

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Козлова Андрея Владимировича

«Неинвазивные методы определения физиологических параметров физической нагрузки для спортсменов циклических видов спорта», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5. - Физиология человека и животных.

Актуальность избранной темы

Тема исследования Андрея Владимирович Козлова «Неинвазивные методы определения физиологических параметров физической нагрузки для спортсменов циклических видов спорта» посвящена актуальной проблеме физиологии спорта – разработке доступных в применении и информативных для диагностики неинвазивных методов определения физиологических параметров физической нагрузки при циклической работе на основе термографии, пульсометрии и эргометрии. Несмотря на длительную историю разработки индексов и показателей физической работоспособности спортсменов и критериев оценки величин физиологической нагрузки во время мышечной деятельности, проблема разработки доступных и информативных методов диагностики переносимости и «физиологической стоимости» выполняемой физической нагрузки, а также анаэробного порога, остается актуальной. В тренировочной практике для оценки интенсивности физиологических затрат упражнения и регламентации нагрузки обычно используются абсолютные значения частоты сердечных сокращений (ЧСС), а также разнообразные расчетные методы, основанные на относительных значениях ЧСС. Однако, во всех этих случаях предлагаются инструменты, решающие частные проблемы оценки физиологических затрат в основном в аэробном диапазоне мощности. Поиск неинвазивных, удобных для применения в тренировочной практике, и в то же время информативных новых методов определения интенсивности и структуры энергозатрат во всем доступном человеку диапазоне мощности, а также определения анаэробного

ИМБП ВХ. № 08/836
от «14» 03 2025 г.

порога, продолжается, и работа Козлова А.В. стоит в этом ряду.

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

Цель исследования автора: разработка неинвазивных подходов для определения физиологических параметров физической нагрузки при циклической работе в диапазоне от анаэробного порога до максимальной мощности. При этом проверялась гипотеза автора, согласно которой для определения параметров переносимости физической нагрузки, в том числе анаэробного порога, у спортсменов циклических видов спорта можно успешно использовать неинвазивные методы диагностики, базирующиеся на бесконтактной инфракрасной термографии, пульсометрии и эргометрии, которые могут быть столь же информативными, как и газометрические и инвазивные методы.

Для достижения поставленной в диссертационном исследовании цели автором решались три задачи:

1) Разработать пульсометрические методы определения интенсивности физиологических затрат, структуры энергообеспечения и дозы физической нагрузки для циклических упражнений в диапазоне от аэробного порога до максимальной анаэробной мощности, и оценить их информативность по сравнению с аналогичными газометрическими и инвазивными методами;

2) Оценить возможность использования инфракрасной термографии для определения анаэробного порога;

3) Разработать метод определения анаэробного порога по динамике ЧСС во время работы и восстановления в тесте с повышением нагрузки до отказа и оценить информативность этого метода в зависимости от протокола нагрузки и вида нагрузочного устройства.

В экспериментальных исследованиях автора участвовали 141 квалифицированный спортсмен – представители разных видов спорта. Исследование выполнено в 3 этапа: 2014-2015 гг.: оценка возможности использования инфракрасной термографии для определения параметров

анаэробного порога; 2017-2022 гг.: разработка пульсографического метода определения анаэробного порога в тесте с повышением нагрузки до отказа и оценка его информативности; 2020-2023 гг.: разработка и оценка информативности пульсометрических методов расчета интенсивности энергозатрат и структуры энергообеспечения для циклических физических упражнений в диапазоне нагрузок от аэробного порога до максимальной анаэробной мощности.

Экспериментальная часть диссертации выполнена в Центре спортивных технологий и сборных команд Москомспорта на достаточно высоком научно-методическом уровне с использованием современных физиологических методов исследования и самого современного сертифицированного оборудования. Инструментарий исследования включал разнообразные нагрузочные устройства (эргометры) с возможностью корректного дозирования нагрузки, газоаналитическую и пульсометрическую аппаратуру, аппаратуру для определения уровня лактата в капиллярной крови и медицинский инфракрасный тепловизор. Строго соблюдались требования протоколов исследований, зависящие от применяемого дозирующего устройства и спортивной специализации участников. Вся аппаратура регулярно калибровалась и проходила поверку. Для анализа результатов были использованы адекватные методы статистической обработки полученных результатов. Результаты измерений были сопоставлены с аналогичными результатами по данным отечественной и мировой литературы.

Анализ полученных результатов позволил автору предложить для дальнейшего использования в научной и практической эргопульсометрии целый ряд новых показателей, имеющих значение для построения тренировочного процесса – таких как удельная интенсивность физиологических затрат, нагрузочная экспозиция упражнения, анаэробный вклад в энергообеспечение нагрузки, доза воздействия физической нагрузки. Автором разработаны алгоритмы расчета этих показателей и продемонстрирован их физиологический смысл. Результаты исследований

автора показывают, что все эти показатели с сопоставимой информативностью можно получать как на основании газометрических и инвазивных методик, так и на основании неинвазивных пульсометрических методик. Аналогичные показатели, полученные разными способами, тесно коррелируют между собой, что позволяет говорить об их взаимозаменяемости.

Существенный вклад автор вносит в оценку анаэробного порога – важного критерия функциональной подготовленности спортсмена, от уровня которого, в частности, зависит планирование тренировочных нагрузок в циклических видах спорта. Автор анализирует результаты применения двух неинвазивных методик оценки анаэробного порога – на основе инфракрасной термограммы в процессе работы повышающейся мощности и пульсографическую – на основе пульсограммы работы повышающейся мощности до отказа и последующего восстановления. Автор констатирует, что термографический подход годится только для ориентировочной оценки анаэробного порога, так как разброс данных очень велик в результате механических колебаний корпуса спортсмена в процессе измерений. Тенденция значительного повышения температуры поверхности спины и шеи после достижения анаэробного порога выражена отчетливо, но корреляционные связи недостаточны для однозначного определения анаэробного порога. Пульсометрический подход, при условии соблюдения непрерывности и равномерного повышения тестовой нагрузки до отказа, дает надежный результат, тесно коррелирующий с результатами газометрических измерений (по динамике легочной вентиляции и неметаболическому излишку CO_2) или биохимических измерений (по концентрации лактата в капиллярной крови).

Выносимые автором на защиту положения и выводы диссертационного исследования основаны на результатах экспериментов, проиллюстрированы 30 рисунками и 15 таблицами, корректно сформулированы и научно обоснованы. Статистическая обработка результатов проводилась с использованием современных методов анализа данных, включая

регрессионный анализ.

Выводы по работе соответствуют поставленным задачам исследования, сформулированы корректно и логично, и вытекают из полученных автором результатов.

Результаты исследования представлены на 8-ми Всероссийских и Международных конференциях, а также в 19 публикациях, 9 из которых входят в список рецензируемых изданий, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, для публикации результатов диссертационных исследований, и одной монографии, а также 1 Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов, представленных в диссертации Козлова Андрея Владимировича, определяется выбором современных и научно обоснованных методов исследований, применением адекватных способов статистической обработки полученных данных и согласованностью данных с существующими теоретическими представлениями.

В диссертационном исследовании представлены новые методы и показатели для оценки интенсивности энергозатрат и структуры энергообеспечения упражнений в диапазоне циклических нагрузок от аэробного порога до максимальной анаэробной мощности у спортсменов, базирующиеся на данных пульсометрии, и показана их высокая информативность.

Научная новизна диссертационной работы Козлова Андрея Владимировича включает следующие позиции:

Впервые проведена научно обоснованная оценка возможности использования инфракрасной термографии в процессе циклической работы повышающейся мощности для определения анаэробного порога.

Представлен новый графический метод определения анаэробного

порога в тесте с равномерным повышением циклической нагрузки до отказа, основанный на измерении ЧСС во время работы и восстановления, доказавший свою информативность при использовании различных нагрузочных устройств в условиях непрерывности тестовой нагрузки.

В научный оборот и в тренировочную практику вводятся понятия: «нагрузочная экспозиция» и «доза воздействия нагрузки» (и алгоритмы их расчета), которые расширяют теоретические представления об организации энерговегетативного обеспечения напряженной физической работы, и могут быть использованы в практике спортивной тренировки.

С помощью рассчитанных по предложенным алгоритмам пульсометрических показателей - интенсивности физиологических затрат и относительного вклада анаэробных источников - можно определять энергетическую направленность физических нагрузок, а также величину и направленность изменений работоспособности спортсмена при динамических наблюдениях.

На основании экспериментальных данных высказано предположение об участии мышц шеи в утилизации лактата во время напряженной работы выше уровня анаэробного порога.

Полученные в эксперименте данные говорят о существовании значимых различий между лактатным анаэробным порогом и другими видами анаэробных порогов, в том числе рассчитанным по предложенному автором алгоритму графического расчета. Это добавляет новые аргументы в непрекращающиеся вот уже 60 лет дискуссии о сущности явления «анаэробный порог».

Таким образом, научная новизна диссертационной работы Козлова Андрея Владимировича заключается в разработке методов изучения функционального состояния организма при мышечной деятельности и механизмов адаптации организма в ответ на физическую нагрузку, что соответствует п. 4 и п. 9 паспорта научной специальности 1.5.5. - Физиология человека и животных.

При знакомстве с диссертационной работой А.В. Козлова возникли следующие вопросы и замечания.

1. Предложенные показатели - удельная интенсивность физиологических затрат и доля нагрузок анаэробной мощности позволяют ретроспективно оценивать тяжесть тренировочных упражнений/нагрузок, но не переносимость их спортсменом. Относительно их применимости для планирования тренировочного процесса нужны четкие рекомендации.

2. При обосновании графического метода определения времени достижения анаэробного порога автор применяет нагрузку нарастающей мощности до отказа (в примере длительность – 18 минут), но при такой продолжительности возникает рассогласование прироста нагрузки и энергозатрат из-за утомления и др. привходящих факторов. Есть ли опыт применения более интенсивной нагрузки, но в диапазоне 8-12 минут с теми же результатами? В отношении ступенчатого протокола нагрузочного теста сам автор делает заключение о неприменимости предлагаемого графического метода. Значит, необходимы четкие рекомендации по регламенту его применения.

Еще один вопрос по этому разделу – насколько воспроизводимы результаты графического метода при тестировании одних и тех же атлетов?

3. Одним из активно применяемых подходов по индивидуальному дозированию тренировочных нагрузок является анализ параметров variability сердечного ритма в покое в утренние часы (учет этих данных при дозировании тренировочных нагрузок сопровождается более значимыми физиологическими сдвигами - МПК, АЧП и др., см например Ranieri L., Casada A., Martin D. et al. Performance and physiological effects... *Medicine&Science in Sports&Exercise*, 2025). В комбинации с эрго-и пульсометрическими методами, разрабатываемыми автором, это могло бы дать представление не только о энерго- и физиологических затратах, но и о переносимости/восстановлении после нагрузок. Этот подход автор не анализирует.

4. В отношении термографического подхода определения АИП также ряд вопросов: как физиологический феномен имеет место быть, а вот его методическое обоснование требует доработок (условия тестирования, одежда атлета и пр.

4. Очевидно, что предложенные подходы автор обосновывает на ограниченных выборках атлетов-мужчин. Для их практического внедрения требуются более массивные исследования на популяциях разного возраста, пола, спортивной специализации, возможно - с регламентацией определенного протокола нагрузочного тестирования.

Соответствие диссертации критериям, установленным Положением о присуждения ученых степеней

В целом текст диссертации написан хорошим языком, полученные результаты описаны последовательно и логично. Работа обладает внутренним единством, и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Диссертационная работа построена по традиционному плану, Диссертация изложена на 138 страницах, состоит из Введения, Основной части («Обзор литературы», «Материалы и методы», «Результаты собственных исследований»), Заключения, Выводов, Практических рекомендаций и Списка литературы. Диссертационная работа иллюстрирована 30 рисунками и 15 таблицами. Список литературы содержит 204 источника, в том числе 173 зарубежных. Диссертация оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации».

Основное содержание диссертации опубликовано в 9 статьях в рецензируемых журналах, входящих в международные базы данных (SCOPUS), и приравненные (согласно постановлению Правительства РФ №62 от 24.01.2024) к публикациям в научных изданиях из актуального «Перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», и коллективной монографии. В 5 статьях Козлов А.В. является первым автором.

Диссертация Козлова Андрея Владимировича на тему «Неинвазивные методы определения физиологических параметров физической нагрузки для спортсменов циклических видов спорта», соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук (пп. № 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г. — с последующими редакциями), а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5. - Физиология человека и животных по биологическим наукам.

Официальный оппонент:

Доктор медицинских наук, профессор кафедры
нормальной физиологии Института
клинической медицины им. Н.В. Склифосовского,
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
Первый Московский государственный медицинский
университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения
Российской Федерации (Сеченовский Университет)
Глазачев Олег Станиславович



(подпись)

Контактный телефон: +79161155729

e-mail: glazachev@mail.ru

Адрес: 119048, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

Телефон: +7 (495) 609-14-00

e-mail: glazachev_o_s@staff.sechenov.ru

сайт: <https://www.sechenov.ru>

Подпись Глазачева Олега Станиславовича заверяю:

Учёный секретарь ФГАОУ ВО Первый МГМУ
им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)
Воскресенская О.Н.



(подпись)

« ___ » марта 2025 г.