (Fat Mass Index) - индекс жировой массы; FFMI (Fat Free Mass Index) - индекс обезжиренной массы.

Коэффициент корреляции между прогнозируемым значением параметра и измеренной прямым методом мощностью педалирования на уровне МПК составил 0,905 ($p < 0,05$).

Прогностические уравнения для определения частоты сердечных сокращений на анаэробном пороге.

В результате тестирования и последующих расчетов было получено линейное уравнение, имеющее следующий вид:

$$N = K + \sum (x_i a_i),$$

где N – ЧСС на уровне АНП (уд·мин⁻¹), K – расчетная константа, равная – 439.461, x_i – измеряемые параметры, a_i – соответствующие им коэффициенты, отраженные в таблице 5.

Использование данной формулы позволило с высокой точностью предсказать ЧСС анаэробного порога на велотренажере у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий, для которых известны параметры, приведенные в таблице 5. Коэффициент корреляции между прогнозируемым значением параметра и измеренным прямым методом ЧСС на АНП составил 0,91 ($p < 0,01$)

Таблица 5 – Таблица коэффициентов прогностического уравнения

№ n/n	Изменяемый параметр, x_i	Коэффициент, a_i
1	Возраст, лет	0,572527
2	Масса тела, кг	1,8989
3	Длина тела, см	-1,75578
4	ИМТ, кг·м ⁻²	- 6,55852
5	ОМТ, кг	- 0,207105
6	АКМ, кг	0,118884
7	СММ, кг	- 0,780083
8	ЖМТ, %	0,125714
9	ОТС _{ЛЖ} , см	71,6347
10	КДО _{ЛЖ} , мл	0,362298

Примечание: ИМТ – индекс массы тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; АКМ - активная клеточная масса; СММ - скелетно-мышечная масса; ЖМТ – жировая масса тела; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; КДО_{ЛЖ} – конечный диастолический объем левого желудочка.

Антропометрические характеристики спортсменов силовых видов спорта в процессе физической реабилитации

Спортсмены силовых видах спорта тяжелых весовых категорий, принявшие участие в исследовании, имели ИМТ в среднем $33,8 \pm 1,4$ кг/м², что соответствует по классификации Кетле ожирению первой степени. После 180 дней физической реабилитации применение систем НПТ и МСТ позволило достоверно снизить массу тела у участников исследования вне зависимости от видов спорта (табл. 6,7,8) в среднем на $4,2$ (4%) $\pm 0,9$ кг и $3,9$ (3,7%) $\pm 0,9$ кг соответственно ($p \leq 0,01$) и ИМТ на $1,3$ кг/м² ($p < 0,05$).

Согласно крупному РКИ ($n = 10.744$) снижение массы тела на $\geq 2,5$ кг является клинически значимым и достаточным, чтобы снизить частоту ССЗ и смертность (Caterson I.D., 2012). Так как при увеличении ИМТ у мужчин на 65% повышается риск возникновения гипертензии (Liu R.,2021), то любое уменьшение ИМТ приведет к снижению АД, профилактике ССЗ и увеличению продолжительности жизни.

Спортсмены-бодибилдеры, принявшие участие в исследовании, в среднем имели ЖМТ $18,3 \pm 0,4\%$, что соответствует привычному диапазону ЖМТ для этого вида спорта в межсезонье. Так как не существует единой классификации и соответственно эталонных значений процента ЖМТ в разных видах спорта, то мы сравниваем спортсменов-бодибилдеров с неактивными людьми. Согласно классификации, Bray (Bray G.A., 1993), спортсмены-бодибилдеры, принявшие участие в исследовании, соответствуют категории «Норма». Спортсмены-пауэрлифтеры, принявшие участие в исследовании, в среднем имели ЖМТ $33,7 \pm 0,5\%$, что соответствует категории «Ожирение».

Таблица 6 - Динамика антропометрических показателей спортсменов-бодибилдеров

Показатели антропометрии		Группы (N=83)		
		ББ _{НИТ} (n=33)	ББ _{МІСТ} (n=30)	ББ _{РТ} (n=20)
ИМТ (кг/м ²)	1	33,0±2,5	34,7±1,9	33,8±2,4
	2	31,7±2,3	33,4±1,9	34,6±2,6
	Δ	-1,3*	-1,3*	+0,8
ЖМТ (%)	1	18,6±2,0	18,3±2,1	17,9±2,5
	2	12,2±2,0	12,5±1,9	18,5±2,4
	Δ	-6,4**	-5,8**	+0,6
ОМТ (кг)	1	85,1±4,7	86,5±4,8	86,3±3,7
	2	88,1±4,7	89,1±4,6	87,8±3,9
	Δ	+3,0*	+2,6*	+1,5
FMI (кг/м ²)	1	6,2±0,8	6,4±0,9	6,0±0,9
	2	3,9±0,7	4,2±0,8	6,4±0,8
	Δ	-2,3**	-2,2**	+0,4
FFMI (кг/м ²)	1	26,9±2,1	28,3±1,6	27,7±2,3
	2	27,8±2,1	29,2±1,5	28,2±2,4
	Δ	+0,9	+0,9	+0,5
FMR	1	0,2±0,03	0,2±0,03	0,2±0,04
	2	0,1±0,03	0,1±0,03	0,2±0,04
	Δ	-0,1**	-0,1**	-----

Примечание: 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; *– статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$; ИМТ – индекс массы тела; ЖМТ – жировая масса тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; FMI - fat mass index; FFMI - fat free mass index; FMR - fat-to-muscle ratio; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Спортсмены-тяжелоатлеты, принявшие участие в исследовании, в среднем имели ЖМТ $24,9 \pm 0,5\%$, что соответствует категории «Избыточный вес». Две системы физической реабилитации НИТ и МІСТ показали, что спустя 180 дней регулярного их применения происходит снижение ЖМТ в среднем на $1,0 \pm 0,2\%$ в

месяц. После 180 дней физической реабилитации (согласно классификации, Bray) спортсмены-бодибилдеры и тяжелоатлеты групп НИТ и МІСТ стали соответствовать категории «Норма», а спортсмена-пауэрлифтеры оставались в категории «Ожирение». Хорошо известно, что процент ЖМТ лучше выявляет людей с ожирением по сравнению с ИМТ или массой тела, однако Международное Общество Клинической Денситометрии (International Society for Clinical Densitometry (ISCD)) предложило использовать FMI в качестве альтернативного метода для определения категорий жировых отложений (Petak S., 2013). Согласно классификации, ISCD спортсмены-бодибилдеры (принявшие участие в исследовании), имеющие в среднем FMI=6,2±0,2 кг/м² относились к нижней границе категории «избыток жира».

Таблица 7 - Динамика антропометрических показателей спортсменов-пауэрлифтеров

Показатели антропометрии		Группы (N=90)		
		ПЛ _{НИТ} (n=35)	ПЛ _{МІСТ} (n=35)	ПЛ _{RT} (n=20)
ИМТ (кг/м ²)	1	34,5±1,6	36,6±1,7	35,0±3,1
	2	33,1±1,7	35,4±1,6	35,7±2,7
	Δ	-1,4**	-1,2**	+0,7
ЖМТ (%)	1	33,7±4,4	34,2±3,7	33,3±4,5
	2	27,8±2,6	28,2±3,3	33,6±4,3
	Δ	-5,9**	-6,0**	+0,3
ОМТ (кг)	1	69,6±3,0	69,7±2,1	70,0±7,4
	2	73,0±3,5	73,4±2,2	71,1±6,9
	Δ	+3,4**	+3,7**	+1,1
FMI (кг/м ²)	1	11,6±1,6	12,5±1,5	11,6±1,5
	2	9,2±1,0	10,0±1,2	11,9±1,3
	Δ	-2,4**	-2,5**	+0,3
FFMI (кг/м ²)	1	22,8±1,9	24,1±1,6	23,4±3,0
	2	24,0±1,6	25,4±1,6	23,7±2,8
	Δ	+1,2**	+1,3**	+0,3
FMR	1	0,5±0,1	0,5±0,1	0,5±0,1
	2	0,4±0,1	0,4±0,1	0,5±0,1
	Δ	-0,1**	-0,1**	-----

Примечание: 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; *– статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,05$; ** - при $p < 0,01$; ИМТ – индекс массы тела; ЖМТ – жировая масса тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; FMI - fat mass index; FFMI - fat free mass index; FMR - fat-to-muscle ratio; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; RT - resistance training.

У спортсменов-пауэрлифтеров средний FMI по группам составил 11,9±0,5 кг/м², что соответствовало категории «Ожирение класс I», а у спортсменов-

тяжелоатлетов средний FMI по группам составил $8,0 \pm 0,1$ кг/м², что соответствовало категории «Избыток жира». После 180 дней физической реабилитации в сравнительном анализе по изменениям FMI участники групп НИТ (ББНИТ, ПЛНИТ и ТАНИТ) и МІСТ (ББМІСТ, ПЛМІСТ и ТАМІСТ) достоверно уменьшили жировой индекс аналогично на $2,3$ кг/м² ($p < 0,01$), что составило статистически значимую разницу с участниками контрольных групп RT (ББРТ, ПЛРТ и ТАРТ). Соответственно, по окончании физической реабилитации (согласно классификации, ISCD) спортсмены-бодибилдеры групп НИТ и МІСТ стали соответствовать категории «Норма», спортсмена-пауэрлифтеры группы НИТ приблизились к нижней границы категории «Ожирение класс I», а спортсмена-пауэрлифтеры группы МІСТ также продолжали оставаться в этой же категории.

Таблица 8 – Динамика антропометрических показателей спортсменов-тяжелоатлетов

Показатели антропометрии		Группы (N=65)		
		ТАНИТ (n=23)	ТАМІСТ (n=22)	ТАРТ (n=20)
ИМТ (кг/м ²)	1	32,4±2,3	33,0±2,5	31,6±2,0
	2	31,2±2,3	31,7±2,4	32,4±2,1
	Δ	-1,2	-1,3	+0,8
ЖМТ (%)	1	24,7±1,5	24,5±1,3	25,4±1,4
	2	18,7±1,4	18,4±1,1	26,5±1,5
	Δ	-6,0**	-6,1**	+1,1
ОМТ (кг)	1	80,0±3,9	79,7±1,9	78,9±2,1
	2	83,0±4,1	82,6±1,8	79,6±2,3
	Δ	+3,0*	+2,9*	+1,4
FMI (кг/м ²)	1	8,0±0,8	8,1±0,6	8,0±0,7
	2	5,8±0,7	5,8±0,5	8,6±0,7
	Δ	-2,2**	-2,3**	+0,6
FFMI (кг/м ²)	1	24,4±1,7	25,0±2,1	23,6±1,6
	2	25,3±1,8	25,9±2,1	23,8±1,6
	Δ	+0,9	+0,9	+0,2
FMR	1	0,3±0,03	0,3±0,02	0,3±0,03
	2	0,2±0,02	0,2±0,02	0,4±0,03
	Δ	-0,1**	-0,1**	+0,1*

Примечание: 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; *– статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$; ИМТ – индекс массы тела; ЖМТ – жировая масса тела; ОМТ – обезжиренная масса тела; FMI - fat mass index; FFMI - fat free mass index; FMR - fat-to-muscle ratio; ТА – тяжелая атлетика; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; RT - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации спортсмены-тяжелоатлеты групп НИТ и МІСТ стали соответствовать категории «Норма». Результаты семи крупных

когортных исследований демонстрируют противоположные данные об отношении ЖМТ и ОМТ и смертности (Sedlmeier A.M., 2021). Избыточная жировая масса связана с повышенным риском смертности, тогда как высокая ОМТ снижает риск смертности. Данные когортные исследования показывают, что именно состав тела предоставляет важную прогностическую информацию о риске смертности, которую не дает ИМТ. Таким образом, учет как жировой, так и ОМТ должен представлять первостепенный интерес исследователей при оценке рисков возникновения ССЗ. После 180 дней физической реабилитации в группах НПТ и МІСТ произошел больший рост ОМТ/FFMI, чем в контрольных группах RT.

Возможно это потому, что гипертрофия скелетных мышц может сопровождаться тремя типами гипертрофий: а) гипертрофия соединительной ткани; б) миофибриллярная гипертрофия; в) саркоплазматическая гипертрофия. Рост ОМТ, определяемый с помощью биоимпедансометрии или денситометрии, не может дифференцировать за счет какой именно гипертрофии произошел рост обезжиренной массы тела. Одновременный рост мышечной массы и снижение жирового компонента при сочетанном применении аэробной и силовой тренировки подтверждается данными недавнего мета-анализа (Morze J.,2021) в который вошло 32 РКИ (n=4,774 людей с ожирением). Разница между контрольными группами RT (ББ_{RT}, ПЛ_{RT} и ТА_{RT}) и группами НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) в росте ОМТ, в среднем составила 1,8 кг и была статистически значимой. В сравнительном анализе по изменениям FFMI в группах ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ} в среднем этот индекс увеличился на $1,0 \pm 0,2$ кг/м², разница между группами не была статистически значимой. Также после 180 дней вмешательства FFMI в группах ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ} в среднем увеличился на $1,0 \pm 0,2$ кг/м², разница между группами не была статистически значимой. В контрольных группах ББ_{RT}, ПЛ_{RT} и ТА_{RT} в среднем FFMI увеличился на $0,5 \pm 0,2$ кг/м², разница между группами не была статистически значимой. После 180 дней вмешательства по увеличению FFMI группы НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) статистически не отличались. 180 дневная физическая реабилитация привела к статистически значимому снижению FMR у участников основных групп. После 180 дней вмешательства по коррекции FMR группы НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) статистически не отличались. Разница между контрольными группами RT (ББ_{RT}, ПЛ_{RT}) и группами НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) в среднем составила 0,1 (p < 0,01). Разница между контрольной группой ТА_{RT} и группами НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) в среднем составила 0,2 (p < 0,01). Подводя итоги влияния систем физической реабилитации НПТ и МІСТ на состав тела участников исследования можно сделать вывод, что обе системы НПТ и МІСТ хорошо зарекомендовали себя в коррекции ИМТ, ЖМТ, FMI и FMR у всех спортсменов силовых видов спорта (бодибилдинг,

пауэрлифтинг, тяжелая атлетика). Также не было отмечено эффекта интерференции для общей ОМТ после применения систем физической реабилитации НИТ и МІСТ. Напротив, симультанная работа по разработанным системам лучше увеличивает ОМТ и FFMI.

Динамика изменения показателей эргоспирометрии и оксигенации мышц

Перед началом кардиореабилитации спортсмены-бодибилдеры всех групп (ББ_{НИТ}, ББ_{МІСТ}, ББ_{РТ}), принявших участие в исследовании, имели достоверную разницу в потреблении кислорода на АНП и МПК в сравнении со спортсменами-пауэрлифтерами и тяжелоатлетами. Возможно это потому, что бодибилдеры регулярно используют аэробную работу в межсезонье, в отличие от спортсменов-пауэрлифтеров и тяжелоатлетов. В сравнительном анализе (табл.9) после 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло повышение потребления кислорода на АНП на 0,5 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ББ_{МІСТ} (p < 0,01). Также разница в повышении потребления кислорода на АНП была между группой ББ_{НИТ} и группой ББ_{РТ}, которая составила 7,7 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, а между группой ББ_{МІСТ} и группой ББ_{РТ} 7,2 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01). После 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло повышение МПК на 0,5 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ББ_{МІСТ} (p < 0,05). Также разница в повышении МПК была между группой ББ_{НИТ} и группой ББ_{РТ}, которая составила 7,4 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01), а между группой ББ_{МІСТ} и группой ББ_{РТ} 6,9 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01).

Таблица 9 - Показатели эргоспирометрии спортсменов-бодибилдеров

Группа (N=83)	О ₂ на АНП (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)			МПК (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ББ _{НИТ} (n=33)	25,6±1,3	33,7±1,0	8,1**	34,1±4,7	41,8±3,1	7,7**
ББ _{МІСТ} (n=30)	25,4±1,2	33,0±1,0	7,6**	32,7±4,2	39,9±3,6	7,2**
ББ _{РТ} (n=20)	24,8±1,1	25,2±0,8	0,4	33,9±4,5	34,2±4,5	0,3

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при p < 0,01; Δ – разница показателей до и после исследования; АНП – анаэробный порог; МПК – максимальное потребление кислорода; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства (табл.10) в группе ПЛ_{НИТ} произошло повышение потребления кислорода на АНП на 0,5 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ПЛ_{МІСТ} (p < 0,05). Также была статистически значимая разница в повышении потребления кислорода на АНП была между группой ПЛ_{НИТ} и группой ПЛ_{РТ}, которая составила 7,9 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01), а между группой ББ_{МІСТ} и группой ББ_{РТ} 7,4 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01). После 180 дней вмешательства в

группе ПЛ_{НИТ} произошло повышение МПК на 0,9 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ПЛ_{МИСТ} (p < 0,01). Также статистически значимая разница в повышении МПК была между группой ПЛ_{НИТ} и группой ПЛ_{РТ}, которая составила 9,3 мл·кг⁻¹·мин⁻¹, а между группой ПЛ_{МИСТ} и группой ПЛ_{РТ} 8,4 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01).

Таблица 10 - Показатели эргоспирометрии спортсменов-пауэрлифтеров

Группа (N=90)	АнП (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)			МПК (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ПЛ _{НИТ} (n=35)	24,0±1,5	32,4±0,8	8,4**	31,5±1,2	41,3±0,9	9,8**
ПЛ _{МИСТ} (n=35)	24,6±1,6	32,5±1,3	7,9**	31,9±1,7	40,8±1,4	8,9**
ПЛ _{РТ} (n=20)	25,1±1,3	25,6±1,0	0,5	32,1±1,5	32,6±1,3	0,5

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при p < 0,01; Δ – разница показателей до и после исследования; АнП – анаэробный порог; МПК – максимальное потребление кислорода; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Также, после 180 дней вмешательства (табл.11) в группе ТА_{НИТ} произошло повышение потребления кислорода на АнП на 0,9 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ТА_{МИСТ} (p < 0,01).

Таблица 11 - Показатели эргоспирометрии спортсменов-тяжелоатлетов

Группа (N=65)	АнП (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)			МПК (мл·кг ⁻¹ ·мин ⁻¹)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ТА _{НИТ} (n=23)	24,5±0,9	33,1±0,5	8,6**	31,7±1,2	40,9±0,6	9,2**
ТА _{МИСТ} (n=22)	24,2±0,8	31,9±0,4	7,7**	31,3±1,3	39,6±1,0	8,3**
ТА _{РТ} (n=20)	24,1±0,8	24,3±0,7	0,2	31,5±1,4	31,7±1,3	0,2

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при p < 0,01; Δ – разница показателей до и после исследования; АнП – анаэробный порог; МПК – максимальное потребление кислорода; ТА – тяжелая атлетика; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Разница в повышении потребления кислорода на АнП также наблюдалась между группой ТА_{НИТ} и группой ТА_{РТ}, и составила 8,4 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01), а также между группой ТА_{МИСТ} и группой ТА_{РТ} 7,5 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ (p < 0,01). После 180 дней вмешательства в группе ТА_{НИТ} произошло повышение МПК на 0,9 мл·кг⁻¹·мин⁻¹ по сравнению с группой ТА_{МИСТ} (p < 0,05). Также разница в повышении

МПК была между группой ТАНПТ и группой ТАРТ, она составила $9,0 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ ($p < 0,01$), а между группой ТАМІСТ и группой ТАРТ $8,1 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{мин}^{-1}$ ($p < 0,01$).

После 180 дней физической реабилитации (табл.12) произошло повышение потребления кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра в группе ББНПТ и в группе ББМІСТ на 14,4% и 10,1% соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ББРТ повысилось потребление кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра на 0,2% ($p > 0,05$). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ББНПТ произошло снижение оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра на 4,3% по сравнению с группой ББМІСТ ($p < 0,01$), в конце ступенчатого теста на велоэргометре. Разница в снижении оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра между группами ББНПТ, ББМІСТ и группой ББРТ составила 14,2% и 9,9% соответственно ($p < 0,01$).

Таблица 12 - Показатели оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-бодибилдеров

Группа (N=83)	До исследования			После исследования		
	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ
ББНПТ (n=33)	57,8±6,0	37,9±5,6	19,9	57,5±6,4	23,2±3,6	34,3**
ББМІСТ (n=30)	58,9±7,9	40,6±8,1	18,3	58,8±8,1	30,4±5,9	28,4**
ББРТ (n=20)	59,2±5,8	40,5±6,1	18,7	58,1±5,9	39,2±6,2	18,9

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,01$; ББ – бодибилдинг; НПТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; RT - resistance training; SmO₂ - muscle oxygen saturation.

Также, после 180 дней физической реабилитации (табл.13) произошло повышение потребления кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра в группе ББНПТ и в группе ББМІСТ на 14,4% и 10,1% соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ББРТ повысилось потребление кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра на 0,2% ($p > 0,05$). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ББНПТ произошло снижение оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра на 4,3% по сравнению с группой ББМІСТ ($p < 0,01$), в конце ступенчатого теста на велоэргометре. Разница в снижении оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра между

группами ББ_{НИТ}, ББ_{МИСТ} и группой ББ_{РТ} составила 14,2% и 9,9% соответственно ($p < 0,01$).

Таблица 13 - Показатели оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-пауэрлифтеров

Группа (N=90)	До исследования			После исследования		
	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ
ПЛ _{НИТ} (n=35)	59,4±8,2	41,3±7,3	18,1	59,5±8,2	23,9±8,2	35,6**
ПЛ _{МИСТ} (n=35)	58,2±7,1	40,8±7,6	17,4	58,5±6,9	28,8±6,4	29,7**
ПЛ _{РТ} (n=20)	57,6±7,4	43,8±7,2	17,1	57,7±7,5	38,4±5,7	19,3

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,01$; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training; SmO₂ - muscle oxygen saturation.

После 180 дней физической реабилитации (табл.14) произошло повышение потребления кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра в группе ТА_{НИТ} и в группе ТА_{МИСТ} на 16,7% и 11,7% соответственно ($p < 0,01$).
Таблица 14 - Показатели оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-тяжелоатлетов

Группа (N=65)	До исследования			После исследования		
	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ	SmO ₂ (%) начало	SmO ₂ (%) конец	Δ
ТА _{НИТ} (n=23)	59,0±6,6	38,9±6,4	20,1	59,1±6,7	22,3±6,7	36,8**
ТА _{МИСТ} (n=22)	58,5±7,1	39,7±8,1	18,8	59,0±6,9	28,5±6,9	30,5**
ТА _{РТ} (n=20)	58,5±7,2	40,1±7,2	18,4	58,6±7,4	39,9±7,4	18,7

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,01$; ТА – тяжелая атлетика; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training; SmO₂ - muscle oxygen saturation.

В контрольной группе ТА_{РТ} повысилось потребление кислорода латеральной головкой четырёхглавой мышцы бедра на 0,3% ($p > 0,05$). В сравнительном анализе

после 180 дней вмешательства в группе ТАНПТ произошло снижение оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра на 5,0% по сравнению с группой ТАМСТ ($p < 0,01$), в конце ступенчатого теста на велоэргометре. Статистически значимая разница в снижении оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра между группами ТАНПТ, ТАМСТ и группой ТАРТ составила 16,4% и 11,4% соответственно ($p < 0,01$).

В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства участники групп НПТ (ББНПТ, ПЛНПТ и ТАНПТ) и МСТ (ББМСТ, ПЛМСТ и ТАМСТ) отличались по снижению оксигенации латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра на 4,8% ($p < 0,01$). Разница между контрольными группами РТ (ББРТ, ПЛРТ и ТАРТ) и группами НПТ (ББНПТ, ПЛНПТ и ТАНПТ) и МСТ (ББМСТ, ПЛМСТ и ТАМСТ) в среднем составила 15,3% и 10,5% соответственно ($p < 0,01$).

Динамика площади поперечного сечения четырехглавой мышцы бедра спортсменов силовых видов спорта

После 180 дней вмешательства (табл.15) в группе ББНПТ произошло увеличение ППС промежуточной широкой мышцы бедра (vastus intermedius) на 0,39 см² по сравнению с группой ББМСТ ($p < 0,01$). Разница в увеличении ППС промежуточной широкой мышцы бедра между группой ББРТ и ББНПТ составила 0,17 см² ($p > 0,01$), а между группой ББРТ и ББМСТ 0,56 см² ($p < 0,01$).

Таблица 15 - Показатели площади поперечного сечения четырехглавой мышцы бедра спортсменов-бодибилдеров

Название мышц		Группы (N=83)		
		ББНПТ (n=33)	ББМСТ (n=30)	ББРТ (n=20)
Rectus Femoris (см ²)	1	19,62±1,4	19,87±1,8	19,64±1,6
	2	21,11±1,2	20,90±1,7	21,30±1,3
	Δ	1,49**	1,03*	1,66**
Vastus medialis (см ²)	1	9,91±1,2	9,89±1,3	9,91±1,2
	2	11,72±1,0	11,05±1,2	11,96±1,1
	Δ	1,81**	1,16**	2,05**
Vastus Lateralis (см ²)	1	43,60±2,5	43,40±2,7	43,81±2,7
	2	46,89±2,1	45,59±2,5	45,73±2,5
	Δ	3,29**	2,19**	1,92*
Vastus intermedius (см ²)	1	23,52±2,3	23,48±2,3	23,55±2,0
	2	24,82±2,1	24,39±2,1	25,02±1,8
	Δ	1,30*	0,91	1,47*

Примечание: * – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; ББ – бодибилдинг; НПТ - high-intensity interval training; МСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло увеличение ППС прямой мышцы бедра (rectus femoris) на 0,46 см² по сравнению с группой ББ_{МИСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС прямой мышцы бедра между группой ББ_{РТ} и ББ_{НИТ} составила 0,17 см² (p >0,01), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МИСТ} 0,63 см² (p <0,01). После 180 дней физической реабилитации в группе ББ_{НИТ} произошло увеличение ППС латеральной широкой мышцы бедра (vastus lateralis) на 1,1 см² по сравнению с группой ББ_{МИСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС латеральной широкой мышцы бедра между группой ББ_{РТ} и ББ_{НИТ} составила 1,37 см² (p <0,01), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МИСТ} 0,27 см² (p <0,01). После 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло увеличение ППС медиальной широкой мышцы бедра (vastus medialis) на 0,65 см² по сравнению с группой ББ_{МИСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС медиальной широкой мышцы бедра между группой ББ_{РТ} и ББ_{НИТ} составила 0,24 см² (p <0,01), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МИСТ} 0,89 см² (p <0,01).

После 180 дней вмешательства (табл.16) в группе ПЛ_{НИТ} произошло увеличение ППС промежуточной широкой мышцы бедра (vastus intermedius) на 0,47 см² по сравнению с группой ПЛ_{МИСТ} (p <0,01).

Таблица 16 - Показатели площади поперечного сечения четырехглавой мышцы бедра спортсменов-пауэрлифтеров

Название мышц		Группы (N=90)		
		ПЛ _{НИТ} (n=35)	ПЛ _{МИСТ} (n=35)	ПЛ _{РТ} (n=20)
Rectus Femoris (см ²)	1	18,95±1,5	19,65±1,7	21,32±1,3
	2	20,44±1,3	20,61±1,7	22,61±1,3
	Δ	1,49**	0,96*	1,29**
Vastus medialis (см ²)	1	9,37±1,5	9,65±1,4	9,92±1,5
	2	11,26±1,4	10,77±1,4	11,41±1,5
	Δ	1,89**	1,12**	1,49**
Vastus Lateralis (см ²)	1	42,77±3,5	42,81±3,0	41,65±3,4
	2	46,23±3,3	44,99±3,0	44,60±3,4
	Δ	3,46**	2,18**	2,95*
Vastus intermedius (см ²)	1	23,41±2,4	21,36±3,1	20,89±3,2
	2	24,76±2,4	22,24±3,1	22,27±3,1
	Δ	1,35*	0,88	1,38

Примечание: * – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; p <0,05; ** - p <0,01; 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Разница в увеличении ППС промежуточной широкой мышцы бедра между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НИТ} составила 0,03 см² (p >0,01), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МИСТ} 0,5 см² (p <0,01). После 180 дней вмешательства в группе ПЛ_{НИТ}

произошло увеличение ППС прямой мышцы бедра (rectus femoris) на 0,24 см² по сравнению с группой ПЛ_{МІСТ} (p <0,01). Статистически значимая разница в увеличении ППС прямой мышцы бедра между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НІІТ} составила 0,2 см² (p <0,01), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МІСТ} 0,33 см² (p <0,01). После 180 дней физической реабилитации в группе ПЛ_{НІІТ} произошло увеличение ППС латеральной широкой мышцы бедра (vastus lateralis) на 1,28 см² по сравнению с группой ПЛ_{МІСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС латеральной широкой мышцы бедра между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НІІТ} составила 0,51 см² (p <0,01), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МІСТ} 0,77 см² (p <0,01). После 180 дней вмешательства в группе ПЛ_{НІІТ} произошло увеличение ППС медиальной широкой мышцы бедра (vastus medialis) на 0,77 см² по сравнению с группой ПЛ_{МІСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС медиальной широкой мышцы бедра между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НІІТ} составила 0,4 см² (p <0,01), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МІСТ} 0,37 см² (p <0,01).

После 180 дней вмешательства (табл.17) в группе ТА_{НІІТ} произошло увеличение ППС промежуточной широкой мышцы бедра (vastus intermedius) на 0,62 см² по сравнению с группой ТА_{МІСТ} (p <0,01).

Таблица 17 - Показатели площади поперечного сечения четырехглавой мышцы бедра спортсменов-тяжелоатлетов

Название мышц		Группы (N=65)		
		ТА _{НІІТ} (n=23)	ТА _{МІСТ} (n=22)	ТА _{РТ} (n=20)
Rectus Femoris (см ²)	1	19,77±1,3	19,71±1,7	19,68±1,5
	2	21,22±1,2	20,66±1,6	21,31±1,4
	Δ	1,45**	0,95	1,63**
Vastus medialis (см ²)	1	9,75±1,2	9,71±1,3	9,68±1,2
	2	11,55±1,1	10,88±1,2	11,71±1,1
	Δ	1,80**	1,17**	2,03
Vastus Lateralis (см ²)	1	42,88±2,5	42,85±2,5	42,81±2,1
	2	46,07±2,3	44,97±2,4	44,72±1,9
	Δ	3,19**	2,12**	1,91**
Vastus intermedius (см ²)	1	21,45±2,2	21,40±2,6	21,39±2,6
	2	22,94±2,8	22,27±2,5	22,84±2,4
	Δ	1,49	0,87	1,45

Примечание: * – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; p <0,05; ** - p <0,01; 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; ТА – тяжелая атлетика; НІІТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней вмешательства в группе ТА_{НІІТ} произошло увеличение ППС прямой мышцы бедра (rectus femoris) на 0,5 см² по сравнению с группой ТА_{МІСТ} (p

<0,01). Разница в увеличении ППС прямой мышцы бедра между группой ТАРТ и ТА_{НИТ} составила 0,18 см² (p >0,01), а между группой ТАРТ и ТА_{МІСТ} 0,68 см², но эта разница была статистически значимой (p <0,01). После 180 дней вмешательства в группе ТА_{НИТ} произошло увеличение ППС медиальной широкой мышцы бедра (vastus medialis) на 1,07 см² по сравнению с группой ТА_{МІСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС латеральной широкой мышцы бедра между группой ТАРТ и ТА_{НИТ} составила 1,28 см² (p <0,01), а между группой ТАРТ и ТА_{МІСТ} 0,21 см² (p >0,01). После 180 дней вмешательства в группе ТА_{НИТ} произошло увеличение ППС медиальной широкой мышцы бедра (vastus medialis) на 0,63 см² по сравнению с группой ТА_{МІСТ} (p <0,01). Разница в увеличении ППС медиальной широкой мышцы бедра между группой ТАРТ и ТА_{НИТ} составила 0,23 см² (p >0,01), а между группой ТАРТ и ТА_{МІСТ} 0,86 см² (p <0,01).

Оценка максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра

Спортсмены-бодибилдеры статистически значимо отличались по показателям максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы правого бедра от спортсменов-пауэрлифтеров и тяжелоатлетов. Разработанные системы физической реабилитации НИТ и МІСТ способствуют повышению максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы правого бедра у спортсменов силовых видов спорта (бодибилдинг, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика). При этом, разработанная система НИТ эффективнее повышает максимальную произвольную силу четырёхглавой мышцы правого бедра у спортсменов силовых видов спорта (бодибилдинг, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика).

После 180 дней физической реабилитации (табл. 18) произошло повышение силовых показателей четырёхглавой мышцы правого бедра в группе ББ_{НИТ} и ББ_{МІСТ} на 8,7 кг и 6,3 кг соответственно (p <0,01).

Таблица 18 - Показатели максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-бодибилдеров

Группа (N=83)	Вес отягощения (кг)		
	До исследования	После исследования	Δ
ББ _{НИТ} (n=33)	103,5±6,1	112,2±5,6	8,7**
ББ _{МІСТ} (n=30)	101,4±4,4	107,7±4,2	6,3**
ББ _{РТ} (n=20)	99,3±5,4	109,4±4,0	10,1**

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при p < 0,01; Δ – разница показателей до и после исследования; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

В контрольной группе ББ_{РТ} также произошло повышение силовых показателей четырёхглавой мышцы правого бедра на 10,1 кг (p <0,01). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло увеличение максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра правой ноги на

2,4 кг по сравнению с группой ББ_{МІСТ} ($p < 0,01$). Разница в увеличении максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра правой ноги между группой ББ_{РТ} и ББ_{НІТ} составила 1,4 кг ($p > 0,01$), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МІСТ} 3,8 кг ($p < 0,01$).

После 180 дней физической реабилитации произошло повышение силовых показателей четырёхглавой мышцы правого бедра в группе ПЛ_{НІТ} и ПЛ_{МІСТ} на 11,5 кг и 10,6 кг соответственно ($p < 0,01$) (табл. 19). В контрольной группе ПЛ_{РТ} также произошло повышение силовых показателей четырёхглавой мышцы правого бедра на 12,5 кг ($p < 0,01$). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ПЛ_{НІТ} произошло увеличение максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра правой ноги на 0,9 кг по сравнению с группой ПЛ_{МІСТ} ($p > 0,01$). Разница в увеличении максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра правой ноги между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НІТ} составила 1,0 кг ($p > 0,01$), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МІСТ} 1,9 кг ($p < 0,05$).

Таблица 19 - Показатели максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-пауэрлифтеров

Группа (N=90)	Вес отягощения (кг)		
	До исследования	После исследования	Δ
ПЛ _{НІТ} (n=35)	119,6±15,1	131,1±14,7	11,5**
ПЛ _{МІСТ} (n=35)	122,2±6,9	132,8±6,4	10,6**
ПЛ _{РТ} (n=20)	125,1±6,8	137,6±7,0	12,5**

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,01$; Δ – разница показателей до и после исследования; ПЛ – пауэрлифтинг; НІТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации (табл. 20) произошло повышение силовых показателей четырёхглавой мышцы правого бедра в группе ТА_{НІТ} и ТА_{МІСТ} на 11,1 кг и 10,2 кг соответственно ($p < 0,01$).

Таблица 20 - Показатели максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра спортсменов-тяжелоатлетов

Группа (N=65)	Вес отягощения (кг)		
	До исследования	После исследования	Δ
ТА _{НІТ} (n=23)	115,7±5,8	126,8±4,8	11,1**
ТА _{МІСТ} (n=22)	118,6±7,3	128,8±6,0	10,2**
ТА _{РТ} (n=20)	120,4±4,0	131,6±3,7	11,2**

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации при $p < 0,01$; Δ – разница показателей до и после исследования; ТА – тяжелая атлетика; НІТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации участники групп НПТ (ББ_{НПТ}, ПЛ_{НПТ} и ТА_{НПТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) отличались по увеличению максимальной произвольной силы четырёхглавой мышцы бедра правой ноги на 0,9 кг ($p > 0,05$). Разница между группами МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) и группами РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) в среднем составила 2,3 кг ($p < 0,01$).

Динамика показателей геометрии и массы сердца

После 180 дней физической реабилитации не произошло изменений в группах КДР и ТМЖП. Также ТЗС_{ЛЖ} в группах ББ_{МІСТ} и ББ_{РТ} не изменилась, однако в группе ББ_{НПТ} ТЗС_{ЛЖ} уменьшилась на 0,1 см ($p < 0,01$). После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах ББ_{НПТ} и ББ_{МІСТ} (табл. 21) на 6,7 г и 5,8 г соответственно ($p > 0,05$). В контрольной группе ББ_{РТ} ММ_{ЛЖ} не изменилась. Также после 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ИММ_{ЛЖ} в группах ББ_{НПТ} и ББ_{МІСТ} на 1,0 г/м² и 0,7 г/м² соответственно ($p > 0,05$).

Таблица 21 - Показатели геометрии и массы сердца спортсменов-бодибилдеров

Показатели		Группы (N=83)		
		ББ _{НПТ} (n=33)	ББ _{МІСТ} (n=30)	ББ _{РТ} (n=20)
КДР (см)	1	5,6±0,20	5,7±0,18	5,5±0,24
	2	5,6±0,20	5,7±0,18	5,5±0,24
	Δ	-----	-----	-----
ТМЖП (см)	1	1,2±0,08	1,2±0,07	1,2±0,06
	2	1,2±0,08	1,2±0,07	1,2±0,06
	Δ	-----	-----	-----
ТЗС _{ЛЖ} (см)	1	1,0±0,05	0,9±0,05	0,9±0,05
	2	0,9±0,06	0,9±0,03	0,9±0,05
	Δ	0,1**	-----	-----
ММ _{ЛЖ} (г)	1	252,6±32,0	256,3±27,7	244,8±27,6
	2	245,9±33,5	250,5±25,1	244,8±27,6
	Δ	6,7	5,8	-----
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	1	113,6±12,4	116,2±8,8	110,8±12,5
	2	112,6±13,5	115,5±8,0	109,6±12,3
	Δ	1,0	0,7	1,2
ОТС _{ЛЖ} (см)	1	0,34±0,01	0,33±0,01	0,34±0,01
	2	0,33±0,01	0,32±0,01	0,34±0,01
	Δ	0,01**	0,01**	-----

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; 1 – до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; КДР – конечный диастолический размер; ТМЖП – толщина межжелудочковой перегородки;

ТЗС_{ЛЖ}- толщина задней стенки левого желудочка; ММ_{ЛЖ} - масса миокарда левого желудочка; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; RT - resistance training.

В контрольной группе ББ_{RT} изменения ММ_{ЛЖ} на 1,2 г/м² также не было статистически значимым. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ОТС_{ЛЖ} в группах ББ_{НИТ} и ББ_{МІСТ} на 0,01 см (p <0,01). В контрольной группе ББ_{RT} ОТС_{ЛЖ} не изменилась. В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (ББ_{НИТ}, ББ_{МІСТ} и ББ_{RT}) статистически не отличались по изменениям в показателях КДР, ТМЖП и ТЗС_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах ББ_{НИТ} и ББ_{МІСТ} (p >0,05), разница между группами также не была статистически значимой. В сравнительном анализе статистически значимая разница между группами ББ_{НИТ} и ББ_{RT} в изменении ММ_{ЛЖ} составила 6,7 г (p <0,01), а между группами ББ_{МІСТ} и ББ_{RT} 5,8 г (p <0,01). В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (ББ_{НИТ}, ББ_{МІСТ} и ББ_{RT}) статистически не отличались по изменениям в показателях ИММ_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации группы ББ_{НИТ} и ББ_{МІСТ} статистически не отличались по изменениям в показателях ОТС_{ЛЖ}. Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами ББ_{НИТ} и ББ_{RT} составила 0,01см (p <0,01). Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами ББ_{МІСТ} и ББ_{RT} также составила 0,01см (p <0,01).

После 180 дней физической реабилитации (табл. 22) произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{МІСТ} на 4,6 г и 6,8 г соответственно (p >0,05). В контрольной группе ПЛ_{RT} ММ_{ЛЖ} не изменилась. Также после 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ИММ_{ЛЖ} в группах ПЛ_{RT} и ПЛ_{МІСТ} на 1,1 г/м² и 1,3 г/м² соответственно (p >0,05). В группе ПЛ_{НИТ} ИММ_{ЛЖ} не изменился. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ОТС_{ЛЖ} в группах ПЛ_{НИТ} на 0,01 см (p <0,05) и в группе ПЛ_{МІСТ} на 0,01 см (p <0,01). В контрольной группе ПЛ_{RT} ОТС_{ЛЖ} не изменилась. В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (ПЛ_{НИТ}, ПЛ_{МІСТ} и ПЛ_{RT}) статистически не отличались по изменениям в показателях КДР, ТМЖП и ТЗС_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{МІСТ} (p >0,05), разница между группами не была статистически значимой.

В сравнительном анализе статистически значимая разница между группами ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{RT} в изменении ММ_{ЛЖ} составила 4,6 г (p <0,01), а между группами ПЛ_{МІСТ} и ПЛ_{RT} 6,8 г (p <0,01). В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (ПЛ_{НИТ}, ПЛ_{МІСТ} и ПЛ_{RT}) статистически не отличались по изменениям в показателях ИММ_{ЛЖ}. После 180 дней физической

реабилитации группы ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{МІСТ} статистически не отличались по изменениям в показателях ОТС_{ЛЖ}. Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{РТ} составила 0,01см (p <0,01). Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами ПЛ_{МІСТ} и ПЛ_{РТ} также составила 0,01см (p <0,01).

Таблица 22 - Показатели геометрии и массы сердца спортсменов-пауэрлифтеров

Показатели		Группы (N=90)		
		ПЛ _{НИТ} (n=35)	ПЛ _{МІСТ} (n=35)	ПЛ _{РТ} (n=20)
КДР (см)	1	5,4±0,29	5,3±0,35	5,4±0,36
	2	5,4±0,29	5,3±0,35	5,4±0,36
	Δ	-----	-----	-----
ТМЖП (см)	1	1,2±0,08	1,2±0,07	1,2±0,07
	2	1,2±0,08	1,2±0,07	1,2±0,07
	Δ	-----	-----	-----
ТЗС _{ЛЖ} (см)	1	1,2±0,05	1,2±0,07	1,2±0,09
	2	1,2±0,05	1,2±0,06	1,2±0,09
	Δ	-----	-----	-----
ММ _{ЛЖ} (г)	1	284,7±39,1	272,2±47,9	275,6±50,5
	2	280,1±37,2	265,4±44,2	275,6±50,5
	Δ	4,6	6,8	-----
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	1	129,6±16,4	125,3±17,6	126,1±20,3
	2	129,6±15,9	124,0±16,6	125,1±21,0
	Δ	-----	1,3	1,1
ОТС _{ЛЖ} (см)	1	0,46±0,02	0,45±0,01	0,45±0,01
	2	0,45±0,02	0,44±0,02	0,45±0,01
	Δ	0,01*	0,01**	-----

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; p < 0,01; 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; КДР-конечный диастолический размер; ТМЖП-толщина межжелудочковой перегородки; ТЗС_{ЛЖ}- толщина задней стенки левого желудочка; ММ_{ЛЖ} - масса миокарда левого желудочка; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации (табл. 23) не произошло изменений в группах КДР и ТМЖП. Также ТЗС_{ЛЖ} в группах ТА_{МІСТ} и ТА_{РТ} не изменилась, однако в группе ТА_{НИТ} статистически значимо ТЗС_{ЛЖ} уменьшилась на 0,1 см (p <0,01).

Таблица 23 - Показатели геометрии и массы сердца спортсменов-тяжелоатлетов

Показатели		Группы (N=65)		
		ТА _{НИТ} (n=23)	ТА _{МИСТ} (n=22)	ТА _{РТ} (n=20)
КДР (см)	1	5,5±0,2	5,6±0,1	5,6±0,1
	2	5,5±0,2	5,6±0,1	5,6±0,1
	Δ	-----	-----	-----
ТМЖП (см)	1	1,2±0,06	1,2±0,06	1,2±0,04
	2	1,2±0,06	1,2±0,06	1,2±0,04
	Δ	-----	-----	-----
ТЗС _{ЛЖ} (см)	1	1,2±0,06	1,2±0,04	1,2±0,05
	2	1,1±0,07	1,2±0,05	1,2±0,05
	Δ	0,1**	-----	-----
ММ _{ЛЖ} (г)	1	289,1±32,6	291,1±13,7	300,1±16,8
	2	280,9±32,9	286,1±15,7	300,1±16,8
	Δ	8,2	5,0	-----
ИММ _{ЛЖ} (г/м ²)	1	127,6±12,7	130,1±4,7	131,5±7,7
	2	126,1±13,0	130,1±6,6	130,2±7,7
	Δ	1,5	-----	1,3
ОТС _{ЛЖ} (см)	1	0,43±0,02	0,44±0,01	0,45±0,02
	2	0,42±0,02	0,43±0,01	0,45±0,02
	Δ	0,01**	0,01*	-----

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; 1-до исследования; 2 – после исследования; Δ – разница показателей до и после исследования; КДР-конечный диастолический размер; ТМЖП-толщина межжелудочковой перегородки; ТЗС_{ЛЖ}- толщина задней стенки левого желудочка; ММ_{ЛЖ} - масса миокарда левого желудочка; ИММ_{ЛЖ} - индекс массы миокарда левого желудочка; ОТС_{ЛЖ} - относительная толщина стенки левого желудочка; ТА – тяжелая атлетика; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах ТА_{НИТ} и ТА_{МИСТ} на 8,2 г и 5,0 г соответственно ($p > 0,05$). В контрольной группе ТА_{РТ} ММ_{ЛЖ} не изменилась. Также после 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ИММ_{ЛЖ} в группах ТА_{РТ} и ТА_{НИТ} на 1,3 г/м² и 1,5 г/м² соответственно ($p > 0,05$). В группе ТА_{МИСТ} ИММ_{ЛЖ} не изменился. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ОТС_{ЛЖ} в группах ТА_{НИТ} на 0,01 см ($p < 0,01$) и в группе ТА_{МИСТ} на 0,01 см ($p < 0,05$). В контрольной группе ТА_{РТ} ОТС_{ЛЖ} не изменилась.

В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (ТА_{НИТ}, ТА_{МИСТ} и ТА_{РТ}) статистически не отличались по изменениям в показателях

КДР, ТМЖП и ТЗС_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации произошли изменения в ММ_{ЛЖ} в группах Т_А_{НИТ} и Т_А_{МИСТ}, разница между группами была не достоверной ($p > 0,05$). В сравнительном анализе статистически значимая разница между группами Т_А_{НИТ} и Т_А_{РТ} в изменении ММ_{ЛЖ} составила 8,2 г ($p < 0,01$), а между группами Т_А_{МИСТ} и Т_А_{РТ} 5,0 г ($p < 0,01$). В сравнительном анализе после 180 дней физической реабилитации группы (Т_А_{НИТ}, Т_А_{МИСТ} и Т_А_{РТ}) статистически не отличались по изменениям в показателях ИММ_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации группы Т_А_{НИТ} и Т_А_{МИСТ} статистически не отличались по изменениям в показателях ОТС_{ЛЖ}. Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами Т_А_{НИТ} и Т_А_{РТ} составила 0,01 см ($p < 0,01$). Разница в изменении ОТС_{ЛЖ} между группами Т_А_{МИСТ} и Т_А_{РТ} также составила 0,01 см ($p < 0,01$).

После 180 дней вмешательства участники групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}), МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и Т_А_{РТ}) статистически не отличались по изменениям в показателях КДР, ТМЖП и ТЗС_{ЛЖ}. После 180 дней физической реабилитации участники групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}) уменьшили ММ_{ЛЖ} в среднем на $6,5 \pm 1,8$ г ($p > 0,05$), а участники групп МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) на $5,9 \pm 0,9$ г ($p > 0,05$). Разница между участниками групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}) и МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) в снижении ММ_{ЛЖ} не была статистически значимой, а между участниками групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}), МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и Т_А_{РТ}) была статистически значимой ($p < 0,01$). После 180 дней физической реабилитации у участников групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}), МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и Т_А_{РТ}) изменился ИММ_{ЛЖ}, разница между группами не была статистически значимой. В сравнительном анализе участники групп НИТ (ББ_{НИТ}, ПЛ_{НИТ} и Т_А_{НИТ}) и МИСТ (ББ_{МИСТ}, ПЛ_{МИСТ} и Т_А_{МИСТ}) в снижении ОТС_{ЛЖ} статистически значимо отличались от участников групп РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и Т_А_{РТ}) в среднем на 0,01 см ($p < 0,01$).

Динамика показателей артериального давления

После 180 дней физической реабилитации (табл. 24) произошло снижение показателей САД в группе ББ_{НИТ} и ББ_{МИСТ} на 12,1 мм.рт.ст. и 12,0 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$).

В контрольной группе ББ_{РТ} произошло снижение САД на 2,3 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). После 180 дней физической реабилитации произошло снижение показателей ДАД в группе ББ_{НИТ} и ББ_{МИСТ} на 11,2 мм.рт.ст. и 10,8 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ББ_{РТ} произошло снижение ДАД на 1,2 мм.рт.ст. ($p > 0,05$).

В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ББ_{НИТ} произошло снижение САД на 0,1 мм.рт.ст. по сравнению с группой ББ_{МИСТ} ($p > 0,05$). Статистически значимая разница в снижении САД между группой ББ_{РТ} и

ББ_{НИТ} составила 9,8 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МИСТ} 9,7 мм.рт.ст. ($p < 0,01$). После 180 дней физической реабилитации в группе ББ_{НИТ} произошло снижение ДАД на 0,4 мм.рт.ст. по сравнению с группой ББ_{МИСТ} ($p > 0,05$). Статистически значимая разница в снижении ДАД между группой ББ_{РТ} и ББ_{НИТ} составила 10,0 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ББ_{РТ} и ББ_{МИСТ} 9,6 мм.рт.ст. ($p < 0,01$).

Таблица 24 - Показатели артериального давления спортсменов-бодибилдеров

Группа (N=83)	САД (мм.рт.ст.)			ДАД (мм.рт.ст.)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ББ _{НИТ} (n=33)	157,9±5,1	145,8±3,9	12,1**	96,1±4,8	84,9±4,5	11,2**
ББ _{МИСТ} (n=30)	158,3±6,3	146,3±6,0	12,0**	97,4±5,3	86,6±5,2	10,8**
ББ _{РТ} (n=20)	159,9±5,5	157,6±6,2	2,3	96,2±3,5	95,0±4,1	1,2

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; Δ – разница показателей до и после исследования; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации (табл. 25) произошло снижение показателей САД в группе ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{МИСТ} на 12,9 мм.рт.ст. и 11,2 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$).

В контрольной группе ПЛ_{РТ} произошло снижение САД на 3,4 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). После 180 дней физической реабилитации произошло снижение показателей ДАД в группе ПЛ_{НИТ} и ПЛ_{МИСТ} на 10,1 мм.рт.ст. и 9,2 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ПЛ_{РТ} произошло снижение ДАД на 2,2 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ПЛ_{НИТ} произошло снижение САД на 1,7 мм.рт.ст. по сравнению с группой ПЛ_{МИСТ} ($p > 0,05$). Статистически значимая разница в снижении САД между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НИТ} составила 9,5 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МИСТ} 7,8 мм.рт.ст. ($p < 0,01$). После 180 дней физической реабилитации в группе ПЛ_{НИТ} произошло снижение ДАД на 0,9 мм.рт.ст. по сравнению с группой ПЛ_{МИСТ} ($p < 0,05$). Статистически значимая разница в снижении ДАД между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{НИТ} составила 7,9 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ПЛ_{РТ} и ПЛ_{МИСТ} 7,0 мм.рт.ст. ($p < 0,01$).

Таблица 25 - Показатели артериального давления спортсменов-пауэрлифтеров

Группа (N=90)	САД (мм.рт.ст.)			ДАД (мм.рт.ст.)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ПЛ _{НИТ} (n=35)	159,1±5,8	146,2±3,3	12,9**	93,2±7,4	83,1±5,8	10,1**
ПЛ _{МИСТ} (n=35)	157,6±5,7	146,4±3,7	11,2**	94,9±6,2	85,7±3,5	9,2**
ПЛ _{РТ} (n=20)	158,0±6,1	154,6±6,8	3,4	92,7±5,1	90,5±4,9	2,2

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; Δ – разница показателей до и после исследования; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации (табл. 26) произошло снижение показателей САД в группе ТА_{НИТ} и ТА_{МИСТ} на 11,5 мм.рт.ст. и 11,0 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ТА_{РТ} произошло снижение САД на 1,6 мм.рт.ст. ($p > 0,05$).

Таблица 26 - Показатели артериального давления спортсменов-тяжелоатлетов

Группа (N=65)	САД (мм.рт.ст.)			ДАД (мм.рт.ст.)		
	0 дней	180 дней	Δ	0 дней	180 дней	Δ
ТА _{НИТ} (n=23)	158,8±2,2	147,3±1,8	11,5**	101,3±3,3	89,7±2,7	11,6**
ТА _{МИСТ} (n=22)	159,2±2,5	148,2±1,9	11,0**	99,4±2,5	88,6±1,9	10,8**
ТА _{РТ} (n=20)	157,9±2,3	156,3±2,8	1,6	98,5±2,3	97,2±2,1	1,3

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; Δ – разница показателей до и после исследования; САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление; ТА – тяжелая атлетика; НИТ - high-intensity interval training; МИСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

После 180 дней физической реабилитации произошло снижение показателей ДАД в группе ТА_{НИТ} и ТА_{МИСТ} на 11,6 мм.рт.ст. и 10,8 мм.рт.ст. соответственно ($p < 0,01$). В контрольной группе ТА_{РТ} произошло снижение ДАД на 1,3 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). В сравнительном анализе после 180 дней вмешательства в группе ТА_{НИТ}

произошло снижение САД на 0,5 мм.рт.ст. по сравнению с группой ТА_{МІСТ} ($p > 0,05$). Статистически значимая разница в снижении САД между группой ТА_{РТ} и ТА_{НІТ} составила 9,9 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ТА_{РТ} и ТА_{МІСТ} 7,8 мм.рт.ст. ($p < 0,01$). После 180 дней физической реабилитации в группе ТА_{НІТ} произошло снижение ДАД на 0,8 мм.рт.ст. по сравнению с группой ТА_{МІСТ} ($p > 0,05$). Статистически значимая разница в снижении ДАД между группой ТА_{РТ} и ТА_{НІТ} составила 10,3 мм.рт.ст. ($p < 0,01$), а между группой ТА_{РТ} и ТА_{МІСТ} 9,5 мм.рт.ст. ($p < 0,01$).

В сравнительном анализе в группах НІТ (ББ_{НІТ}, ПЛ_{НІТ} и ТА_{НІТ}) статистически значимо произошло снижение САД в среднем на $12,2 \pm 0,7$ мм.рт.ст. ($p < 0,01$). Разница между группами ББ_{НІТ} и ПЛ_{НІТ} составила 0,8 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Разница между группами ББ_{НІТ} и ТА_{НІТ} составила 0,6 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Разница между группами ТА_{НІТ} и ПЛ_{НІТ} составила 1,4 мм.рт.ст. ($p > 0,01$). В сравнительном анализе между группами МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) в группах статистически значимо произошло снижение САД в среднем на $11,4 \pm 0,5$ мм.рт.ст. ($p < 0,01$). Разница между группами ББ_{МІСТ} и ПЛ_{МІСТ} составила 0,8 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Разница между группами ББ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ} составила 1,0 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Разница между группами ТА_{МІСТ} и ПЛ_{МІСТ} составила 0,2 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). В сравнительном анализе между группами РТ в группах произошло снижение САД в среднем на $2,4 \pm 0,9$ мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Снижение САД в контрольных группах между собой статистически не отличалось. После 180 дней физической реабилитации участники групп НІТ (ББ_{НІТ}, ПЛ_{НІТ} и ТА_{НІТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) отличались по снижению САД на 9,8 мм.рт.ст., и эта разница была статистически значимой ($p < 0,01$). Разница между группами МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) и группами РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) в среднем составила 9,0 мм.рт.ст. ($p < 0,01$).

В сравнительном анализе между группами НІТ (ББ_{НІТ}, ПЛ_{НІТ} и ТА_{НІТ}) в группах статистически значимо произошло снижение ДАД в среднем на $11,0 \pm 0,8$ мм.рт.ст. ($p < 0,01$). Разница между группами ББ_{НІТ} и ПЛ_{НІТ} составила 1,1 мм.рт.ст., и она была статистически значимой ($p < 0,05$). Разница между группами ББ_{НІТ} и ТА_{НІТ} составила 0,4 мм.рт.ст. ($p > 0,05$). Разница между группами ТА_{НІТ} и ПЛ_{НІТ} составила 1,5 мм.рт.ст. ($p < 0,01$). В сравнительном анализе между группами МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) в группах статистически значимо произошло снижение ДАД в среднем на $10,3 \pm 0,9$ мм.рт.ст. ($p < 0,01$). Разница между группами ББ_{МІСТ} и ПЛ_{МІСТ} составила 1,6 мм.рт.ст. ($p < 0,05$). Разницы между группами ББ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ} не было. Разница между группами ТА_{МІСТ} и ПЛ_{МІСТ} составила 1,6 мм.рт.ст. ($p < 0,05$). Снижение ДАД в контрольных группах между собой статистически не отличалось. После 180 дней физической реабилитации участники групп НІТ (ББ_{НІТ}, ПЛ_{НІТ} и ТА_{НІТ}) и РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) отличались по снижению ДАД на 9,4 мм.рт.ст. ($p < 0,01$). Разница между группами

МІСТ (ББ_{МІСТ}, ПЛ_{МІСТ} и ТА_{МІСТ}) и группами РТ (ББ_{РТ}, ПЛ_{РТ} и ТА_{РТ}) в среднем составила 8,7 мм.рт.ст. ($p < 0,01$).

Динамика приверженности к протоколам физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта

Спортсмены силовых видов спорта тяжелых весовых категорий со стажем занятия более 3 лет имеют «Среднюю приверженность» к своим традиционным тренировочным протоколам. Приверженность к системе физической реабилитации НИТ остается повышенной у спортсменов силовых видов спорта (бодибилдинг (табл.27), пауэрлифтинг (табл.28), тяжелая атлетика (табл.29)) тяжелых весовых категорий 120 дней и медленно снижается к исходному уровню в течении последующих 60 дней.

Таблица 27 - Динамика приверженности спортсменов-бодибилдеров

Количество дней с начала исследования	Группа (N=83)		
	ББ _{НИТ} (n=33)	ББ _{МІСТ} (n=30)	ББ _{РТ} (n=20)
0 дней	7,6±0,5	7,7±0,6	7,8±0,8
30 дней	8,4±0,5**	8,2±0,6**	8,2±0,5
60 дней	8,6±0,5**	8,0±0,6	7,9±0,4
90 дней	8,5±0,5**	7,5±0,6	7,7±0,5
120 дней	8,5±0,5**	7,1±0,6**	7,9±0,7
150 дней	8,0±0,5**	6,7±0,5**	8,0±0,5
180 дней	7,8±0,5	6,2±0,4**	7,7±0,5

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,01$; ББ – бодибилдинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Таблица 28 - Динамика приверженности спортсменов-пауэрлифтеров

Количество дней с начала исследования	Группа (N=90)		
	ПЛ _{НИТ} (n=35)	ПЛ _{МІСТ} (n=35)	ПЛ _{РТ} (n=20)
0 дней	7,5±1,0	7,4±0,8	7,4±1,2
30 дней	8,1±0,7**	8,0±0,7**	7,5±0,9
60 дней	8,5±0,8**	7,8±0,8*	7,3±1,2
90 дней	8,3±0,8**	7,6±0,8	7,3±1,1
120 дней	8,2±0,6**	7,1±0,8	7,3±1,0
150 дней	8,0±0,7*	6,5±1,0**	7,2±1,0
180 дней	7,8±0,8	6,3±0,8**	7,4±1,3

Примечание. * – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации; $p < 0,05$; ** - $p < 0,01$; ПЛ – пауэрлифтинг; НИТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training.

Таблица 29 - Динамика приверженности спортсменов-тяжелоатлетов

Количество дней с начала исследования	Группа (N=65)		
	ПЛ _{НПТ} (n=23)	ПЛ _{МІСТ} (n=22)	ПЛ _{РТ} (n=20)
0 дней	7,4±0,5	7,8±0,7	7,6±0,7
30 дней	8,2±0,5**	8,1±0,5	7,7±0,7
60 дней	8,4±0,5**	8,0±0,5	7,8±0,7
90 дней	8,3±0,5**	7,7±0,5	7,9±0,6
120 дней	8,0±0,5**	7,5±0,5	7,6±0,5
150 дней	7,7±0,5	7,1±0,5**	7,6±0,5
180 дней	7,5±0,5	6,6±0,5**	7,5±0,7

Примечание. ** – статистически значимые различия сравниваемых показателей по группе до и после реабилитации по предлагаемому протоколу (аэробная тренировка на фоне силовой); $p < 0,01$; ТА – тяжелая атлетика; НПТ - high-intensity interval training; МІСТ - moderate-intensity continuous training; РТ - resistance training

Приверженность к системе физической реабилитации МІСТ остается повышенной у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий 30 дней и снижается к приверженности «Низкая» к 150 дням вмешательства. Так как хорошо известно, что если приверженность остается высокой, то и эффективность лечения повышается (Burgess E., 2017), соответственно системы физической реабилитации, основанные на НПТ, будут более предпочтительны для спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с АГ.

ВЫВОДЫ

1. Разработанные аллометрические уравнения позволяют прогнозировать ЧСС анаэробного порога и мощность работы на уровне максимального потребления кислорода у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий. Коэффициент корреляции между прогнозируемым значением параметра и измеренным прямым методом для ЧСС на анаэробном пороге составил 0,91 ($p < 0,01$), для мощности педалирования на уровне максимального потребления кислорода - 0,905 ($p < 0,05$).
2. Разработанная и апробированная система физической реабилитации включает в себя сочетанное применение двух тренировочных методик (аэробная работа на фоне силовой) в подготовительном периоде годичного макроцикла, выполняемых 6 месяцев 3 раза в неделю. Система физической реабилитации состоит из силовой работы в 5 упражнениях с весом отягощения 70-90% от одного повторного максимума, от 2 до 8 повторений в 3 подходах и аэробной работы на велоэргометре (7 высокоинтенсивных интервалов на мощности педалирования 100% от максимального потребления кислорода по 2 минуты и низкоинтенсивные интервалы с ЧСС на уровне 85% от анаэробного порога продолжительностью 2 минуты). Регулярные ретесты в конце каждого месяца необходимы для корректировки нагрузки (ЧСС на анаэробном пороге и мощности работы на

уровне максимального потребления кислорода) в аэробном протоколе физической реабилитации.

3. Установлена положительная взаимосвязь между применением разработанной системы физической реабилитации и показателями антропометрии и состава тела спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, о чем свидетельствует снижение массы тела на 4%, ИМТ на 3,9%, ЖМТ на 6,1%, FMI на 28,4% и FMR на 50% и повышение ОМТ и FFMI на 4,1%.

4. Установлена положительная взаимосвязь между применением разработанной системы физической реабилитации с ростом окислительных способностей мышц спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией по сравнению с традиционной системой, что приводит к повышению потребления кислорода на анаэробном пороге на 8,3% ($p < 0,01$), максимального потребления кислорода на 9% ($p < 0,01$) и снижает оксигенацию латеральной головки четырёхглавой мышцы бедра на 4,8% ($p < 0,01$).

5. При оценке систем физической реабилитации установлена положительная взаимосвязь между ростом площади поперечного сечения и силовыми показателями четырёхглавой мышцы бедра спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией. Разработанная система физической реабилитации не имеет эффекта интерференции для гипертрофии мышц и эффективнее чем традиционная система повышает силовые качества четырёхглавой мышцы бедра на 13,5% ($p < 0,01$).

6. Анализ физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта, тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией продемонстрировал, что система высокоинтенсивного интервального тренинга (ВИИТ) приводит к достоверному снижению уровня артериального давления: САД на 7,7 % ($p < 0,01$) и ДАД на 11,3% ($p < 0,01$).

7. Применение разработанной системы физической реабилитации идентично с традиционной системой снижает ОТЗ_{ЛЖ} у спортсменов силовых видов спорта (бодибилдинг, пауэрлифтинг, тяжелая атлетика) тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией на 2,5%. Тогда как разработанная система физической реабилитации ВИИТ приводит к снижению ТЗС_{ЛЖ} на 10% у спортсменов-бодибилдеров и на 8,3% у спортсменов-тяжелоатлетов тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией, что свидетельствует о регрессии гипертрофии миокарда левого желудочка.

8. Изучена роль влияния разработанной системы физической реабилитации ВИИТ на динамику приверженности к немедикаментозной профилактике артериальной гипертензии спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий. Влияние разработанной системы физической реабилитации ВИИТ на динамику приверженности к немедикаментозной профилактике артериальной

гипертензии у спортсменов остается повышенной 120 дней из 180 дней вмешательства, в отличие от приверженности к традиционной системе физической реабилитации, которая остается повышенной только 30 дней из 180 дней вмешательства.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Раз в месяц спортсменам необходимо корректировать интенсивность интервалов для ВИИТ-тренинга. Для этого спортсмены силовых видов спорта могут использовать разработанные нами прогностические уравнения вместо неспецифичного для них тестирования. Для удобства рекомендуем ввести коэффициенты уравнений в программу Microsoft Excel и при использовании подставлять только результаты биоимпедансометрии и динамических замеров ЧСС.
2. Спортсмены-пауэрлифтеры, которые хотят использовать систему физической реабилитации ВИИТ для максимизации силовых показателей, в силовой части тренировочного протокола могут выполнять 3–6 рабочих подходов по 1–5 повторений каждую неделю, с распределением этих подходов на 1–3 тренировки в неделю, в каждом упражнении используя нагрузки выше 80% от 1ПМ. При этом лучше соблюдать частоту тренировок 2–3–1, приседания - жим лежа - становая тяга, соответственно.

Список публикаций по теме диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК

1. **Мирошников А.Б., Шмырев В.И., Каленова И.Е.** Немедикаментозные методы реабилитации спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Авиакосмическая и экологическая медицина.** 2021. - Т. 55. - № 2. – стр. 77-83.
2. **Мирошников А.Б., Левашов П.Н., Тарасов А.В., Форменов А.Д.** Влияние окислительных способностей рабочих мышц на артериальное давление спортсменов силовых видов спорта//**Теория и практика физической культуры.** 2021. - № 3. - стр. 59-61.
3. **Мирошников А.Б., Смоленский А.В. Форменов А.Д.** Высокоинтенсивная интервальная аэробная работа для спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Физиология человека.** 2021. - Т. 47. - № 1. – стр. 43-52.
4. **Мирошников А.Б.** Влияние разных методов аэробной тренировки на артериальное давление, жировую массу и толщину мышц спортсменов силовых видов спорта: рандомизированное контролируемое исследование//**Вестник спортивной науки.** 2021. - № 1. - стр. 41-44.
5. **Мирошников А.Б., Сергеева К.В., Форменов А.Д., Смоленский А.В.** Роль интервальной тренировки в физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.** 2020. - 97(6). – стр.5–10.
6. **Мирошников А.Б., Калёнова И.Е., Шмырев В.И.** Равномерная и высокоинтенсивная интервальная тренировка в кардиореабилитации спортсменов силовых видов спорта:

рандомизированное контролируемое исследование//**Медицинский вестник МВД.** - № 5 (108). - 2020. – стр. 57-70.

7. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В. Сравнительный анализ влияния равномерной и высокоинтенсивной аэробной работы в кардиореабилитации спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.** 2020. - Т. 8. - № 28. - стр. 33-39.

8. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Влияние равномерной и высокоинтенсивной интервальной тренировки в кардиореабилитации бодибилдеров с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Вестник восстановительной медицины.** 2020. - № 6 (100). - стр. 108-113.

9. **Мирошников А.Б.,** Калёнова И.Е., Шмырев В.И. Немедикаментозная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин с синдромом артериальной гипертензии//**Лечение и профилактика.** - Том 10. - № 3. - 2020. – стр. 56-61.

10. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В., Форменов А.Д. Новые возможности физической реабилитации атлетов силовых видов спорта с эссенциальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Вестник восстановительной медицины.** 2020. - № 3 (97). - стр. 76-82.

11. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В., Форменов А.Д. Приверженность к различным программам физической реабилитации спортсменов силовых видов спорта с гипертонией в течение 150 дней: рандомизированное контролируемое исследование//**Спортивный психолог.** 2020. - № 1 (56). - стр. 55-62.

12. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Сравнительный анализ приверженности к разным методам аэробной работы у спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертензией: рандомизированное контролируемое исследование//**Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта.** – 2020. – № 4 (182). – стр. 312-320.

13. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В. Геометрия левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией//**CardioСоматика.** 2020. - Т. 11. - № 1. - стр. 24-28.

14. **Мирошников А.Б.,** Волков В.В., Смоленский А.В. Влияние интервальной тренировки на гипертрофию мышц: поперечное исследование//**Вестник спортивной науки.** 2020. - № 2. - стр. 44-47.

15. **Мирошников А.Б.,** Волков В.В., Смоленский А.В. Влияние высокоинтенсивной интервальной тренировки на гипертрофию, силу и окислительные способности рабочих мышц спортсменов силовых видов спорта: поперечное исследование//**Спортивная медицина: наука и практика.** 2019. - Т.9. - №4. - стр. 25-32.

16. **Мирошников А. Б.,** Смоленский А. В., Форменов А. Д., Золичева С. Ю. Артериальное давление и геометрия левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта тяжелых весовых категорий//**Международный журнал сердца и сосудистых заболеваний.** - Том 7. - № 23 - 2019. – стр. 4-9.

17. **Мирошников А.,** Форменов А., Смоленский А. Экстремальная силовая нагрузка повышает артериальное давление и изменяет геометрию левого желудочка у спортсменов силовых видов спорта//**Экстремальная деятельность человека.** - №3 (53). – 2019. – стр. 41-45.

18. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Разработка тренировочного протокола при работе на велоэргометре для гипертрофии рабочих мышц//**Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта.** 2019. - № 2 (168). - стр. 243-249.
19. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Манидичев С.Н., Агапкин С.Н., Смоленский А.В. Влияние высокоинтенсивной аэробной работы на окислительные способности рабочих мышц и артериальное давление у спортсменов силовых видов спорта: рандомизированное контролируемое поперечное исследование//**Вестник новых медицинских технологий.** 2019. - №4. - стр. 115–121.
20. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В., Беличенко О.И. Антропометрические индексы у спортсменов силовых видов спорта с артериальной гипертонией//**Вестник новых медицинских технологий.** 2017. - Т. 24. - № 3. - стр. 167-170.
21. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В. Симультантный тренинг для гипертензивных спортсменов силовых видов спорта//**Вестник новых медицинских технологий.** 2017. - Т. 24. - № 2. - стр. 119-126.

В различных журналах, сборниках съездов, международных, всероссийских и региональных конференций

22. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Сравнительный анализ приверженности к аэробным протоколам физической реабилитации у атлетов силовых видов спорта//**Академия медицины и спорта.** 2021. - Т. 2. - № 1. - стр. 14-19.
23. **Мирошников А.Б.** Сравнительный анализ приверженности к разным методам кардиореабилитации тяжелоатлетов с повышенным артериальным давлением. Тезисы XVII всероссийского конгресса «Артериальная гипертензия 2021: новое в диагностике и лечении». 2021, стр.49.
24. **Мирошников А.Б.,** Смоленский А.В., Форменов А.Д. Влияние высокоинтенсивной интервальной работы на состав тела и артериальное давление представителей силовых видов спорта//**Наука в олимпийском спорте.** 2020. - № 2. - стр. 44-48.
25. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Неоднородная гипертрофия четырехглавой мышцы бедра при высокоинтенсивной интервальной работе на велоэргометре: поперечное исследование. В сборнике: Спорт и спортивная медицина материалы международной научно-практической конференции, посвященной 40-летию со дня основания Чайковского государственного института физической культуры. Чайковский, 2020. стр. 282-288.
26. **Мирошников А.Б.,** Форменов А.Д., Смоленский А.В. Одновременный рост окислительных способностей и толщины мышц влияет на артериальное давление у спортсменов силовых видов спорта: рандомизированное контролируемое поперечное исследование//**Спортивно-педагогическое образование.** 2020. - № 1. - стр. 69-78.
27. **Мирошников А.Б.** Интервальная тренировка растит мышцы и снижает артериальное давление у гипертензивных спортсменов силовых видов спорта. В сборнике: Медико-биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни Сборник научных статей IX Всероссийской очной научно-практической конференции с международным участием. Воронеж, 2020. стр. 255-260.
28. **Miroshnikov A, Formenov A, Smolensky A.** Blood pressure and geometry of the left ventricle in power sports athletes of heavyweight categories//**Advances in Health Sciences Research.** - Volume 17. - 2019. – p. 71-74.

29. **Miroshnikov AB**, Formenov AD, Smolensky AB. High-Intensity Interval Training for Hypertensive Power Sports Athletes: A Randomized Controlled Trial//**European Journal of Physical Education and Sport**. 2019. - 7(2). p. 62-73.
30. **Мирошников А.Б.**, Сидоров Е.П., Смоленский А.В. Прогнозирование мощности работы на уровне максимального потребления кислорода при аэробных нагрузках, применяемых для гипертрофии скелетной мускулатуры в силовых видах спорта//**Наука в олимпийском спорте**. 2019. - № 1. - стр. 66-72.
31. **Мирошников А.Б.**, Смоленский А.В., Форменов А.Д. Ассоциации Повышенного артериального давления у спортсменов силовых видов спорта: когортное исследование//**Терапевт**. 2019. - № 5. - стр. 41-48.
32. **Мирошников А.Б.** Тренировочный протокол высокоинтенсивной аэробной работы для гипертрофии рабочих мышц//**Терапевт**. 2019. - № 8. - стр. 58-64.
33. **Мирошников А.Б.**, Смоленский А.В. Индексы антропометрии для гипертензивных спортсменов. В книге: Артериальная гипертония 2018 на перекрестке мнений Тезисы XIV Всероссийского конгресса. 2018. стр. 37.
34. **Мирошников А.Б.**, Золичева С.Ю., Лаптев А.И., Сидоров Е.П., Красовский А.А. Прогнозирование анаэробного порога для гипертензивных спортсменов силовых видов спорта. В сборнике: Наука для фитнеса - 2018. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под общей редакцией А.Б. Мирошникова, К.В. Сергеевой. 2018. С. 94-99.
35. **Мирошников А.Б.**, Смоленский А.В. Гипертрофия мышечной ткани в ответ на аэробную работу у спортсменов силовых видов спорта: поиск тренировочных методик под лампой физиологии//**Терапевт**. 2017. - № 11. - стр. 17-23.
36. **Мирошников А.Б.**, Сидоров Е.П., Лаптев А.И. Аэробная работа в силовых видах спорта, как профилактика гипертонической болезни. В сборнике: ЛЕЧЕБНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА: ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ. материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2017. С. 142-147.
37. **Мирошников А.Б.**, Смоленский А.Б., Беличенко О.И. Аэробная тренировка высокой интенсивности для гипертензивных спортсменов силовых видов спорта (обзор литературы)//**Терапевт**. 2017. - № 9. - стр. 75-80.
38. **Мирошников А.Б.**, Смоленский А.В. Ремоделирование миокарда у гипертензивных спортсменов (обзор литературы)//**Терапевт**. 2017. - № 7. - стр. 49-53.
39. **Мирошников А. Б.**, Сидоров С. П., Тарасов А. В. Принципы построения аэробной тренировки для спортсменов силовых видов спорта: фокус на артериальную гипертензию//**Терапевт**. 2017. - № 4. - стр. 18-22.

Патенты на изобретение

Патент РФ на изобретение «Способ реабилитации спортсмена силовых видов спорта тяжелых весовых категорий с артериальной гипертензией» № 2019129678 от 20.09.2019.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- АГ – артериальная гипертензия
АД - артериальное давление
АнП - анаэробный порог
ББ – бодибилдинг
ДАД – диастолическое артериальное давление
ДЕ – двигательная единица
ИМТ – индекс массы тела
КМС – кандидат в мастера спорта
ЛЖ – левый желудочек
ЛПВП - липопротеины высокой плотности
МПК – максимальное потребление кислорода
МС – мастер спорта
МСМК – мастер спорта международного класса
ОМТ – обезжиренная масса тела
ПЛ – пауэрлифтинг
ППС - площадь поперечного сечения
РКИ – рандомизированное контролируемое исследование
САД – систолическое артериальное давление
ССЗ - сердечно-сосудистые заболевания
ССС – сердечно-сосудистая система
ТА – тяжелая атлетика
ЧСС – частота сердечных сокращений
1ПМ – один повторный максимум
FFMI (Fat Free Mass Index) - индекс обезжиренной массы
FMI (Fat Mass Index) - индекс жировой массы
FMR (Fat-to-Muscle Ratio) - соотношение жира и мышц
НПТ (high-intensity interval training) - высокоинтенсивная интервальная тренировка
МІСТ (moderate-intensity continuous training) - непрерывная тренировка средней интенсивности
SmO₂ (muscle oxygen saturation) - насыщение мышц кислородом