

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Шишкина Никиты Валерьевича

«Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности» по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных, представленную на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, выполненную в Государственном научном центре Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН

Актуальность избранной темы

Диссертация Н.В. Шишкина посвящена исследованию изменений в системе постурального контроля у человека под воздействием реальной микрогравитации (после длительных космических полётов на борту МКС) и её наземных моделей («сухая» иммерсия). В условиях расширения длительности пилотируемых космических миссий, а также планирования экспедиций на Луну и Марс, вопросы реадaptации сенсомоторной системы после возвращения в земные условия имеют не только фундаментальное, но и важное прикладное значение. Особое внимание к работе связано с уникальной выборкой, включающей 32 космонавта. Актуальность диссертации обусловлена: недостаточной изученностью механизмов центральной перестройки при длительных полётах (в отличие от краткосрочных); отсутствием сравнительных данных по восстановлению у космонавтов, летавших впервые и повторно; слабой разработанностью вопроса о сенсорных профилях человека как предикторов устойчивости к микрогравитации или эффективности восстановления после полёта; ограниченным количеством исследований, сравнивающих эффекты кратковременной и длительной опорной разгрузки; прикладными аспектами в контексте медико-биологического обеспечения космических полётов.

Кроме того, следует отметить продолжение этой диссертацией актуального направления (гравитационная физиология, методы моделирования невесомости), впервые сформулированного в работах сотрудников ИМБП – ведущих мировых специалистов, в частности уже ушедших И.Б. Козловской и Е.Б. Шульженко. Таким

ИМБП ВХ. № 08/4538
от «24» 12 2025 г.

образом, тема диссертации Н.В. Шишкина представляется обоснованной, соответствующей актуальным задачам науки.

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

Заявленная цель работы Н.В. Шишкина – «исследовать особенности интеграции вестибулярной и соматосенсорной информации и изменения в центральной обработке этой информации в контроле вертикальной позы у человека после пребывания в условиях космического полета и наземного моделирования его факторов». Это соответствует теме и содержанию работы. В рамках достижения этой цели сформулированы 5 задач (на с. 8 диссертации), которые в достаточной мере ей соответствуют. Хотя, на мой взгляд, возможные резервы улучшения здесь есть, и могли быть связаны с большей конкретизацией. Например, вместо «Сравнить динамику восстановления вертикальной устойчивости после длительных космических полётов, совершаемых впервые и повторно» (задача 2), с учётом применявшихся методик, полагаю, более релевантным было бы «Сравнить динамику ... по параметрам опорных реакций....». То есть, более контрастно обозначить связь с методическим инструментарием.

Соискатель решает поставленные задачи, используя компьютерную постурографию для количественной оценки вертикальной устойчивости; кинематический анализ для оценки постуральных стратегий; статистически корректные методы (тесты Фридмана, Вилкоксона, Краскела–Уоллиса с поправками на множественные сравнения). Сочетание стабилметрических и кинематических подходов выглядит адекватным для фиксации постуральной неустойчивости и исследования механизмов её возникновения – в частности, смены стратегий моторного контроля.

На основе проведенного исследования Н.В. Шишкиным сформулированы 4 положения к защите, анализ которых в целом показывает соответствие между формулировками цели, задач, положений к защите и основными выводами работы. Из «вкусовых» замечаний можно отметить, например, для 2-го положения, что эффект наблюдается в тестах, требующих активного вовлечения вестибулярной системы, а не «в условиях искажения сенсорной информации» вообще. Также следует отметить, что, несмотря на уникальную выборку (возможно, самую большую или одну из самых

больших в Мире для послеполётного исследования), отличие научных положений здесь от обычных выборок связано с её, понятно почему, меньшим размером.

Описание результатов в диссертации Н.В. Шишкина выполнено на хорошем методическом уровне: данные представлены достаточно системно, с привязкой к поставленным задачам, количественно обоснованы и сопровождаются доступной статистикой.

Выводы работы демонстрируют в целом внутреннюю согласованность и общее соответствие академическим стандартам диссертационных работ в области физиологии человека. Возможные замечания, носящие в большей степени рекомендательный характер, и не препятствующие положительной оценке работы, представлены ниже.

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

Достоверность работы обусловлена подбором адекватных методов, соответствующих цели диссертации, добротным исполнением, где полученные результаты согласованы с ранее известными сведениями по теме. То есть, исследование выполнено на достаточном методическом уровне и содержит ряд значимых научных результатов, оригинальных для физиологии постурального контроля. Как указывал выше, особо следует отметить уникальную выборку испытуемых, включающую 32 космонавта.

Выводы диссертации Н.В. Шишкина обоснованно отражают научную новизну: продемонстрированы длительные изменения постуральной стратегии после длительных космических полётов, ускоренное восстановление вестибулярно-зависимых функций у повторно летавших космонавтов, дифференцированное влияние 5- и 21-суточной «сухой» иммерсии на вестибулярную и проприоцептивную системы, а также прогностическая ценность коэффициента Ромберга как маркера устойчивости к микрогравитации. Эти положения подкреплены сопоставимыми объёмами выборок и комплексной методикой, выглядят достоверными. Некоторые относительные ограничения в части интерпретации центральных механизмов могут быть связаны с отсутствием прямых нейрофизиологических данных (например, электрофизиологические методы или нейровизуализация), а в части групповых сравнений — недостаточным контролем конфаундеров (в первую очередь

возраста: в частности, выявлено, что повторно летавшие космонавты восстанавливаются быстрее; однако их средний возраст выше, чем у тех, кто летал впервые; а поскольку возраст сам по себе влияет на нейропластичность, сенсорную интеграцию и скорость восстановления, он может выступать конфаундером). Тем не менее, даже с учётом этих возможных ограничений, выводы сохраняют высокую степень достоверности в рамках заявленной научной новизны и соответствуют современным стандартам физиологических исследований.

Таким образом, диссертация содержит новизну; полученные выводы и сформулированные научные положения полезны для обеспечения космических полётов человека и имеют значимость в контексте гравитационной физиологии.

Вместе с тем, есть ряд замечаний и вопросов, которые не влияют на мою положительную оценку диссертации, но требуют внимания в контексте будущих работ и наиболее точной интерпретации и дальнейшего использования материалов, накопленных в ходе подготовки диссертации.

1. Не является ли указанное в тексте (с. 37) применение фильтра высоких частот технической ошибкой, и действительно ли в расчётах использовался фильтр низких или полосовой фильтр, соответствующий стандартной методике компьютеризированной постурографии по Нашнеру и логике расчёта «Equilibrium Score»?

2. Отдельного замечания заслуживает анализ формулы коэффициента Ромберга, как это описано в диссертации. Обычно, в большинстве известных тематических публикаций, формула определяется так:

$$\text{Коэффициент Ромберга} = \left(\frac{\text{Параметр ЗГ}}{\text{Параметр ОГ}} \right) \times 100\%$$

У здоровых лиц коэффициент обычно превышает 100%, что отражает физиологическое увеличение постуральных колебаний при исключении зрительной информации. Однако в диссертации, при описании методики на с. 40–41, коэффициент Ромберга определяется наоборот – «открытые» к «закрытым», что может смущать читателя в плане трактовки описанных результатов. Однако при внимательном сопоставлении текста работы становится понятно, что данное несоответствие является отдельной опечаткой, а не методологической ошибкой.

3. В ходе сравнения динамики восстановления постуральной устойчивости у космонавтов, летавших впервые и повторно, наблюдался возрастной дисбаланс между группами (в среднем 41,6±3,6 лет против 48,4±5,3 лет – см. на с. 57). Учитывая

известную зависимость нейропластичности и сенсорной интеграции от возраста, каким образом учитывалось влияние возраста как возможного конфаундера при интерпретации ускоренного восстановления вестибулярно-зависимых функций у повторно летавших космонавтов? Можно ли оценить возможное искажение, обусловленное этим фактором?

4. При интерпретации изменений постуральной стратегии (голеностопной или тазобедренной) опора делается на кинематические данные без потенциально возможного анализа мышечной активации. Насколько здесь наблюдаемый характер движений отражает целенаправленное переключение центрального управления, а не, например, компенсаторные реакции на снижение тонуса или усталость мышц-антагонистов?

5. Если верно понимаю, в модельных экспериментах отсутствовали профилактические физические нагрузки, тогда как космонавты на борту МКС проводят тренировки. Как можно это прокомментировать?

6. На мой взгляд, использование в работе стабиллоплатформы, не являющейся аттестованным средством измерений (это общая проблема для страны, о которой многократно говорили и писали, когда существуют нерешенные противоречия между ведомствами – Минздрав и Росстандарт – в части требований к медизделиям данного типа), снижает возможность сопоставления полученных данных с будущими результатами в части сравнения абсолютных значений расчётных показателей стабиллометрии. Хотя в данном случае, при использовавшейся методике, в плане сравнения динамик (направленности) значений показателей, допустимо, и не оказывает критического влияния на полученные соискателем результаты.

7. Насколько устойчив параметр «коэффициент Ромберга» в применявшейся методике? С моей точки зрения, качество этого коэффициента может быть повышено при использовании расчётных показателей, отражающих больше особенностей траектории общего центра давления на опору.

8. Диссертация написана сложным языком, а стиль имеет резервы для улучшения. Присутствуют не только указанные выше опечатки, но и местами небрежности оформления и отдельные неточности при именовании и цитировании литературы. Например, на с. 24 отмечено: «В 1970 году Nashner разработал метод компьютерной динамической постурографии (CDP) и предложил подход к анализу вклада различных

сенсорных входов (Nashner, 1970)...», при этом соответствующая ссылка (№ 113) выглядит так: «Nashner L.M. 1970 sensory feedback in human posture control //..», а фамилия автора источника на указанной с. 24 написана по-английски, а далее (например, с. 35) – по-русски, как «Нашнер». Источники №№ 120 и 121 в списке литературы – опечатка, дублирование одного и того же источника с участием Нашнера.

Указанные замечания не уменьшают значимости выполненной диссертационной работы и не влияют на мою в целом положительную оценку.

Соответствие диссертации критериям, установленным действующим Положением о порядке присуждения ученых степеней

В соответствии с критериями, указанными в Постановлении Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года N 842 «О порядке присуждения ученых степеней», с изменениями на 16 октября 2024 года, в редакции, действующей с 1 января 2025 года, в частности, п.п. 9-14, рассматриваемая диссертация Н.В. Шишкина, с моей точки зрения, по наличию новизны, объёму и сложности выполненной работы с включением уникальной выборки (космонавты), применявшимся методам, полученным результатам и выводам, опубликованным в рецензируемых изданиях статьям с изложением основных результатов диссертации, соответствует общим требованиям к кандидатским работам.

Сама диссертация, представленная мне для изучения, изложена автором на 89 страницах, структурно состоит из разделов: «Введение», «Глава 1. Обзор литературы», «Глава 2. Материалы и методы», «Глава 3. Результаты исследований и обсуждение», «Заключение», «Выводы», а также «Список сокращений», «Публикации по теме диссертационной работы», «Список литературы». Автором указан список литературы из 164 источников. Цель и задачи работы соответствуют полученным выводам, а положения к защите выглядят обоснованными, и, в целом текст работы – соответствующим критериям, указанным в п.п.9-10 действующего Положения.

Проверка наличия и содержания опубликованных по теме диссертации 4 работ, в 3 из 4 которых Н.В. Шишкин указан первым автором (библиография этих 4 статей приведена соискателем в разделе «Публикации по теме диссертационной работы»; работы вышли в журналах: «Frontiers in neural circuits» – 2-й квартиль WoS, 1-й квартиль Scopus; «Авиакосмическая и экологическая медицина» – РИНЦ, ЕГПИ, «Белый

список», перечень ВАК, RSCI, 4-й квартиль Scopus; «Пилотируемые полеты в космос» – РИНЦ, список ВАК) подтверждают независимое рецензирование результатов диссертационной работы и соответствие критериям, указанным в п.п. 11-14 действующего Положения.

Таким образом, диссертация Н.В. Шишкина «Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности» по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных, представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, соответствует требованиям Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года N 842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями на 16 октября 2024 года, в редакции, действующей с 1 января 2025 года), указанным в п.п. 9-14, а автор заслуживает присуждения искомой учёной степени кандидата медицинских наук по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук,
Профессор кафедры робототехники, мехатроники,
динамики и прочности машин ФГБОУ ВО
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Кубряк Олег Витальевич

Контактный телефон:

+7 495 362-72-61

E-mail: KubriakOV@mpei.ru

Адрес: 111250, Москва, ул. Красноказарменная, д. 17

Сайт НИУ «МЭИ»: <https://mpei.ru/>

Личный сайт: <https://lab17.ru/>

Подпись Кубряка Олега Витальевича заверяю:

