

КИШ АННА АНДРЕЕВНА

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СПОРТСМЕНОВ СБОРНОЙ КОМАНДЫ РОССИИ ПО АКАДЕМИЧЕСКОЙ
ГРЕБЛЕ

3.1.33 – «Восстановительная медицина, спортивная медицина,
лечебная физкультура, курортология и физиотерапия»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва-2021

Работа выполнена в ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» ФМБА России

Научный руководитель:

Главный научный сотрудник ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, доктор медицинских наук, профессор **Разинкин Сергей Михайлович**

Официальные оппоненты:

Заведующий отделением функциональной диагностики филиала №1 ГАУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины ДЗМ, ведущий научный сотрудник, доктор медицинских наук **Павлов Владимир Иванович**

Профессор кафедры реабилитации, спортивной медицины и физической культуры Российского научно-исследовательского медицинского университета имени Пирогова (РНИМУ) **Курашвили Владимир Алексеевич**

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение "Северо-Кавказский Федеральный Научно-Клинический Центр Федерального Медико-Биологического Агентства" (ФГБУ СКФНКЦ ФМБА РОССИИ)

Защита диссертации состоится «16» сентября 2021 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета 21.1.037.01 в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 121069, Москва, ул. Борисоглебский пер., 9, стр.1

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу: 121069, Москва, ул. Борисоглебский пер., 9, стр.1 и на сайте <http://www.nmicrk.ru/nauka/dissertatsionnyy-sovet/>

Автореферат разослан «___» _____ 2021 г.

Учёный секретарь Диссертационного совета:
кандидат медицинских наук

Стяжкина Елена Михайловна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность научного исследования и степень ее разработанности.

Одним из актуальных направлений спортивной медицины, является необходимость постоянного совершенствования медико-биологическом сопровождения в спорте высших достижений. Это касается как вопросов совершенствования объема и показателей углубленного медицинского обследования, объективизации методов психологического обследования спортсменов, формирования унифицированных стандартных протоколов нагрузочного тестирования, так и совершенствования системы реабилитационных мероприятий (Поляев Б.А., 2011; Уйба В.В., 2013; Мирошникова Ю.В., 2015; Самойлов А.С., 2016, Бадтиева В.А., 2017; Ландырь А.П., 2019; Выходец И.Т., 2019; Митин И.Н., 2018).

При этом необходимо отметить, что развитие спортивной медицины и реализация инноваций в диагностическом и тестирующем оборудовании, направленные на совершенствование подходов к оценке функционального состояния спортсменов, повысили точность диагностической оценки, расширили критериальный аппарат и поиск более информативных вариантов нагрузочного тестирования, уточнили значимости порогов аэробного и анаэробного обмена и максимального потребления кислорода в оценке физической работоспособности спортсменов (Смоленский А.В., 2010; Котенко К.В., 2014; Попов Д.В., 2014; Павлов В.И., 2014; Грушин А.А., 2014; Фесюн А.Д., 2018, 2019; Мякинченко Е.Б., 2017; Орджоникидзе З.Г., 2018).

Особое место в медико-биологическом сопровождении спортсменов занимают вопросы оценки адаптационных и функциональных резервов организма, берущие начало в авиационной и восстановительной медицине с акцентом на деятельностный подход (Пономаренко В.А., 2016; Разумов А.Н., 2011; Бобровницкий И.П., 2016; Разинкин С.М., 2017, 2020).

Важное место в диагностике состояния здоровья лиц без признаков клинической патологии занимает разработка методов и критериев оценки уровня здоровья, в том числе в экстремальных и измененных условиях внешней среды, а также представление результатов в шкалах балльной оценки (Дворников М.В., 2013; Пак К.Г., 2011; Уйба В.В., 2015; Григорьев А.И., 2006; Орлов В.А., 2014; Баевский Р.М., 2017).

Одним из актуальных и, на наш взгляд, самым сложным направлением спорта, спортивной медицины и физиологии, является разработка модельных

характеристик спортсмена, которое необходимо рассматривать с позиции оценки функциональной готовности спортсмена (Матвеев Л.П., 2020; Верхошанский Ю.В., 2020; Корженевский А.Н., 2019; Абрамова Т.Ф., 2019; Шулепов П.А., 2017).

Словосочетание «функциональная готовность» часто используется как альтернатива тренерско-педагогическому термину «тренированность», который В.Л. Карпман рассматривал через призму готовности организма спортсмена к выполнению соревновательной деятельности, подразумевая важность объективизации данных медицинского обследования (Карпман В.В. и соавт., 1988), а также термину «функциональная подготовленность», которая определяется уровнем развития ключевых для данного вида спортивной деятельности функций и их специализированных свойств, прямо или косвенно обуславливающих эффективность соревновательной деятельности (Платонов В.Н, 2004; Фомин В.С., 1984; Шамардин А.И., 2000).

В нашем понимании «функциональная готовность» – это готовность функциональных систем организма спортсмена к реализации максимальных спортивных достижений на этапах учебно-тренировочного процесса и на соревнованиях; единая система, включающая совокупность физических качеств, психоэмоциональное состояние, состояние периферической крови, гормональный и биохимический статус, а также наследственность (Разинкин С.М., 2013; Шулепов П.А., 2014).

Универсальность предлагаемого нами подхода заключается в том, что параметры, определяющие функциональную готовность высококвалифицированного спортсмена в определенном виде спорта, являются его модельными характеристиками. Разработка модельных характеристик спортсменов по параметрам функциональной готовности проводилась нами на составе сборной команды России по академической гребле в преддверии XXXI летних Олимпийских игр, когда спортсмены находились на пике спортивной формы.

Цель исследования. Разработка системы оценки функциональной готовности спортсменов сборной команды России по академической гребле с применением специфического нагрузочного тестирования.

Задачи исследования

1. Разработать протокол специфического нагрузочного тестирования с применением гребного эргометра, позволяющий оценить физическую

работоспособность высококвалифицированных спортсменов-гребцов на различных этапах учебно-тренировочной деятельности.

2. Провести сравнительную оценку параметров физической работоспособности спортсменов-гребцов при выполнении специфического (на гребном эргометре) и неспецифического (на велоэргометре и тредмиле) нагрузочного тестирования.

3. Определить уровень функциональной готовности и структуру модельных характеристик спортсменов по академической гребле.

4. Определить диапазоны значений модельных характеристик спортсменов по показателям физической работоспособности и функциональным показателям системы обеспечения в покое и при нагрузке, с учетом специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре.

5. Разработать интегральный показатель физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов-гребцов, позволяющий построить многофакторный рейтинг членов сборной команды России.

Научная новизна исследования

1. Впервые разработан протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре, который позволяет проводить оценку параметров физической работоспособности спортсменов-гребцов как на углубленном, так и на этапном медицинском обследовании.

2. Впервые показано, что применение специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре за счет задействования специфических групп мышц обеспечивает лучшую аэробную производительность в период нагрузки, чем при тестировании на велоэргометре и тредмиле по соотношению параметров порога анаэробного обмена и максимального потребления кислорода.

3. Впервые в оценке физической работоспособности спортсменов показана системообразующая роль параметра «время нагрузки до отказа», зависящего от комплекса показателей обеспечения в состоянии покоя и при выполнении нагрузки.

4. Впервые, по показателям функциональной готовности разработаны модельные характеристики членов сборной команды России по академической гребле, позволяющие индивидуализировать оценку текущего функционального состояния спортсмена на различных этапах тренировочно-соревновательной деятельности.

5. Впервые разработан итоговый протокол результатов тестирования высококвалифицированных спортсменов-ребцов, включающий интегральный показатель физической работоспособности, учитывающий время нагрузки, пройденную дистанцию, среднюю и максимальную мощность.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая ценность работы определяется расширением понятий и представлений об информативности специфических и неспецифических нагрузочных проб в оценке физической работоспособности высококвалифицированных спортсменов. Представленные теоретические подходы являются перспективными, так как могут служить основой для разработки специфических нагрузочных проб и модельных характеристик для спортсменов других олимпийских видов спорта.

Существенную практическую значимость для медико-биологического сопровождения спортсменов в спорте высших достижений представляет использование разработанного протокола специфического нагрузочного тестирования спортсменов-ребцов при проведении углубленного и этапного медицинского обследования.

Количественная балльная оценка абсолютных значений разработанных модельных характеристики членов сборной России по академической гребле, включающих интегральный показатель физической работоспособности и функциональные показатели системы обеспечения в покое и при нагрузке, существенно повышает информативность комплексного медицинского обследования спортсменов сборной академической гребли по параметрам функциональной готовности вне зависимости от этапа учебно-соревновательной деятельности.

Методология и методы исследования

Предварительная работа включала изучение, анализ и систематизацию имеющихся литературных данных о подходах к оценке физической работоспособности в спорте высших достижений, нормативным значениям наиболее информативных показателей нагрузочного тестирования и других функциональных показателей.

На первом этапе при разработке протокола специфического нагрузочного тестирования проводилось эргоспирометрическое обследование спортсменов на гребном эргометре. На последующих этапах при проведении комплексной

оценки параметров функциональной готовности 94 спортсменов-ребцов, проводилась стандартная эргоспирометрия на велоэргометре и тредмиле, компрессионная осциллометрия, биоимпедансометрия, вариабельность сердечного ритма, электросоматография, биоэлектрография, биохимический и общий анализ крови.

При разработке структуры модельных характеристик по параметрам комплексной оценки функциональной готовности 72 членов сборной команды России по академической гребле применялась 6-балльная шкала, разработан итоговый протокол и построен многофакторный рейтинг членов сборной команды, включающий интегральный показатель физической работоспособности.

В ходе исследования применялись клинические, инструментальные, лабораторные и статистические методы. Исследование проводилось в соответствии с Законодательством Российской Федерации и Международными этическими принципами Хельсинкской Декларации. Перед началом исследования каждый спортсмен подписывал форму информированного согласия.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработанный протокол специфического нагрузочного тестирования с применением гребного эргометра позволяет проводить более информативную оценку прямых показателей физической работоспособности спортсменов-ребцов по сравнению со стандартной специфической пробой и неспецифическими видами нагрузки, обеспечивает максимальную имитацию условий выполнения профессиональной деятельности и может применяться как при углубленном, так и при этапном медицинском обследовании высококвалифицированных спортсменов.

2. Структура модельных характеристик спортсменов академической гребли определяется комплексной оценкой функциональной готовности с применением разработанного специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре и включает в себя интегральный показатель физической работоспособности, функциональные показатели системы обеспечения в покое и при нагрузке (максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена, показатели гемодинамики, показатели компонентного состава тела и психоэмоционального состояния), что позволяет индивидуализировать оценку текущего функционального состояния спортсмена на различных этапах тренировочно-соревновательной деятельности.

3. Разработанный интегральный показатель физической работоспособности членов сборной команды России по академической гребле, включающий результат времени выполнения специфической нагрузки до отказа, пройденной дистанции, средней и максимальной мощности, позволяет построить многофакторный рейтинг сборной и провести внутри команды оценку соответствия эталону по виду спорта для каждого спортсмена по параметрам функциональной готовности.

Степень достоверности и апробация результатов работы

Достоверность результатов проведенного исследования обеспечивается необходимым количеством данных обследования, репрезентативностью комплексного, всестороннего обследования спортсменов, обусловленного поставленным целям и задачам исследования, а также применением современных методов математической и статистической обработки. Диссертация апробирована и рекомендована к защите на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» 11.06.2020 г.

Материалы диссертации были доложены и обсуждены на XI и XII Всероссийском форуме «Здоровье нации – основа процветания России», Москва 2017 и 2018 г.; III Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы профилактики, ранней диагностики и лечения психосоматических расстройств у работников промышленных предприятий, и населения», Москва 2017 г.; VII Международной научно-практической конференции по спортивной медицине им. А. Зимина, Ярославль 2018 г.; Международный научный конгресс «Здравница-2017» г. Уфа, 2017 г., «Здравница-2018» г. Кисловодск 2018 г. И «Здравница-2019», г. Алушта 2019 г.; XI Международной конференции «Профилактическая кардиология 2018», Москва 2018 г. XIII и XIV Международной научной конференции по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СпортМед–2018», Москва 2018 и 2019 гг. IX Всероссийском конгрессе с международным участием «Медицина для спорта-2019», Москва 2019 г. VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Лечебная физическая культура и спортивная медицина: достижения и перспективы развития», посвященная 50-летию кафедры Спортивной медицины, Москва 2019 г..

Личное участие автора в получении научных результатов

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном участии на всех этапах планирования и выполнения диссертационной работы. Формулировка целей и задач исследования осуществлялась совместно с научным руководителем, исходя из которых были определены объем и методы исследования. Диссертант лично провел сбор и анализ научных публикаций по теме исследования, в том числе с использованием российских и зарубежных баз данных. В ходе реализации исследования соискатель осуществлял координацию и научное сопровождение обследований спортсменов; собирал, систематизировал и проводил анализ полученных данных. Материал набирался совместно с врачом функциональной диагностики отделения функциональной диагностики и обработки результатов медицинского обследования Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна Богоявленских Натальей Сергеевной.

Внедрение результатов в практику

Материалы внедрены в медико-биологическое сопровождение тренировочно-соревновательной деятельности сборной команды России по гребному спорту и реализованы в образовательных программах кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, а также включены в учебный план дополнительной профессиональной программы повышения квалификации «Актуальные вопросы спортивной подготовки высококвалифицированных спортсменов в гребном спорте».

Публикации

По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в том числе 2 статьи в журнале, входящем в международную базу данных SCOPUS, 11 статей по специальности в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации; издана 1 монография и 1 методические рекомендации.

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 131 странице машинописного текста, иллюстрирована 13 рисунками и 26 таблицами. Состоит из введения, 3 глав, включающих обзор литературы, характеристику методов исследования,

результатов собственных исследований и их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы, состоящего из 191 источника, из них 159 отечественных и 32 зарубежных авторов, 2 приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

На базе Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России были проведены многоплановые исследования с привлечением 119 спортсменов-ребцов, членов сборной команды России по академической гребле.

Работа выполнена в три этапа. **На первом этапе** разработан протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре для оценки физической работоспособности спортсменов-ребцов. Проведена сравнительная оценка разработанного протокола с существующей нагрузочной пробой на гребном эргометре.

На втором этапе проведена комплексная оценка функциональной готовности спортсменов сборной команды России по академической гребле с использованием неспецифического нагрузочного тестирования на тредмиле и велоэргометре, включающая исследование параметров гемодинамики, компонентного состава тела, анализа крови и психоэмоционального состояния спортсменов до нагрузки в покое. Для разработки интегральной оценки параметров функциональной готовности членов сборной по академической гребле проведена сравнительная оценка информативности неспецифической и специфической нагрузочной пробы у спортсменов-ребцов.

На третьем этапе для разработки структуры модельных характеристик спортсменов сборной команды России по академической гребле определен интегральный показатель физической работоспособности, включающий результаты выполнения специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре. С применением шкал интегральной балльной оценки функциональной готовности разработан итоговый протокол результатов тестирования высококвалифицированных спортсменов-ребцов. Определены диапазоны значений модельных характеристик спортсменов по показателям физической работоспособности и функциональным показателям системы обеспечения в покое и при нагрузке, с учетом специфической нагрузочной пробы

на гребном эргометре. Построен многофакторный рейтинг сборной команды России по академической гребле.

Методы исследования

1. Оценка параметров физической работоспособности путем эргоспирометрического нагрузочного тестирования на велоэргометре V-ergoPro (Германия), тредмиле T-ergoPro (Голландия) и гребном эргометре Concept2 (Канада) с использованием протоколов нагрузки «до отказа» под онлайн контролем газоанализатора СРЕТ (Космед, Италия) и электрокардиографа Quark12X (Германия). Регистрировался стандартный перечень кардиоэргоспирометрических показателей.

2. Оценка центральной и периферической гемодинамики методом объемной компрессионной осциллометрии на КАП ЦГосм-«Глобус» Для анализ использовались показатели: частота сердечных сокращений, артериальной давление, ударный объем, общее периферическое сопротивление, функциональное состояние.

3. Оценка значений состава тела спортсмена с помощью биоимпедансного анализа на АПК «АВС-01 Медасс». Анализируемые параметры: индекс массы тела, процентное содержание жира и мышц в организме, фазовый угол.

4. Объективная оценка психоэмоционального состояния с использованием АПК «Диамед-МБС» путем последовательной регистрации параметров variability сердечного ритма, электросоматографии и биоэлектрографии. Оценивались показатели стресс-индекс, психологический статус, количество параметров, выходящих за пределы нормальной проводимости [+40;-40], площадь и симметрия фронтальной проекции биоэлектрограммы.

5. Лабораторные методы: оценка биохимических показателей крови (АЛТ, АСТ, кортизол, ТТГ, тестостерон), общего анализа крови (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, палочкоядерные нейтрофилы, эозинофилы, моноциты, базофилы) и оценка формулы крови по стандартному методу Л.Х. Гаркави.

6. Для преобразования результатов обследования в баллы использовались стандартные математические шкалы: шкал процентильных рангов, Z -шкалы, шкалы стандартных оценок, полученных на основе линейных преобразований Z-шкалы, а также уровневой шкалы. Установление границ исследуемых баллов проводилось методом последовательных интервалов.

7. Статистический анализ выполнен в программах STATISTICA и EXCEL с использованием параметрических и непараметрических методов. При проверке статистических гипотез уровень значимости принимался равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Разработка и обоснование протокола специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре для оценки физической работоспособности спортсменов-гребцов

В условиях Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна, являющегося одним из учреждений проведения функционального нагрузочного тестирования в рамках УМО спортивных сборных команд России разработан протокол специфического нагрузочного тестирования с применением гребного эргометра (табл. 1).

Таблица 1

Разработанный протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре для спортсменов-гребцов

Время нагрузки, мин	Степень	Мужчины	Женщины	Продолжительность, мин
		Мощность, Вт		
1:00 - 2:00	1	150	100	2
2:00 – 4:00	2	200	150	2
6:00 – 8:00	3	250	200	2
8:00 – 10:00	4	300	250	2
10:00 – 12:00	5	350	300	2
12:00 – 14:00	6	400	350	2
14:00 – 16:00	7	450	400	2
16:00 – 18:00	8	500...	450...	до отказа
Восстановление		-	-	3-5

При разработке протокола за основу взята стандартная специфическая проба на гребном эргометре, используемая при проведении этапного комплексного обследования (ЭКО) спортсменов сборной академической гребли во ВНИИФК, которая содержит 30-секундные паузы для взятия проб лактата на каждой трехминутной ступени теста для определения момента наступления порога анаэробного обмена. С одной стороны эти паузы значимо увеличивают общее время нагрузочной пробы, с другой, не вполне сопоставимы с условиями реальной соревновательной деятельности спортсменов, где при прохождении трассы гребля проходит в непрерывном режиме. В связи с чем, при разработке

протокола специфического нагрузочного тестирования, нами были исключены 30-секундные паузы после каждой ступени и время каждой ступени было сокращено до 2-х минут.

При сравнительной оценке параметров физической работоспособности у спортсменов гребцов, полученных при обследовании по разработанному и существующему протоколу специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре показано, что при тестировании по разработанному протоколу за меньшее время (на 29% ниже) обеспечивается достижение сходных значений МПК ($64,36 \pm 2,43$ мл/мин/кг и $62,86 \pm 5,41$ мл/мин/кг) и более высокое соотношение ПАНО к МПК ($92,53 \pm 5,35\%$ и $86,2 \pm 4,00\%$), что свидетельствует о большей эффективности и экономичности работы спортсмена при выполнении постоянной нагрузки, без пауз для взятия проб лактата (рис. 1).

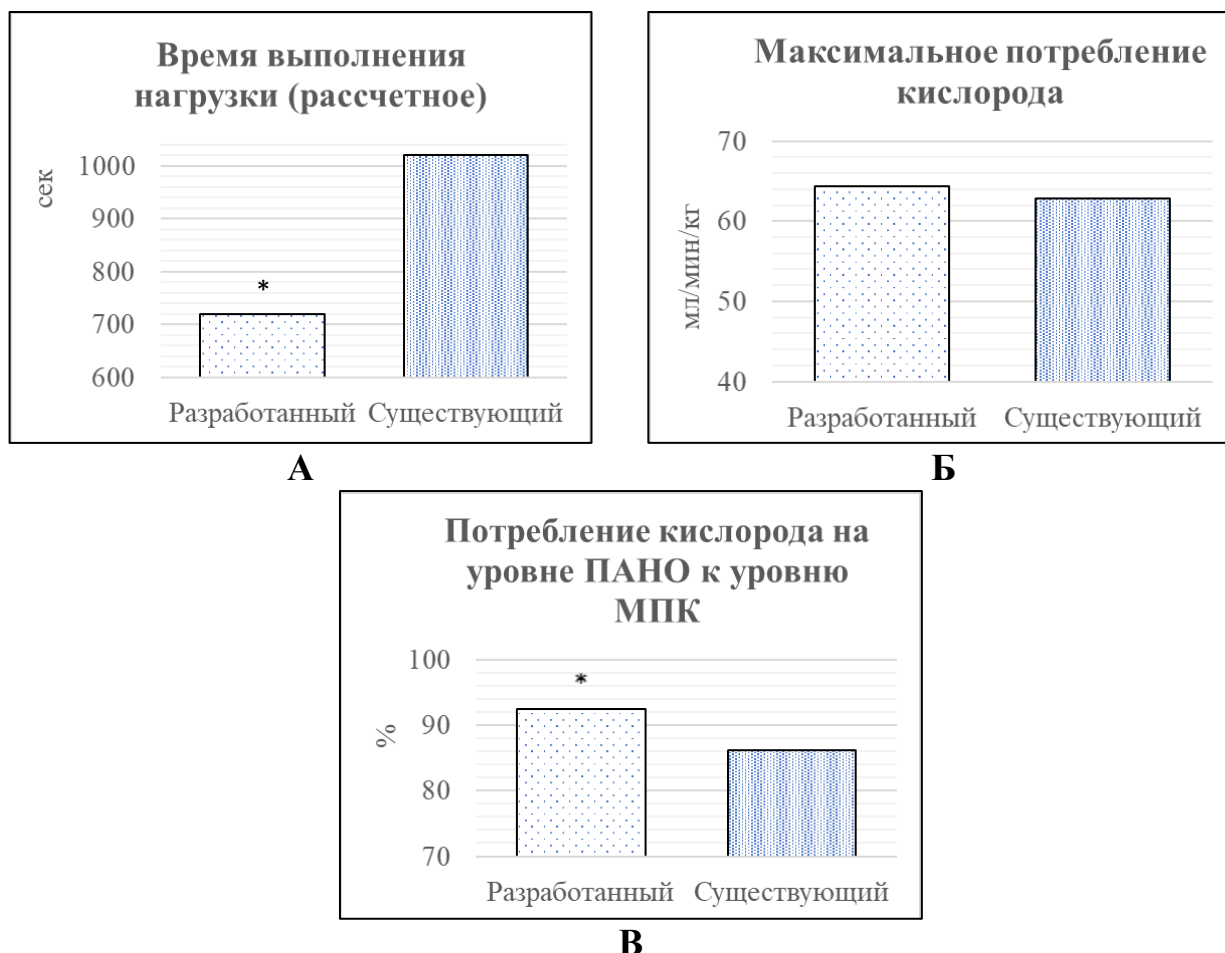


Рис 1. Сравнительная оценка протоколов нагрузки на гребном эргометре по параметрам времени выполнения нагрузки (А), максимального потребления кислорода (Б) и по соотношению потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена к уровню максимального потребления кислорода (В).
Примечание: * - достоверно, при $p < 0,05$

Таким образом, разработанный протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре может применяться у спортсменов-гребцов как при углубленном, так и при этапном медицинском обследовании спортсменов и, в отличие от стандартной специфической нагрузочной пробы, основывается на оценке времени выполнения нагрузки при максимальной имитации условий профессиональной деятельности.

Комплексная оценка параметров функциональной готовности спортсменов сборной команды по академической гребле с использованием неспецифического и специфического нагрузочного тестирования

Учитывая, что общепринятыми методами оценки физической работоспособности спортсменов при проведении углубленного медицинского обследования спортсменов является эргоспирометрия на велоэргометре или тредмиле, нами проведена сравнительная оценка результатов обследования 94 членов сборной по академической гребле, в том числе 56 мужчин и 38 женщин, из них мастеров спорта международного класса (МСМК) – 20, мастеров спорта (МС) – 38 и кандидатов в мастера спорта (КМС) – 36 человек. Средний возраст у мужчин 19-25 лет.

Показано, что нагрузочное тестирование на тредмиле в большей мере раскрывает возможности кислородтранспортной системы работающих мышц спортсмена, и основные параметры физической работоспособности (время выполнения нагрузки, время наступления порога анаэробного обмена, значения максимального потребления кислорода) на тредмиле отличаются от аналогичных на велоэргометре в среднем на 15-17% (табл. 2).

Сравнительная оценка специфической и неспецифической нагрузочной пробы на гребном эргометре и на тредмиле, соответственно у членов сборной по академической гребле показала, что за меньшее время работы на гребном эргометре, спортсмены достигали практически равных значений МПК, но потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена было достоверно выше при специфическом нагрузочном тестировании, как и соотношении пульсовых характеристик ПАНО/МПК – важных для построения правильного профиля тренировочных нагрузок. Так, у членов мужской сборной данный показатель достоверно выше при специфической нагрузке – 94,31%, чем при тестировании на тредмиле - 88,16% ($p < 0.05$) (табл. 3).

Результаты оценки физической работоспособности спортсменов сборной команды России по академической гребле при неспецифическом нагрузочном тестировании

Вид нагрузки Параметр		Мужчины, n = 56			Женщины, n = 38		
		Тредмил	Вело- протокол 40 Вт	Вело- протоко л 50 Вт	Тредми л	Вело- протоко л 30 Вт	Вело- протоко л 50 Вт
Эргоспирометрия	Время нагрузки, сек	901,24±31,91	737,15±12,67	722,58±11,21*	715,20±26,49*	754,92±16,36	547,57±13,72
	МПК, мл/мин/кг	60,55±1,95	52,32±1,60	49,23±1,81*	50,51±1,92	47,92±1,28	42,24±1,60
	Время ПАНО, сек	747,18±26,69	624,30±14,25	616,63±11,61	568,13±22,30	670,33±18,65	473,71±19,27*
	VO ₂ ПАНО, мл/мин/кг	54,95±2,30	45,57±1,40	43,94±1,84*	44,31±2,16	43,72±1,69*	37,53±2,01*
Вингейт-тест	Пиковая мощность, Вт	1332,92±69,36	1560,30±62,98	1539,00±55,39	862,71±41,24	1007,11±55,32	956,71±97,71
	Средняя мощность, Вт	863,23±25,47	938,00±20,67	932,29±28,92	579,86±18,72	619,67±19,20	586,86±37,87
	Общая работа, Дж	12967±373	14 036±311	14 041±436	8 705±75	9 267±281	8 837±565

Примечание: * значения достоверны при $p < 0,05$

Таблица 3

Сравнительная характеристика показателей эргоспирометрического тестирования членов мужской сборной по академической гребле при неспецифическом и специфическом виде нагрузки

Показатель	Тредмил n=13	Гребной эргометр n=13
Время нагрузки, сек	938,69±25,12	803,38±21,07
Время наступления ПАНО, сек	654,77±19,55	643,54±17,71
МПК, мл/мин/кг	60,08±0,07	60,72±1,02
VO ₂ ПАНО, мл/мин/кг	50,94±1,18*	57,61±0,98*
ЧСС _{ПАНО} /ЧСС _{МАКС} , %	88,40±1,23**	95,12±0,78**

Примечание: * значения достоверны при $p < 0,05$; ** значения достоверны при $p < 0,01$

При планировании дизайна исследования мы расширили традиционный набор методов, включенных в программу углубленного медицинского обследования спортсменов, и провели комплексную оценку функциональной готовности спортсменов не только по параметрам физической работоспособности, но и оценку функциональных показателей системы обеспечения в покое по параметрам гемодинамики, параметрам компонентного состава тела и по параметрам психоэмоционального состояния. На данном этапе работы полученные результаты были шкалированы и проанализированы с учетом индивидуальных различий. Сформированные диапазоны значений шкал по показателям функциональной готовности позволили получить 6 групп параметров (табл. 4).

Таблица 4

Шкалы балльной оценки параметров функциональной готовности спортсменов (П.А. Шулепов, 2015)

Параметр	Очень хорошо/ Отлично		Удовлетворительно/ Хорошо		Плохо/ Неудовлетворительно	
	6,00-5,18	5,17-4,35	4,34-3,51	3,50-2,68	2,67-1,84	1,83-1,00
Оценка	6	5	4	3	2	1
Балл	6	5	4	3	2	1

По каждому параметру спортсмен оценивался в диапазоне от 1 до 6 баллов, где: 5-6 баллов – уровень «очень хорошо» и «отлично», характеризующий эффективный тренировочный процесс; 3-4 балла – уровень «удовлетворительно» и «хорошо», не требующий вмешательства врача, однако рекомендованы изменения тренировочного процесса для улучшения результативности спортсмена; 1-2 балла – уровень «очень плохо» и «плохо», требующий повышенного внимания спортивного врача и тренера команды, необходимо изменение тренировочного процесса, консультация специалиста, психолога и т.п. Данный подход был разработан ранее и применялся у представителей сборной команды по биатлону.

Комплексная оценка параметров системы обеспечения физической работоспособности с помощью дополнительных методов обследования на данном этапе работы позволила выбрать наиболее информативные показатели, формирующие интегральную оценку функциональной готовности спортсмена.

**Разработка структуры модельных характеристик спортсменов
сборной команды России по академической гребле по параметрам
интегральной оценки функциональной готовности**

Разработка и количественная оценка модельных характеристик по 33 параметрам функциональной готовности спортсменов сборной команды России по академической гребле проводилась в преддверии летних Олимпийских игр в г. Рио-де-Жанейро 2015 года.

Структуру модельных характеристик спортсменов сборной команды по академической гребле формируют четыре группы показателей: 1) прямые показатели физической работоспособности, учитывающие результаты выполнения специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре; 2) показатели системы обеспечения при нагрузке; 3) функциональные показатели системы обеспечения в покое; 4) показатели психоэмоционального состояния. Применение шкал 6-балльной оценки к полученным результатам, позволило дать интегральную оценку функциональной готовности высококвалифицированных спортсменов-гребцов, включающую интегральный показатель физической работоспособности при выполнении специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре и разработать итоговый протокол результатов тестирования 72 членов сборной команды России по академической гребле (40 мужчин и 32 женщины). Для 16 показателей структуры модельных характеристик спортсменов сборной команда России по академической гребле были рассчитаны диапазоны значений, где эталонному уровню показателя, соответствует оценка в 5-6 баллов. В таблице 4 приведены крайние значения модельных характеристик физической работоспособности и гемодинамики спортсменов мужской и женской сборных России по академической гребле.

Балльная оценка всех 16 модельных характеристик была использована при построении многофакторного рейтинга сборной команды, ранжированного по интегральному показателю физической работоспособности спортсменов. Итоговый протокол результатов комплексного обследования параметров функциональной готовности членов мужской и женской сборных команд России по академической гребле представляет собой индивидуальные результаты полного обследования 72 членов сборной России по академической гребле включает 33 показателя: 14 параметров физической работоспособности и 19 параметров системы ее обеспечения.

Таблица 4

Диапазоны эталонных (лучших) и худших значений модельных характеристик физической работоспособности и гемодинамики спортсменов мужской и женской сборных команд России по академической гребле

Модельная характеристика	Балл	Мужчины		Женщины	
		Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение
Время выполнения специфической нагрузки на гребном эргометре «до отказа», сек	1,00 - 1,99	И ниже	650	И ниже	509
	5,00 - 6,00	841	И выше	635	И выше
Дистанция, пройденная при выполнении специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре, м	1,00 - 1,99	И ниже	2729	И ниже	2111
	5,00 - 6,00	3800	И выше	2753	И выше
Мощность средняя, Вт	1,00 - 1,99	И ниже	240	И ниже	170
	5,00 - 6,00	287	И выше	201	И выше
Время наступления порога анаэробного обмена (ПАНО), сек	1,00 - 1,99	И ниже	520	И ниже	377
	5,00 - 6,00	641	И выше	500	И выше
Максимальное потребление кислорода, мл/мин/кг	1,00 - 1,99	И ниже	47.52	И ниже	42.34
	5,00 - 6,00	62.16	И выше	56.12	И выше
Потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена ($VO_{2ПАНО}$), мл/мин/кг	1,00 - 1,99	И ниже	41.42	И ниже	42.33
	5,00 - 6,00	58.33	И выше	53.12	И выше
Отношение времени ПАНО к МПК, %	1,00 - 1,99	И ниже	63.58	И ниже	63.58
	5,00 - 6,00	85.49	И выше	85.49	И выше
Ударный объем, мл	1,00 - 1,99	И ниже	83	И ниже	70
	5,00 - 6,00	113	И выше	82	И выше
Общее периферическое сопротивление сосудов, дин с см ⁻⁵	1,00 - 1,99	И выше	1200	И выше	1300
	5,00 - 6,00	1009	И ниже	1099	И ниже
Функциональное состояние (интегративный показатель гемодинамики), отн. ед	1,00 - 1,99	И ниже	0.749	И ниже	0.749
	5,00 - 6,00	0.871	И выше	0.871	И выше

Таким образом, выполненная работа, позволяет унифицировать проведение обследования спортсменов сборной команды России по академической гребле как для реализации целей углубленного, так и этапного медицинского обследования высококвалифицированных спортсменов. Использование разработанных в рамках данной работы единой методологии оценки физической работоспособности с помощью специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре, интегральной оценки параметров функциональной готовности и структуры модельных характеристик обеспечит преемственность и систематизацию массива данных как при разовом медицинском обследовании, так и их контроль в динамике.

Представленные теоретические подходы являются перспективными, так как могут служить основой для разработки специфических нагрузочных проб и модельных характеристик для спортсменов других олимпийских видов спорта.

ВЫВОДЫ

1. Разработанный протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре может применяться как при углубленном, так и при этапном медицинском обследовании спортсменов, так как в отличие от стандартной специфической нагрузочной пробы основывается на оценке времени выполнения нагрузки при максимальной имитации условий профессиональной деятельности спортсменов-гребцов, что сокращает время тестирования на 29% и обеспечивает достижение бóльших значений максимальной мощности у 72% спортсменов, при схожих значениях максимального потребления кислорода $64,36 \pm 2,43$ мл/мин/кг по разработанному протоколу и $64,00 \pm 4,75$ мл/мин/кг при стандартной пробе.

2. Результаты сравнительной оценки параметров физической работоспособности при использовании стандартного неспецифического нагрузочного тестирования свидетельствуют, что показатели потребления кислорода на уровне порога анаэробного обмена и на пике нагрузки, достоверно выше на тредмиле, чем на велоэргометре в среднем на 15-18% ($p < 0,05$). При использовании специфического протокола нагрузки аналогичные показатели достоверно выше на гребном эргометре, чем на тредмиле за счет включения в нагрузку специфических работающих мышц и более эффективной аэробной производительности ($p < 0,01$).

3. Определение уровня функциональной готовности высококвалифицированных спортсменов должно базироваться на интегральной

оценке параметров физической работоспособности и на оценке функциональных показателей системы обеспечения в состоянии покоя по параметрам гемодинамики, компонентного состава тела, параметрам психоэмоционального состояния. Комплекс указанных параметров формирует четырехкомпонентную структуру модельных характеристик у спортсменов по академической гребле.

4. Модельные характеристики спортсменов академической гребли включают интегральный показателем физической работоспособности, учитывающим время выполнения специфической нагрузки на гребном эргометре, пройденную дистанцию и среднюю мощность, а также функциональные показатели системы обеспечения в покое и при нагрузке (максимальное потребление кислорода, порог анаэробного обмена, показатели гемодинамики, показатели компонентного состава тела и психоэмоционального состояния).

5. Применение интегрального показателя физической работоспособности, как ранжирующего при построении многофакторного рейтинга сборной команды установило, что к физически подготовленному эталонному уровню, относятся члены мужской сборной России по академической гребле, чей результат времени выполнения специфической нагрузки на гребном эргометре более 841 сек, пройденная дистанция более 3800 м и средняя мощность выше 287 Вт.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Специфический протокол нагрузочного тестирования на гребном эргометре и модельные характеристики членов борной команды России по академической гребле по показателям функциональной готовности могут быть рекомендованы к использованию при углубленном и этапном медицинском обследовании спортсменов сборных команд России по гребному спорту.

1. Рекомендовано использовать протокол специфического нагрузочного тестирования на гребном эргометре с соблюдением следующих позиций: нагрузка начинается со 150 Вт (для женщин со 100 Вт); увеличение нагрузки на 50Вт происходит ступенчато каждые 2 минуты, без пауз; нагрузка выполняется спортсменом «до отказа» при объективном (параметры газоанализа) достижении максимального уровня потребления кислорода.

2. Рекомендовано при составлении заключения о результатах оценки физической работоспособности спортсменов руководствоваться разработанными диапазонами значений показателей, полученных при

выполнении специфической нагрузочной пробы на гребном эргометре «до отказа»:

1) высокий уровень параметров, соответствующий оценке «отлично-хорошо» у мужчин:

- время выполнения нагрузки 841 секунда и выше;
- время ПАНО – 641 сек и выше;
- МПК – 62,16 мл/мин/кг и выше;
- VO₂ПАНО – 58,33 мл/мин/кг и выше;
- дистанция – 3800 м и выше;
- мощность средняя – 287 Вт и выше;
- % времени ПАНО от МПК 85,49 и выше.

2) высокий уровень параметров, соответствующий оценке «отлично-хорошо» у женщин:

- время выполнения нагрузки 635 секунда и выше;
- время ПАНО – 500 сек и выше;
- МПК – 56,12 мл/мин/кг и выше;
- VO₂ПАНО – 53,12 мл/мин/кг и выше;
- дистанция – 2753 м и выше;
- мощность средняя – 201 Вт и выше;
- % времени ПАНО от МПК 85,49 и выше.

3. Для своевременной оценки результатов углубленного и этапного медицинского обследования спортсменов сборной команды России по академической гребле и формирования оперативного заключения о необходимости внесения соответствующих корректив в тренировочно-соревновательную деятельность спортсмена, рекомендовано обращать внимание на значения 1-2 балла в полном перечне разработанных модельных характеристик, включая гемодинамические показатели, показатели компонентного состава тела и показатели психоэмоционального состояния. согласно параметрам, отражающим низкий уровень функциональной готовности спортсмена для направления спортсмена к узким специалистам, коррекции питания и интенсивности нагрузок с учетом индивидуальных пульсовых характеристик.

4. Для возможности динамического контроля за состоянием функциональных и адаптационных резервов спортсменов сборной команды

России по академической гребле, рекомендовано использование единой методологии обследования и разработанных итоговых протоколов результатов интегральной оценки функциональной готовности.

СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Голобородько Е.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С., Петрова В.В., Шулепов П.А., Киш А.А. Оценка физической работоспособности у высококвалифицированных спортсменов различных видов спорта / Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2018. – № 2. – С. 42–43.

2. Дворников М.В., Разинкин С.М., Петрова В.В., Фомкин П.А., Нетребина А.П., Киш А.А. Методика индивидуальной оценки устойчивости спортсменов к максимальным физическим нагрузкам в условиях измененной гипоксической и гипотермической среды // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 9. – С. 37 – 42.

3. Киш А.А., Разинкин С.М., Фомкин П. А., Богоявленских Н. С. Обоснование использования специфического нагрузочного тестирования в спорте высших достижений на примере циклических видов спорта // Вопросы курортологии физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2017. – № 2. – С. 74.

4. Котенко К.В., Уйба В.В., Корчажкина Н.Б., Петрова М.С., Киш А.А., Михайлова А.А. Повышение функциональных возможностей организма спортсменов циклических видов спорта // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 9. – С. 42 – 44.

5. Мирошникова Ю.В., Разинкин С.М., Самойлов А.С., Фомкин П.А., Петрова В.В., Киш А.А. Разработка и обоснование унифицированной шкалы уровня оценки функциональных резервов членов сборных команд России // Медицина экстремальных ситуаций. – 2015. – № 4. – С. 38 – 44.

6. Петрова В.В., Киш А.А., Брагин М.А. Прогноз физической работоспособности по показателям комплексной оценки состояния спортсменов // Медицинская наука и образование Урала. – 2019. – № 1. – С. 155–159.

7. Разинкин С.М., Котенко К.В., Петрова В.В., Фомкин П.А., Киш А.А., Нетребина А.П., Петрова М.С., Иванова И.И. Оценка адаптационных возможностей организма профессиональных спортсменов и лиц, активно

занимающихся спортом, к экстремальным климатическим условиям с использованием различных методов // Физиотерапевт. – 2013. – № 4. – С. 28 – 39.

8. Разинкин С.М., Петрова В.В., Киш А.А., Богоявленских Н.С., Жаркова К.Н. Прудников И.А., Сапов Д.А. Автоматизация системы обработки результатов и формирования протокола функционального нагрузочного тестирования спортсменов / Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2018. – № 2. – С. 104–105.

9. Разинкин С.М., Самойлов А.С., Фомкин П.А., Петрова В.В., Киш А.А., Артамонова И.А. Методологический подход к оценке функциональных резервов спортсменов циклических видов спорта // Спортивная медицина: наука и практика. – 2016. – № 1. – С. 26 – 34.

10. Разинкин С.М., Шулепов П.А., Киш А.А., Богоявленских Н. С. Методика интегральной оценки психофизиологического состояния спортсмена // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2018. – № 3. – С. 55–64.

11. Разинкин С.М., Самойлов А.С., Петрова В.В., Шулепов П.А., Киш А.А., Брагин М.А. Избранные лекции по спортивной медицине. – М.: Издательство «Научная книга», 2018.—664 с.

12. Самойлов А. С., Разинкин С.М., Киш А.А., Богоявленских Н. С., Жаркова К. Н., Фомкин П. А. Обоснование методики оценки физической работоспособности спортсменов сборной России по академической гребле // Спортивная медицина: наука и практика. – 2016. – № 2. – С. 46 – 53.

13. Шулепов П.А., Киш А.А., Богоявленских Н.С., Жаркова К.Н. Функциональная готовность спортсмена // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2017. – № 4. – С. 929–940.

Монография: Разинкин С.М., Самойлов А.С., Петрова В.В., Шулепов П.А., Киш А.А., Брагин М.А. Избранные лекции по спортивной медицине. – М.: Издательство «Научная книга», 2018.—664 с.

Методические рекомендации: Самойлов А.С., Разинкин С.М., Петрова В.В., Шулепов П.А., Киш А.А. Исследование адаптационных и функциональных резервов спортсменов спортивных сборных команд Российской Федерации по летним олимпийским видам спорта в различные периоды медицинских обследований и наблюдений, и коррекции их функциональной готовности и психоэмоционального состояния. Методические рекомендации. Под ред. проф. В.В. Уйба // М.: ФМБА России, 2018.—77 с.