ОТЗЫВ
официального оппонента

Капилевича Леонида Владимировича, доктора медицинских наук, профессора на диссертационную работу Бахаревой Анастасии Сергеевны на тему «Функционально-метаболическое обеспечение адаптации лыжников – гонщиков к нагрузкам на этапах подготовительного периода (персонифицированный подход)», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.5. – Физиология человека и животных (биологические науки)

Актуальность темы исследования. Исследования предельных уровней работоспособности, особенностей адаптивных процессов к аэробным и анаэробным нагрузкам актуальны не только для спортивной физиологии, но и востребованы при оценке адаптации человека к нагрузкам при экстремальных условиях труда. Систематические физические нагрузки, развивающие выносливость, оказывают модулирующее влияние практически на все функциональные системы и потенцируют фенотипические адаптивные реакции в организме, на всех уровнях его организации. Метаболические изменения под воздействием физических нагрузок также представляют собой совокупность адаптивных реакций на клеточном, тканевом, органном и системном уровнях. Объединение тех и других совокупностей в единый процесс функционально-метаболического обеспечения деятельности, на примере лыжников-гонщиков, выявляет формирующиеся механизмы межсистемной интеграции, направленной на увеличение функционального резерва и оптимальной адаптации к длительным и высоко интенсивным нагрузкам на этапах подготовительного и соревновательного периодов.

В данном контексте актуальной проблемой, требующей решения является повышение эффективности адаптивных процессов и работоспособности без ущерба для здоровья спортсменов, что сопряжено с поиском объективных маркеров и критериев оценки функционально-метаболического состояния и реактивности систем организма на нагрузочные воздействия. При этом, в спортивной физиологии адаптивные перестройки

представлены преимущественно на примере кардиореспираторной функциональной системе, а метаболические процессы чаще характеризуют липидный обмен. Диссертационное исследование А.С. Бахаревой базируется как на общепринятых подходах к интерпретации механизмов адаптивных процессов отдельных функциональных систем, так и на оригинальных методологических и методических подходах, определяющих совокупность интегративного ответа организма на разных уровнях его организации и этапах подготовительного периода. Персонифицированный подход, использованный диссертантом для интерпретации вариативных адаптационных трендов, обеспечивает дифференцированный подход к применению нагрузок на этапах подготовки и целенаправленному восстановлению спортсменов.

Таким образом, высокая степень актуальности диссертационного исследования заключается в выявлении новых маркеров и критериев оценки системных и локальных механизмов регуляции при специфической физической нагрузке у лыжников-гонщиков, и предиктора вариативности функционально-метаболического обеспечения работоспособности на этапах подготовительного периода.

Характеристика структуры и содержания диссертации. Объем диссертации составляет 340 страниц машинописного текста, который четко структурирован на 6-ть глав, с выделенными логически взаимосвязанными разделами. Текст диссертации включает 43 рисунка и 72 таблицы. Список цитированной литературы включает 460 источников, в том числе 297 отечественных и 163 иностранных авторов.

Раздел «Введение» содержит обоснование актуальности и гипотезу исследования, степень разработанности проблемы, положения, выносимые на защиту, в которых отражаются и методологические подходы, и новизна исследования. Информированность научной общественности с результатами диссертационного исследования подтверждена публикациями автора, активным участием с докладами на Международных и Всероссийских научных форумах.

В первой главе представлен аналитический обзор научных источников, отражающих закономерности, определяющие общую и специальную физическую работоспособность, в том числе у квалифицированных лыжников-гонщиков. Основной акцент сделан на анализ дискуссионных сведений об адаптационных процессах в системах организма у спортсменов циклических видов спорта, а также многообразии предлагаемых маркеров и критериев оценки уровней адаптации. Указывается актуальность исследований интегративного функционально-метаболического обеспечения работоспособности на этапах подготовительного периода, практически не представленных у лыжников-гонщиков.

Во второй главе представлена подробная информация по этапам организации и методам исследования. Дано обоснование формирования основной выборки лиц мужского пола, возрастной группы от 18 до 23 лет, включающая высококвалифицированных и квалифицированных лыжников-гонщиков. Комплексное трехкратное обследование спортсменов по 62 функционально-метаболическим параметрам и 20 параметрам при нагрузочном воздействии (эргометрия, активный ортостаз) указывает на продуманный дизайн исследования, соответствующий поставленной цели и задачам. Обоснована однородность выборки из 20 лыжников-гонщиков, сформированная на основании 10 критериев отбора, дифференцированных на группы сравнения по относительной скорости двигательных действий.

В третьей главе представлены результаты оценки уровня физической работоспособности спортсменов циклических видов спорта (лыжники-гонщики, пловцы, легкоатлеты) и реактивности системы гемодинамики при нагрузочном тестировании на беговой дорожке. Анализ статистически значимых различий физиологических результатов тестирования послужил обоснованием для отбора в группу обследования только лыжников-гонщиков. Одним из значимых различий определен показатель ОПСС, который у лыжников снижался, указывая на адекватную реактивность системы кровообращения на ступенчато возрастающие нагрузки; у пловцов

и легкоатлетов значения ОПСС изменялись фазно, указывая на нестабильность перераспределения кровотока в скелетной мускулатуре.

В четвертой главе представлены групповые результаты динамики значений параметров исследованных функциональных систем и их интерпретация, отражающая различия механизмов адаптации к нагрузкам на этапах подготовительного периода. Диссертант использовал коэффициент соотношения безжировой и жировой массы тела, как критерий, коррелирующий со скоростью; а соотношение Eo/Ba как индекс, отражающий различия про- и противовоспалительных процессов у спортсменов с разным уровнем работоспособности. Особо следует отметить многократность оценки функциональных резервов и регуляторных особенностей системы кровообращения (ортостатическая проба) на каждом этапе подготовительного периода. Так, показатель ВСР (RMSSD) замерялся 48 раз у каждого спортсмена. Межгрупповой анализ функционально-метаболического обеспечения работоспособности выявил статистически значимые различия по показателям: ОЖМТ, HCT, MCV, MCHC, LYMF, Ba, Eo, ЧСС, ОПСС, RMSSD, МВЛ, $ЖЕЛ_{выд.}$, $РО_{выд.}$, $ОФВ_{1выд.}$, $МОС_{50вд/выд.}$, $ПОС_{выд.}$, которые отражают разные адаптивные ответы на воздействия тренировочных нагрузок у спортсменов, специализирующихся в лыжных гонках.

В пятой главе представлена верификация физиологических реакций, определяющих различные типы направленности адаптационных процессов, на основе многоуровневой обработки функциональных и метаболических показателей. Факторный анализ подтверждает различия в структуре функционально-метаболических взаимосвязей между группами лыжников-гонщиков с разной скоростью двигательных действий данных на каждом этапе подготовительного периода; регрессионный анализ выявляет ключевые детерминанты с наибольшим вкладом в формирование парасимпатического тонуса (RMSSD) у лыжников-гонщиков. Результаты кластеризации (количественные диапазоны индекса PVNS) указывают на наличие разных типов адаптации. Спортсмены индивидуальные значения индекса PVNS

которых наиболее репрезентативно отражали диапазоны кластеров, были отобраны диссертантом для персонифицированного анализа функционально-метаболического обеспечения работоспособности на этапах подготовительного периода.

В шестой главе демонстрируются персонифицированные результаты реактивности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы по показателю RMSSD при проведении ортостатической пробы на этапах подготовительного периода и показатели центральной и периферической гемодинамики. Представлен анализ эхо-кардиографических параметров, динамика показателей функции внешнего дыхания, анализ биохимических показателей крови и компонентного состава тела у представителей группы лидеров и резерва, индивидуальные профили спортсменов по ключевым детерминантам адаптации на этапах подготовительного периода. Значимым фрагментом этой главы является персонифицированный анализ реактивности организма лыжников-гонщиков на эргометрическое тестирование в конце подготовительного периода, отражающее готовность спортсменов к соревновательному этапу.

В разделе «Заключение» отмечаются наиболее значимые результаты мониторинга функционально-метаболического обеспечения адаптации к нагрузкам на разных этапах подготовительного периода, ключевые маркеры и механизмы функционирования системы дыхания, кровообращения, крови, энергообеспечения и метаболизма, вегетативной и гормональной регуляции. Полученные результаты являются основанием для индивидуальных тренировочных программ подготовки лыжников-гонщиков мужского пола и критериями функционально-метаболической готовности к соревновательному периоду.

Научная новизна полученных результатов диссертационного исследования А.С. Бахаревой определяется установлением сопряженности механизмов вегетативной регуляции и иммуно-метаболического обеспечения адаптации у квалифицированных лыжников-гонщиков.

Впервые в физиологии спорта сформировано и обосновано целостное представление о нейро-иммунно-метаболической интеграции, как центральном звене обеспечения адаптации к нагрузкам подготовительного периода у квалифицированных лыжников-гонщиков. Установлено, что ключевые адаптивные перестройки реализуются согласованным взаимодействием механизмов парасимпатического звена вегетативной регуляции, функций иммуннокомпетентных клеток крови и метаболических процессов, обеспечивающих адаптивное поддержание гомеостаза при суб- и максимальной мощности мышечной деятельности.

Впервые установлена и количественно обоснована регрессионная модель ключевых детерминант парасимпатической регуляции (RMSSD), где значимыми предикторами выступили иммунные показатели – моноциты, базофилы и лимфоциты. При этом кардиореспираторные параметры ($САД_{лежа}$, $МОС_{75выд}$), а также эозинофилы, АЛТ, АСТ и общая вода были значимы при изолированном анализе, но не сохранили независимого вклада в интегральной модели. Ассоциация моноцитов, базофилов и лимфоцитов с RMSSD согласуется с гипотезой о лимфоцитарной холинергической системе как звене нейроиммунной регуляции адаптации.

Впервые предложен и апробирован нелинейный индекс IPVNS, характеризующий реактивность парасимпатического звена вегетативной нервной системы в ответ на ортостатическую пробу. Показано, что IPVNS $\leq$ 0,5 отражает высокую реактивность и доминирование локальных механизмов регуляции, а IPVNS $\geq$ 0,91 – избыточную фоновую активность и риск дезадаптации.

Определено, что оптимальные значения параметра RMSSD ВСР маркируют смещение восстановительных функций с системного на локальный (клеточный) уровень регуляции. Это подтверждает концепцию «парасимпатической перегрузки», определяя избыточный парасимпатический тонус как маркер напряжения, а не суперкомпенсации.

В качестве интегральных критериев предложены диагностические соотношения БМТ/ЖМТ (безжировая/жировая масса тела) и Eo/Ba (эозинофилы/базофилы), обоснованные как индикаторы активации липолиза и баланса про- и противовоспалительных процессов, связанных с уровнем специальной работоспособности.

Принципиально новым результатом, полученным с применением технологии NIRS, является фиксация прироста концентрации капиллярного гемоглобина в работающей мышце при увеличении мощности нагрузки, что недоступно методам системной гемодинамики и традиционного биохимического контроля. Установлено, что сильная обратная корреляционная взаимосвязь между ОПСС и tHb на уровне ПАНО характеризует эффективность периферического звена гемодинамики, а её отсутствие – дисбаланс между состоянием периферического звена гемодинамики и кислородным обеспечением мышечной ткани.

Теоретическая значимость результатов исследования в области физиологии человека и спортивной физиологии заключается в получении новых знаний о соотношении системных и локальных механизмов долговременной адаптации к физическим нагрузкам, сопряжении нейро-иммунно-метаболической регуляции в обеспечении гомеостаза и функциональных резервов организма у спортсменов. Обосновано положение, согласно которому критерием эффективной долговременной адаптации при развитии выносливости, выступает не максимальный показатель параметров отдельных функциональных систем (дыхательный объём, ударный объёма крови, концентрация гемоглобина), а оптимальное соотношение системных и локальных механизмов регуляции, обеспечивающее энергетическую экономизацию и своевременное восстановление функций. Значимым положением, развивающим теорию адаптации, является обоснование роли парасимпатического отдела вегетативной регуляции в обеспечении физической работоспособности, в молекулярно-клеточной экономизации и

нейро-иммунной интеграции функций организма при долговременной адаптации к субмаксимальным и максимальным нагрузкам.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в разработке и внедрении в систему подготовки квалифицированных лыжников-гонщиков комплекса диагностических критериев и персонифицированных профилей, позволяющих оценивать функционально-метаболическое обеспечение адаптации на этапах подготовительного периода. Предложенные критерии (IPVNS, БМТ/ЖМТ, Ео/Ва) и персонифицированные профили позволяют диагностировать скрытое напряжение адаптационных механизмов на ранних этапах, прогнозировать риск дезадаптации и своевременно корректировать тренировочный процесс, что подтверждено внедрением в практику подготовки сборных команд Челябинской области и Российской Федерации по лыжным гонкам.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций обеспечены методологическим подходом, корректно подобранными методами, продуманным дизайном, грамотной интерпретацией результатов исследования.

Обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждается результатами многократного динамического исследования параметров шести функциональных систем организма, как в состоянии физиологического покоя, так и при нагрузочных тестированиях (активная ортостатическая проба и эргометрия), повторяющихся на каждом этапе подготовительного периода. Выводы соответствуют задачам исследования и содержат конкретизированные результаты работы, практические рекомендации имеют полноценные количественные диапазоны оценочных параметров и их кластеризацию.

Анализ публикационной активности соискателя. Результаты диссертационного исследования отражены в 42 научных работах. Из них 23 статьи опубликованы в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий Scopus, WOS и ВАК РФ (К1, К2) и 19 работ – в изданиях

РИНЦ. Основные положения работы были доложены и обсуждены на 23 научных мероприятиях всероссийского и международного уровня (конференции, съезды).

Рекомендации по использованию результатов и выводов. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы физиологами и врачами по спортивной медицине для оценки функционального состояния спортсменов при проведении этапных и комплексных обследований, врачебно-педагогических наблюдений. Целесообразно рекомендовать применение разработанных оценочных критериев – индекса функционального резерва парасимпатической вегетативной нервной системы, соотношения безжировой и жировой массы тела, соотношения эозинофилов и базофилов – для дифференциации состояний оптимальной адаптации, парасимпатической перегрузки и дезадаптации, прогнозирования риска срыва адаптации и своевременной коррекции тренировочного процесса. Персонифицированные профили функционально-метаболического обеспечения работоспособности позволяют определять направленность адаптационных процессов и необходимость углубленного кардиологического контроля у спортсменов с признаками выраженной гипертрофии миокарда и снижения сократительной функции.

Соответствие автореферата диссертации. Автореферат соответствует структуре и содержанию диссертации, отражая ее ключевые положения.

Давая общую положительную оценку диссертационной работе, выполненной А.С. Бахаревой, необходимо высказать замечания и задать вопросы, требующие пояснений и уточнений.

Замечания и вопросы по работе.

1. Вы, опираясь на регрессионную модель, ключевыми детерминантами показателя RMSSD определяете иммунокомпетентные клетки крови. Вместе с тем, в работе не проводилось прямое определение цитокинов лейкоцитарных или мышечных клеток. Как, на Ваш взгляд, можно верифицировать участие,

например миокин-зависимых механизмов в формировании выявленных взаимосвязей?

2. Какие конкретные цитокины следует определять в дальнейших исследованиях, исходя из полученных Вами данных по персонифицированным профилям показателей имуннокомпетентных клеток?

3. Какие из выявленных Вами маркеров (Eo/Ba, MON, Ba) могли бы служить ранними индикаторами перехода от адаптивного воспаления в патологический процесс у спортсменов при нарастающих нагрузках подготовительного периода?

4. Не означает ли снижение системного (вагусного) контроля признаком снижения адаптационного резерва или, как вы указываете, это признак перехода к качественно иному типу регуляции? Такое снижение характерно было для каких спортсменов из обследованных вами групп и на каком этапе подготовки?

5. Известно, что тромбоциты могут стимулировать эндотелиальные реакции за счёт механического взаимодействия с поверхностью эндотелия. Вы установили, что средний объём тромбоцитов (MPV) превышал нормативные значения на 11–17 % на всех этапах подготовительного периода. Эти изменения объема тромбоцитов указывают на компенсаторную активацию эндотелиальных реакций в ответ на возрастающие нагрузки или на активацию системы гемостаза?

Высказанные замечания не принципиальны, вопросы отражают дискуссионный характер отдельных интерпретаций результатов автором исследования, что позволяет дать общую положительную оценку диссертационной работе, выполненной 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 учёной 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 – раскрыта роль нейроиммунных взаимодействий в обеспечении адаптации организма к напряженной мышечной деятельности и обоснована прогностическая значимость показателей вегетативной регуляции для оценки функциональных резервов и риска дезадаптации у квалифицированных лыжников-гонщиков.

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 медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой
спортивно-оздоровительного
туризма, спортивной физиологии
и медицины НИ ТГУ

06.10.2026 г. Капилевич Леонид Владимирович

Сведения об организации, в которой работает оппонент:
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» (НИ ТГУ). Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, д. 36; телефон: +7 (3822) 52-95-72; веб-сайт: tsu.ru; e-mail: rector@tsu.ru

