

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

**Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт эволюционной физиологии
и биохимии им. И.М. Сеченова
Российской академии наук
(ИЭФБ РАН)**

пр. Тореза, д. 44, г. Санкт-Петербург, 194223
тел.: 552-79-01, факс: 552-30-12
e-mail: office@iephb.ru, http://www.iephb.ru
ОКПО 02698559, ОГРН 1027801535728
ИНН/КПП 7802038273/780201001

22.04.2022 № *1/298*

На № _____



Утверждаю

Директор ИЭФБ РАН

д.б.н. М.Л.Фирсов

«*22*» *апреля* 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

о научно-практической значимости диссертационной работы Балиоз Натальи Владимировны «Хемореактивность и межсистемная интеграция функций кардиореспираторной системы у спортсменов циклических видов спорта при различных видах физической тренированности и уровнях спортивной квалификации» представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 – Физиология.

Актуальность избранной темы. Диссертационная работа Н.В.Балиоз посвящена актуальной проблеме – физиологии двигательной активности и адаптивным изменениям физиологических механизмов регуляции функций кардио-респираторной системы при длительной адаптации организма человека к интенсивной мышечной деятельности. Исследование выполнено на молодых мужчинах спортсменах циклических видов спорта, тренирующих выносливость. Автором диссертации представлены убедительные литературные сведения, доказывающие, что для изучения физиологических механизмов регуляции двигательной активности наиболее перспективными являются подходы, основанные на комплексной оценке функционального состояния кардио-респираторной системы, газообмена и хеморецепции при гипоксических и мышечных нагрузках. При обосновании актуальности исследования автор опирается на статьи, опубликованные в отечественных и зарубежных журналах за последние годы, которые показывают, что у лиц с

высоким уровнем физической активности, наряду с адаптивными изменениями газотранспортной функции при выполнении мышечной работы, происходят изменения нервных и висцеральных механизмов регуляции функций систем, ответственных за кислородное обеспечение организма. Актуальность исследования обусловлена недостатком знаний о механизмах адекватного снабжения органов и тканей кислородом в условиях его повышенного запроса при интенсивной мышечной активности и компенсаторных механизмах защиты от развития гипоксии органов и тканей. Как известно, гипоксическое состояние при выполнении организмом физической работы (гипоксия нагрузки) является одним из главных лимитирующих факторов, приводящих к гипоксемии и ограничению работоспособности (Колчинская, 1993). Реакция организма на развивающуюся гипоксию нагрузки носит системный характер и зависит, в том числе, от реактивных свойств звеньев газотранспортной системы: внешнего дыхания, крови, сердца, сосудов и др. По данным литературы, для оценки реактивных свойств кардио-респираторной системы организма на гипоксию широкое признание получили методы ингаляции нормобарических гипоксических газовых смесей, которые автор применяет в работе. Вместе с тем, анализ научной литературы показывает выраженную индивидуальную вариабельность ответных реакций на гипоксию и специфику адаптивных изменений при длительных занятиях спортом, которые не всегда поддаются объяснению. На примерах физической тренированности различной направленности есть возможность изучения специфики изменений кардио-респираторной системы и газообмена организма, оказывающих влияние на индивидуальную реактивность к гипоксическому фактору в зависимости от характера длительных тренировочных нагрузок. В этой связи вполне оправдана схема экспериментальных работ. В первой серии проводится изучение исследования гипоксической устойчивости у представителей разных видов спорта, тренирующихся на повышение выносливости. Вторая серия нацелена на изучение аэробных резервов организма и реактивности

кардио-респираторной системы на гипоксическое воздействие и физическую работоспособность у представителей разных циклических видов спорта. В третьей серии решается задача, направленная на выяснение возможных механизмов повышения специфической работоспособности за счет усиления интеграции функций дыхательной и сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, актуальность проблемы продиктована недостатком знаний об адаптивных изменениях кардио-респираторной и газотранспортной систем, особенностях хемореактивности и интеграции функций у спортсменов циклических видов спорта.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Основные положения и выводы диссертационной работы Балиоз Н.В. обоснованы результатами проведенного собственного исследования, современными представлениями о физиологических механизмах регуляции дыхания и газообмена при адаптации к интенсивной мышечной работе и гипоксии, представлениями об приспособительных изменениях хеморецепторной чувствительности и межсистемной интеграции функций, направленных на повышение эффективности мышечной нагрузки. В работе, на репрезентативной выборке испытуемых проведены 3 серии оригинальных комплексных исследований, с использованием валидных и общепринятых методик (спирография, газоанализ, сатурация гемоглобина кислородом в крови, кожный и мышечный кровоток, электроэнцефалография), выполненных на здоровых молодых мужчинах (спортсменах разных циклических видов спорта) в динамике гипоксических и мышечных нагрузок. Собран большой объем данных обработан с помощью современных статистических методов. Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается использованием в работе современных методических подходов, репрезентативностью групп испытуемых и проработкой современных литературных сведений по изучаемой проблеме.

**Достоверность и новизна исследования полученных результатов,
Достоверность и новизна исследования полученных результатов,
выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

В ходе решения поставленных задач автором получен ряд новых научных данных. В представленной диссертации впервые описаны специфические различия в хеморефлекторных реакциях звеньев кардиореспираторной системы (дыхания и сердца) и изменения газообмена при гипоксических воздействиях у спортсменов циклических видов спорта с разным характером физической тренированности на выносливость. Впервые на основе непосредственных измерений индивидуальных характеристик спортсменов выявлена связь между максимальным уровнем аэробных резервов организма и скоростью снижения сатурации гемоглобина крови в условиях нарастающей ингаляционной гипоксии. Впервые выявлено, что у спортсменов высокого класса происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции - повышение «точности» настройки регуляции дыхания и сердечной активности на внутреннюю гипоксическую гипоксию. Это усиление межсистемной интеграции дыхательной и сердечной систем обеспечивает оптимальность хемореактивных ответов кардиореспираторной системы на гипоксическое возмущение газового гомеостаза организма и отражает адаптивные настройки задействованных функций у спортсменов высокого класса при аэробных нагрузках. Впервые предложена типизация спортсменов по индивидуальной выраженности центральных и периферических хеморефлексов в зависимости от вида спорта (плавание, лыжные гонки). Достоверность результатов исследования, основанная на грамотном использовании статистических методов обработки первичных данных и их интерпретация - никаких сомнений не вызывают. Выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, обладают несомненной новизной.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов.
Диссертация Н.В.Балиоз характеризуется несомненной научной ценностью.

Полученные результаты позволяют рассматривать перенастройку хемореактивности у спортсменов циклических видов спорта с разным вкладом аэробного и аэробно-анаэробного компонента, как составную часть процесса адаптации единой, в функциональном отношении, кардиореспираторной системы организма, оказывающее влияние на внешнее дыхание, работу сердца, сосудов, кожный и мышечный кровоток, а также физическую работоспособность. Полученные данные являются важным дополнением современных представлений о специфике хеморефлекторной реактивности внешнего дыхания и сердечно-сосудистой системы, выявляемые при использовании ингаляционных нарастающих по силе гипоксических воздействий. В практическом отношении, результаты исследования особенностей межсистемной интеграции (на основе оценки сопряженности показателей кардиореспираторной системы при гипоксии) следует применять для выработки научно-тренировочного процесса спортсменов в циклических видах спорта.

Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Область применения полученных результатов и выводов диссертации связана с физиологией спорта и спортивной медициной, в рамках профессиональной деятельности спортивных врачей, физиологов и специалистов в области физической культуры и спорта, а также при подготовке специалистов высших учебных заведений в области физиологии. Результаты исследования могут составить основу персонализированных рекомендаций по предпочтительному выбору вида спортивных занятий в соответствии с функциональным статусом кардиореспираторной системы организма. Предлагаемое комплексное обследование хемореактивности совместно с оценкой аэробной работоспособности во время велоэргометрии могут использоваться для персонализированной оценки спортивной квалификации спортсмена при проведении внутрикомандного сравнения, а также его контроля и коррекции на этапах тренировочных процессов. Результаты исследования особенностей межсистемной интеграции (на основе

оценки сопряженности показателей кардиореспираторной системы при гипоксии)

Содержание диссертации, ее завершенность. Диссертация написана в традиционном стиле и изложена на 127 страницах, содержит 15 таблиц и 17 рисунков, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, трех глав собственных исследований с обсуждением полученных результатов, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Список литературы содержит 274 источника, включающих 184 публикации в международных и 90 - в отечественных изданиях.

Во введении автором четко сформулированы актуальность работы, цель и задачи исследования, представлены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, положения, выносимые на защиту и личный вклад автора. В литературном обзоре (глава 1) достаточно полно представлены современные подходы, устоявшиеся положения и дискуссионные вопросы в выбранной проблематике. В целом, проделанный анализ литературных данных изложен лаконично с акцентом на самые существенные моменты, относящиеся к предмету исследования. Литературные источники в основной своей массе представлены работами за последние 10 лет. Во 2 главе представлено подробное описание объектов и методов исследования, дизайн и характеристика организационных мероприятий, которые отвечают требованиям поставленных задач исследования и соответствуют современному уровню научных исследований. Подробно описаны методические подходы, примененные в диссертации. В качестве тестирующих воздействий использовались 10 минутные острые и 30 минутные, плавно-нарастающие гипоксические нагрузки, физические нагрузки на велоэргометре до отказа, с контролем уровней газообмена, кожного и мышечного кровотока, ЭЭГ, оценкой уровня ПАНО, МПК и реактивности ответных реакций на гипоксию.

В 3 главе («Результаты») дается описание 3-х серий исследования. В 1 серии, протестировано 77 человек (спортсмены разных видов спорта и не занимающиеся спортом) с помощью теста на «гипоксическую чувствительность», основанного на оценке скорости падения и восстановления сатурации кислорода под воздействие дыхательной смеси с 10% содержанием кислорода. Установлены достоверные отличия «гипоксической чувствительности» между представителями циклических и ациклических видов спорта, а также между контролем и спортсменами – альпинистами. Результаты, полученные в 1 серии, послужили основой проведения 2 серии, нацеленной на изучение специфики хемореактивности кардио-респираторной системы спортсменов при 2 видах физической тренированности, отличающихся в основном по нагрузке на систему дыхания. Обследовано 39 человек, в том числе 2 репрезентативные группы спортсменов, статистически не различающиеся по возрасту и весу, занимающиеся циклическими видами спорта с тренировкой выносливости (беговые нагрузки на лыжах и плавание) и молодые мужчины, не занимающиеся спортом (контроль). Как известно, лыжники и пловцы имеют разное соотношение аэробных и анаэробных механизмов обеспечения мышечной деятельности, чему способствуют особенности дыхания в водной либо воздушной среде, горизонтальное либо вертикальное положение тела во время тренировок, разное по объему вовлеченность в процесс дыхания грудных мышц, которые, по предположению автора оказывают модулирующее влияние на работу КРС и механизмы регуляции газотранспортной функции. По мнению автора, в основе этой специфики могут лежать адаптивные преобразования нейро-висцеральной пластичности, изменяющих реактивность кардио-респираторных функций. В этой серии было установлено, что адаптивная перенастройка регуляции газообмена и работы кардио-респираторной системы при занятиях аэробными видами спорта (лыжники) проявляется снижением гипоксической хеморефлекторной реактивности, смещением баланса ВНС в парасимпатическую сторону,

обеспечивая повышение экономичности работы дыхательной и сердечной систем в условиях гипоксии и при мышечной работе. Для спортсменов аэробно-анаэробного вида тренировочных нагрузок (пловцы) характерно повышение уровня гипоксической хеморефлекторной реактивности, усиление симпатического тонуса и усиление гипоксической вентиляторной реакции (HVR), преимущественно за счет роста частоты дыхания, обеспечивая поддержание более высокого уровня сатурации O₂ в условиях гипоксии по сравнению с лыжниками. Эти изменения механизмов регуляции сочетаются с более высоким уровнем функциональных резервов дыхательной и сердечной систем при интенсивной мышечной работе у лыжников по сравнению с пловцами. Кроме того, результаты этой серии позволили высказать предположение о синхронизации функций кардиореспираторной системы, как об одном из возможных механизмов, повышения эффективности ее работы. Достоинством этой части работы является то, что исследование проведено на одних и тех же спортсменах при гипоксических и мышечных тестах. Их совместный анализ позволил получить новые и приоритетные данные о взаимосвязи функций в условиях покоя и во время мышечной работы, а также увидеть специфику адаптивных преобразований при длительном занятии определенным типом физической активности.

Для выяснения этого вопроса была проведена 3-я серия исследования, выполненная на спортсменах одного вида спорта (бегуны, 22 человека с разными уровнями спортивной квалификации) с использованием гипоксического теста (дыхание газовой смесью с 10% O₂). Установлено, что в пределах одного вида спорта у спортсменов по мере роста уровня спортивной квалификации происходит совершенствование механизмов межсистемной интеграции - повышение «точности» настройки газообменной регуляции на внутреннюю гипоксическую гипоксию. Это усиление межсистемной интеграции дыхательной и сердечной систем обеспечивает оптимальность хемореактивных ответов на гипоксическое возмущение

газового гомеостаза организма и отражает эффективность настроек кардиореспираторной системы у спортсменов высокого класса по сравнению со спортсменами более низкого уровня при аэробных нагрузках.

Обсуждение результатов (глава 4) выполнено грамотно, с объективной оценкой собственных данных и литературных источников по проблеме исследования. В обзоре автор убедительно показывает, что изучение проблемы тренированности спортсменов не ограничивается анализом функциональных резервов организма, а включает изучение адаптивных перенастроек механизмов регуляции функций (в частности, реактивность ответных реакций) на специфические факторы тренировочных нагрузок. Выводы диссертации вполне обоснованы, соответствуют задачам и вытекают из проделанного анализа полученных результатов исследования. Диссертация оформлена аккуратно и иллюстрирована хорошо выполненными рисунками и таблицами, содержащими все необходимые статистические выкладки.

Автореферат соответствует тексту диссертации, публикации автора полно отражают основное содержание работы. Результаты исследования были достаточно полно представлены на отечественных и международных форумах. По теме диссертации опубликовано 10 статей в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, среди них – 7 журналов, входящих в базу Scopus и 1 - WoS.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации, мнение о научной работе соискателя в целом.

Принципиальных замечаний к работе нет. Она продумана, логично выстроена, цель достигнута, задачи решены, получены важные и приоритетные научно-практические результаты. В порядке дискуссии хотелось бы обсудить некоторые вопросы.

1. В результате исследования выявлены различия в показателях биоэлектрической активности мозга в условиях гипоксического теста, но не выявлено различий применительно к разным видам спорта и

уровням квалификации, а также при сравнении спортсменов с контролем. Это сами по себе интересные факты, которые было бы можно исследовать более подробно. Чем автор объясняет подобное отсутствие различий ?

2. В 1 и 3 серии используется 10-ти минутное острое гипоксическое воздействие с вдыханием 10% кислородной газовой смеси, тогда как во 2 серии используется 30-ти минутное пролонгированное гипоксическое воздействие (постепенное снижение содержания O₂ во вдыхаемой смеси на 1 % каждую минуту). Что послужило основанием для выбора разных типов гипоксических воздействий?
3. Исходя из каких соображений в 1-й серии наряду со спортсменами циклических видов, тренирующихся на выносливость, были включены альпинисты?
4. Результаты, полученные при исследовании интеграции функций кардио-респираторной системы показали ее усиление во время гипоксического состояния спортсменов. Вместе с тем известно, что в регуляции дыхания значительная роль принадлежит CO₂. Будет ли происходить аналогичное усиление интеграции функций в условиях развития гиперкапнии?

Данные вопросы носят дискуссионный характер и никоим образом не снижают высокой оценки диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Балиоз Натальи Владимировны на тему: «Хемореактивность и межсистемная интеграция функций кардиореспираторной системы у спортсменов циклических видов спорта при различных видах физической тренированности и уровнях спортивной квалификации» представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности: 03.03.01 – физиология, является законченной научно-квалификационной работой, результаты которой имеют

важное значение для развития научных знаний в области физиологии человека и могут применяться для решения задач физиологии спорта и спортивной медицины. Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, (в редакции от 01.10.2018 г., с изменениями от 26.05.2020 г.), а её автор Балиоз Наталья Владимировна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.03.01 – физиология.

Диссертация Балиоз Натальи Владимировны и отзыв обсуждены и одобрены на заседании коллектива лаборатории сравнительных эколого-физиологических исследований ФГБУН «Институт эволюционной физиологии биохимии им. И.М.Сеченова РАН», протокол № 4 от 20 апреля 2022 г.

Отзыв составлен:

заведующим Лабораторией сравнительных эколого-физиологических исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института эволюционной физиологии биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук (ИЭФБ РАН), доктором медицинских наук (по специальности 03.03.01. – физиология), профессором, член-корр. РАН

С.И. Сороко

22 апреля 2022 г.



Подпись руки
достоверяю
в.канцеляриск
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки Института эволюционной
физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова
Российской академии наук

С.И. Сороко

Н.А. Аугурская

22.04.2022