ОТЗЫВ
ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора биологических наук, профессора, профессора кафедры биологических дисциплин ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет спорта» Литвина Федора Борисовича на диссертационную работу Бахаревой Анастасии Сергеевны «Функционально-метаболическое обеспечение адаптации лыжников-гонщиков к нагрузкам на этапах подготовительного периода (персонифицированный подход)», представленную к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных (биологические науки)

Актуальность темы исследовании. Фундаментальной проблемой современной физиологии мышечной деятельности и спорта является установление эффективных механизмов адаптации организма к экстремальным по интенсивности и объему тренировочным нагрузкам, в частности в лыжных гонках. Эффективность адаптации к мышечной деятельности определяется не столько изолированной мощностью отдельных функциональных систем, сколько их интегративным взаимодействием и сбалансированностью механизмов регуляции. Связующим звеном этой интеграции выступает вегетативная регуляция, обеспечивающая мобилизацию энергетических и метаболических ресурсов. Вместе с тем, исследования вегетативных механизмов в контексте влияния на персонифицированное функционально-метаболическое обеспечение адаптивных процессов у спортсменов к нагрузочным воздействиям единичны, а вопрос об оптимальных диапазонах значений параметров, в том числе вариабельности сердечного ритма, на разных этапах тренировочного периода остается весьма дискуссионным. Диссертационное исследование А.С. Бахаревой эмпирически обосновывает оптимальные диапазоны ключевых детерминант, роль предиктора функционально-метаболического обеспечения работоспособности и эффективность механизмов адаптации у квалифицированных лыжников-гонщиков на этапах подготовительного периода, что служит фундаментом для теоретических обобщений и определяет его несомненную научную актуальность.

Общая характеристика структуры и содержания диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 341 странице, иллюстрирована 43 рисунками и включает 72 таблицы собственных результатов исследования. Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ и состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений, списка литературы (460 источников, из них 163 на иностранном языке) и приложения.

Во введении автор аргументированно раскрывает актуальность темы, характеризует степень разработанности научной проблемы и формулирует рабочую гипотезу. Положения, выносимые на защиту, сформулированы в контексте решения поставленной цели и задач исследования. Широкая апробация фрагментов диссертационной работы на многочисленных научных форумах и количество публикаций по теме исследования свидетельствуют о достаточно высокой информированности научной общественности о полученных данных.

Первая глава (обзор литературы) «Закономерности, определяющие общую и специальную физическую работоспособность у квалифицированных лыжников-гонщиков» отражает основательную проработку теоретических и методологических аспектов исследуемой проблемы. В заключении по первой главе обозначены дискуссионные вопросы и обоснована необходимость поиска предикторов, критериев и маркеров для оценки интегральных адаптивных процессов.

Вторая глава диссертации посвящена организации и методам исследования: охарактеризован контингент обследования и его дифференциация в соответствии с поставленными задачами, представлены адекватные инструментальные методы (биоимпедансный анализ состава тела, тонометрия и пульсометрия, гематологический и биохимический анализ крови, иммунохемилюминесцентное определение гормонов, эхокардиография, спирометрия, а также функциональные и нагрузочные пробы). Описан комплекс современных математико-статистических методов анализа, обеспечивающий объективность интерпретации результатов, включая метод

нормализации данных «min-max» для оценки персонифицированных профилей функционально-метаболического обеспечения работоспособности.

В третьей главе «Уровень физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта и критерии формирования выборки лыжников-гонщиков для оценки ее функционально-метаболического обеспечения» представлены результаты оценки реактивности системы гемодинамики при нагрузочном тестировании и уровня работоспособности спортсменов циклических видов спорта (лыжников-гонщиков, пловцов и легкоатлетов). Автором аргументировано обоснована необходимость формирования однородной выборки: приведены критерии отбора именно лыжников-гонщиков в основную группу обследования с последующей дифференциацией на группы сравнения «лидеры» и «резерв». Установлено, что наиболее реактивным параметром системы гемодинамики при нагрузочном тестировании является общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

В четвертой главе «Функционально-метаболическое обеспечение физической работоспособности лыжников-гонщиков на этапах подготовительного периода (групповой анализ и обсуждение результатов)» представлен комплексный анализ 62 параметров, отражающих функционально-метаболическое состояние спортсменов на каждом этапе подготовительного периода; 20 параметров, характеризующих реактивность организма и его резервные возможности при нагрузочных воздействиях. Проанализирована динамика показателей компонентного состава тела, системы крови, биохимических и гормональных параметров, кардиогемодинамики и функции внешнего дыхания в группах сравнения. Показаны значимые межгрупповые различия по параметрам, отражающим уровни ответа на тренировочные нагрузки и функциональные пробы, в том числе по показателю ВСР (RMSSD). По комплексному анализу результатов описаны два варианта адаптации квалифицированных лыжников-гонщиков групп «лидеров» и «резерва».

Пятая глава «Комплексный статистический анализ физиологических профилей адаптации» посвящена многоуровневой статистической

интерпретации системных физиологических процессов, лежащих в основе различных типов адаптации. Принципиально значимым представляется тот факт, что динамика показателя RMSSD и характер его корреляционных взаимосвязей с функционально-метаболическими параметрами, по результатам факторного анализа, свидетельствуют о качественно различной организации адаптационных процессов в группах лыжников-гонщиков. Для спортсменов группы лидеров характерна эффективная факторная структура вегетативного обеспечения, основанная на прогнозировании и управлении; для спортсменов группы резерва – напряженная компенсаторная структура, реализуемая через контроль за истощением функциональных ресурсов.

В рамках предложенной логики анализа, показатель ВСР (RMSSD) рассматривается не только как индикатор тонуса блуждающего нерва, но и как предиктор, отражающий функционально-метаболический статус организма и риск развития дезадаптационных состояний. Обоснованность предикторной роли RMSSD подтверждается предложенным автором индексом функционального резерва парасимпатической вегетативной нервной системы (IPVNS), диапазоны которого, полученные в результате кластерного анализа, дифференцируют уровни адаптационных возможностей организма.

Существенным методическим результатом главы является то, что регрессионный анализ позволил не только установить ключевые детерминанты RMSSD, но и, посредством проверки уравнения регрессии на эмпирических показателях обследованных лыжников-гонщиков, получить прогностические значения RMSSD для каждой группы на каждом этапе подготовительного периода. Сопоставление прогностических значений с фактическими результатами замеров дало возможность определить доминирующий механизм регуляции (системный, локальный или сочетанный).

Нельзя не отметить, что подобный методический ход представляется особенно ценным, поскольку он переводит анализ адаптации с описательного уровня на прогностический, позволяя не только констатировать текущее функциональное состояние спортсмена, но и оценивать направленность его

адаптационных процессов. Именно в этом заключается наиболее существенный вклад пятой главы в общую концепцию диссертационного исследования.

В шестой главе «Персонифицированный анализ функционально-метаболического обеспечения адаптации организма у лыжников-гонщиков к нагрузкам на этапах подготовительного периода» представлен детальный разбор индивидуальных профилей спортсменов с разными вариантами реактивности парасимпатического отдела ВНС. Проанализированы эхокардиографические параметры, показатели функции внешнего дыхания, лейкоцитарного звена крови и биохимических маркеров. На основе нормализованных значений ключевых детерминант построены персональные профили, демонстрирующие разнонаправленные варианты траекторий адаптации на этапах подготовительного периода. Полученные диссертантом результаты эргометрического тестирования спортсменов на ручном лыжном эргометре в конце специально-подготовительного этапа характеризуют кислородтранспортные особенности адаптации в условиях специфической мышечной деятельности. Установлено, что у спортсменов с различной вегетативной реактивностью формируется разный уровень кислородного обеспечения мышечной деятельности, что отражает индивидуальные особенности адаптивных реакций организма на нагрузочные воздействия.

Заключение диссертационной работы является завершенным, логически выстроенным и содержательным разделом, в котором автор демонстрирует способность к научному обобщению, интеграции эмпирических данных в теоретический контекст и определению практической значимости полученных результатов.

Следует отметить, что изложение диссертационного материала выстроено последовательно от теоретического анализа и обоснования методологии к формированию однородной выборки и групповому анализу полисистемных параметров, далее к статистическому обоснованию выявленных механизмов и персонифицированной интерпретации адаптивных процессов.

Научная новизна диссертационного исследования определяется модифицированными протоколами оценки функциональных состояний спортсменов при эргометрическом тестировании и ортостатической пробе на основе современного методического обеспечения, в том числе цифровых технологий.

Наиболее значимыми являются данные о комплексе биомаркеров, определяющих специфичность вклада в функциональное состояние организма лыжников-гонщиков на разных этапах подготовительного периода. На I-ом этапе это содержание базофилов, доля эозинофилов, концентрация триглицеридов, активность АЛТ. На II-ом этапе – содержание лейкоцитов и эозинофилов, средняя концентрация гемоглобина в эритроцитах, концентрация глюкозы. На III-ем этапе – количество лимфоцитов, доля моноцитов, показатели ЖЕЛ, МВЛ, ФЖЕЛ, $ОФВ_{1вдоха}$, $МОС_{50}$ и $ПОС_{выд.}$. На всех этапах выявлена сопряженная динамика ЧСС и ОПСС, отражающая формирование различных механизмов регуляции кровообращения.

В качестве интегральных критериев предложены: индекс Eo/Ba, характеризующий баланс про- и противовоспалительных процессов; индекс БМТ/ЖМТ, отражающий направленность метаболических процессов (активацию липолиза или анаэробного гликолиза); индекс функционального резерва парасимпатической вегетативной нервной системы (IPVNS) по параметру RMSSD, позволяющий дифференцировать адаптивные состояния спортсменов.

Впервые применение метода «min-max»-нормализации и персонифицированных диаграмм обеспечило выявление индивидуальных траекторий адаптации и лимитирующих звеньев, подтверждающих гетерохронность и вариативность адаптивных процессов. Установлено, что один и тот же тип вегетативной регуляции может реализовываться через различные функционально-метаболические механизмы, что обосновывает переход от усредненных групповых реакций к анализу индивидуальных вариантов адаптации.

Впервые на основе технологии ближней инфракрасной спектроскопии (NIRS) проведена оценка кислородного обеспечения мышечной деятельности при ступенчатом нагрузочном тестировании. Эффективность кислородного обеспечения установлена по направленности и силе корреляционной взаимосвязи мощности работы и концентрация гемоглобина в капиллярной крови (tHb) на каждом пороге энергообеспечения (АэП, ПАНО, МПК).

Теоретическая значимость работы. Вклад диссертанта в развитие фундаментальных представлений о механизмах адаптации человека к длительным и интенсивным физическим нагрузкам выражается: в дополнении положений о механизмах реализации адаптивных процессов, в частности, функционально-метаболической вариантности; в обосновании модификации существующих протоколов оценки механизмов срочной и долговременной адаптации к специфическим физическим нагрузкам; в дополнении положений теории адаптации, касающихся системных и локальных механизмов регуляции функционального и метаболического состояния организма при напряженной мышечной деятельности; в расширение понимания нейро-иммунно-эндокринных взаимодействий в процессе адаптации. Автором уточнена значимость уровня реактивности парасимпатического отдела ВНС в формировании функционально-метаболических состояний и обеспечения физической работоспособности и обоснованы положения концепции «парасимпатической перегрузки».

Практическая значимость определяется установлением критериев оценки успешной адаптации к возрастающим нагрузкам на основе показателей функционально-метаболического состояния организма; выявлением персонифицированных профилей квалифицированных лыжников-гонщиков, отражающих лимитирующие факторы эффективной адаптации; разработкой практических рекомендаций по оценке адаптивных возможностей и эффективной результативности спортивной деятельности.

Результаты исследования внедрены в деятельность Федерации лыжных гонок России (мужской юниорский состав РФ), Федерации лыжных гонок

Челябинской области, ряда спортивных школ по лыжным видам спорта (г. Челябинск, г. Златоуст), в образовательный процесс кафедры спортивного совершенствования ИСТиС ЮУрГУ, а также в курсы повышения квалификации тренеров-преподавателей по лыжным гонкам.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку обеспечена методологическим уровнем с применением комплекса современных, адекватных задачам инструментальных методов исследования, анализом достаточного объема проанализированного фактического материала (более 3000 показателей). Для детального анализа сформирована однородная группа квалифицированных лыжников-гонщиков мужского пола (n = 20, возраст 19–23 года), соответствующая 10 критериям включения, что обеспечило высокую степень контроля над переменными.

Применение факторного, регрессионного и кластерного анализа выявило латентные структуры данных, а прогностическая модель определила доминирующий механизм регуляции (системный, локальный или их баланс) в обеспечении адаптивных реакций организма в группах сравнения.

Положения, выносимые на защиту, аргументированы и подкреплены результатами, полученными в ходе исследования. Сформулированные выводы соответствуют цели работы и поставленным задачам.

Анализ публикационной активности соискателя. Основные результаты диссертационной работы представлены в 42 публикациях, 21 из которых в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий Scopus, WOS, ВАК РФ (К1, К2), а также 19 публикаций в изданиях РИНЦ. Материалы исследования неоднократно были представлены для обсуждения на научных конференциях, съездах и конгрессах всероссийского и международного уровня (всего 23 доклада).

Рекомендации по использованию результатов и выводов. Существенным практическим результатом является обоснование нецелесообразности исследований механизмов адаптации по оценочным

критериям функционально-метаболических процессов у спортсменов, представляющих смешанные выборки по циклическим видам спорта, что приводит к нивелированию специфических особенностей адаптивных механизмов, выявляемых для каждой специализации в отдельности.

Данное заключение имеет прямое практическое значение для организации научно-методического сопровождения сборных команд и указывает на необходимость строгого учета спортивной специализации при формировании групп обследования и разработке нормативных баз.

Установленные автором количественные диапазоны IPVNS (≤0,5; 0,6–0,8; 0,81–0,9; >0,91) позволяют оперативно дифференцировать состояние эффективной адаптации, оптимальной адаптации, «парасимпатической перегрузки» и риск срыва адаптационных механизмов. Оптимальные диапазоны показателей (БМТ/ЖМТ: 6–8 усл. ед.; Eo/Ba: 2–5 усл. ед.) дают возможность с высокой степенью достоверности оценивать направленность обменных процессов (активацию липолиза или анаэробного гликолиза), а также баланс про- и противовоспалительных реакций в организме спортсмена.

Соответствие автореферата диссертации. Автореферат диссертации соответствует содержанию диссертации и полностью отражает ее основные положения.

Замечания и вопросы по работе. Оценивая в целом положительно диссертационную работу А.С. Бахаревой, ее научная ценность побуждает остановиться на некоторых вопросах дискуссионного плана:

1. Из всех параметров оценки ВСР для обоснования уровня вегетативной регуляции функционально-метаболического состояния у спортсменов Вами выбран показатель – RMSSD. Чем Вы обосновываете выбор данного параметра? Имеются ли исследования, подтверждающие такой подход.

2. В персонифицированном анализе Вы выделяете спортсменов с «нормальной», «удовлетворительной» и «пониженной» ортостатической устойчивостью, как соотносятся эти типы реактивности с предложенными Вами значениями индекса IPVNS?

3. Является ли IPVNS более чувствительным маркером дезадаптации, по сравнению с классическими критериями оценки ортостатической пробы?

4. Выявленные признаки «парасимпатической перегрузки» у спортсменов группы резерва рассматриваются Вами как фактор риска. Какие практические действия по коррекции тренировочного процесса Вы могли бы рекомендовать при таком факторе риска у спортсмена?

5. Вами установлена корреляционная взаимосвязь мощности работы и концентрации гемоглобина в капиллярной крови (tHb) на каждом пороге энергообеспечения. Известно, что показатели технологии NIRS в значительной степени зависят от толщины подкожно-жирового слоя в области фиксации датчика. Учитывался ли Вами данный фактор при интерпретации данных мышечной оксигенации, и как контролировалась сопоставимость результатов у спортсменов с различным компонентным составом тела?

6. В тексте диссертации Вы отмечаете, что показатель SmO_2 представляет собой баланс между доставкой и извлечением кислорода в мышечную ткань. Уточните, где устанавливался датчик аппарата для оценки показателя оксигенации мышц и какой механизм определения показателя оксигенации мышц?

7. В тексте диссертации, к сожалению, встречаются отдельные грамматические ошибки и пунктуационные неточности, которые не влияют на смысловое восприятие материала.

Указанные замечания не снижают научной ценности исследования, вопросы носят дискуссионный характер, не ставя под сомнение достоверность полученных результатов, не снижают общей положительной оценки диссертационного исследования, выполненного А.С. Бахаревой.

Заключение. Диссертационная работа «Функционально-метаболическое обеспечение адаптации лыжников-гонщиков к нагрузкам на этапах подготовительного периода (персонифицированный подход)», представленная к защите на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных

(биологические науки), представляет собой самостоятельно выполненный и законченный труд, в котором решена крупная научная проблема, имеющая важное значение для физиологии человека и физиологии спорта, в частности обоснованы количественные критерии (IPVNS) оценки системного и локального уровней регуляции, раскрыты механизмы нейро-иммунно-эндокринной интеграции, лежащие в основе функционально-метаболической адаптации к специфической мышечной деятельности.

Диссертационное исследование Бахаревой Анастасии Сергеевны полностью соответствует пп. 9, 10, 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. от 16.10.2024 №1382), а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных (биологические науки).

Официальный оппонент
доктор биологических наук, профессор,
профессор кафедры биологических
дисциплин ФГБОУ ВО «СГУС» Литвин Федор Борисович

Сведения об организации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный университет спорта», адрес: 214018, г. Смоленск, проспект Гагарина, д. 23, e-mail: info@sgus.ru, телефон: +7 (4812) 30-72-22, web-сайт: sgus.ru.

подпись доктора биологических наук, профессора Литвина Федора Борисовича удостоверяю

Начальник отдела кадров В.И. Егорова

«20» октября 2026 г.

М.П.