

УТВЕРЖДАЮ

Директор
Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт физиологии
им. И.П. Павлова Российской
академии наук
доктор биологических наук

Н.А. Дюжикова

« 18 » декабря 2025 года

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт физиологии им. И.П. Павлова

на диссертацию Шишкина Никиты Валерьевича

«Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности
1.5.5. Физиология человека и животных

Актуальность диссертационного исследования

Актуальность исследования Н.В. Шишкина определяется набором значимых факторов.

Во-первых, необходимостью обеспечения безопасности космических полетов, поддержания работоспособности космонавтов во время космической миссии, максимально быстрого полноценного физического восстановления космонавтов после завершения космических полетов. Нарушения поддержания вертикального равновесия после космических полётов представляют проблему для реабилитации космонавтов. Это напрямую влияет на безопасность и эффективность возвращения экипажей на Землю.

Во-вторых, ограниченностью знаний о механизмах поддержания позы. Несмотря на длительные исследования этой научной проблемы, на многочисленные исследования роли отдельных сенсорных систем в регуляции позы (проприоцептивной, зрительной, вестибулярной, слуховой), центральные механизмы, отвечающие за изменения постуральной устойчивости, всё еще дискутируются. Тем более недостаточно исследованы механизмы действия и последствия микрогравитации на эти механизмы.

ИМБП ВХ. № 08/4522
от 23.12.2025 г.

Результаты данного исследования не только расширяют знания о механизмах развития нарушений вертикальной устойчивости в условиях микрогравитации, но также могут быть использованы для разработки методов профилактики и коррекции постуральных нарушений, совершенствования системы отбора и подготовки космонавтов, оптимизации реабилитационных мероприятий.

Таким образом, данное исследование представляет собой актуальное научное направление, имеющее фундаментальную и прикладную значимость для развития космической медицины, физиологии человека и смежных областей науки. Результаты исследования могут быть использованы для совершенствования системы подготовки и реабилитации космонавтов, а также в клинической практике при работе с пациентами, имеющими нарушения равновесия.

Научная новизна исследования

В диссертационном исследовании Н.В. Шишкина впервые получены новые знания об особенностях интеграции вестибулярной и соматосенсорной информации и изменениях в центральной обработке афферентной информации при поддержании вертикальной позы у человека после пребывания в условиях космического полета и наземного моделирования факторов космического полета. Установлено, что измененная стратегия поддержания позы сохраняется до трёх суток после приземления. Обнаружено, что у космонавтов, совершающих повторные полёты, быстрее восстанавливаются постуральные реакции, при том, что эти космонавты, как правило, старше космонавтов, совершающих первый полет.

В модельных экспериментах в условиях «сухой» иммерсии выявлено, что у лиц с ведущей соматосенсорной регуляцией вертикальной позы более выражена дестабилизация вертикальной позы при длительном воздействии безопорности по сравнению с участниками со зрительной ведущей модальностью. Установлены различия в интеграции исследованных сенсорных модальностей, участвующих в регуляции позы, при разной длительности опорной разгрузки. Показано, что 5-суточная разгрузка влияет на вклад вестибулярной системы, а 21-суточная разгрузка затрагивает вклад соматосенсорной системы.

В результате выполнения диссертационного исследования Н.В. Шишкиным получены дополнительные знания о функционировании системы поддержания вертикального баланса при изменениях сенсорного окружения, описаны особенности центральной обработки информации о положении в пространстве, уточнены механизмы изменения постуральной стратегии после микрогравитационного воздействия.

В процессе выполнения исследования были получены убедительные результаты, которые повлияют на методологию исследований влияния микрогравитации на сенсорно-моторные взаимодействия. Были определены оптимальные сроки моделирования микрогравитации для воздействия на афферентные системы: 5 суток для моделирования изменений вестибулярной

системы и 21 сутки - для моделирования изменений проприоцептивной системы.

Практическая значимость исследования

При выполнении диссертационного исследования разработаны методические рекомендации по использованию результатов исследования, предложены критерии отбора космонавтов по показателям постуральной устойчивости, созданы методические основы для прогнозирования восстановления после полёта.

Полученные данные могут быть использованы в космической медицине, медицинской реабилитации двигательных нарушений, в спортивной медицине, для диагностики нарушений вертикального баланса.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов

Степень надежности выводов диссертационного исследования определяется несколькими ключевыми факторами.

В работе использованы надежные апробированные предыдущими исследованиями методы оценки постуральной устойчивости, такие как компьютерная динамическая стабилметрия, которая включает тесты с различными условиями (изменение зрительной, соматосенсорной и вестибулярной афферентации). Объективность измерений обеспечивают применение инфракрасных датчиков (NDI OptoTrack) для регистрации кинематики движений.

Для моделирования эффектов микрогравитации использованы наземные эксперименты, а именно «сухая» иммерсия, что позволяет изучать влияние длительного отсутствия опорной и аксиальной весовой нагрузки, результаты могут быть экстраполированы на условия космических полётов.

Свидетельством надежности полученных результатов рассматриваемой работы является большой объем проведенных исследований. Участие в исследовании 32 космонавтов, совершивших полёты продолжительностью от 115 до 199 дней, обеспечивает достаточный объём выборки для анализа. Многократное обследование (до и после полёта, на 3, 7 и 10 дни после приземления) позволяет отследить динамику восстановления. В модельных экспериментах также участвовало достаточное количество испытуемых, что снижает влияние индивидуальных различий на результаты. Использование стандартизированных тестов и протоколов измерений минимизирует систематические ошибки.

Для анализа результатов использована батарея статистических тестов, подобранных для каждого набора данных в зависимости от их количества и качества. Для анализа данных применяются такие надёжные статистические методы, как односторонний ANOVA с тестом множественных сравнений Бонферрони, а также смешанный дисперсионный анализ с применением программного пакета GraphPad. Расчёт комплексных показателей, например, Equilibrium Score (EqScore), основанный на амплитуде колебаний проекции центра тяжести, обеспечивает количественную оценку постуральной

устойчивости. Использование поправок на множественные сравнения снижает риск ложноположительных результатов, что повышает достоверность выводов.

Результаты исследования докладывались на научных конференциях и конгрессах, что свидетельствует об их научной значимости и признании в профессиональном сообществе. Публикации в рецензируемых журналах, включая те, что индексируются в Web of Science и Scopus, подтверждают качество и достоверность работы.

Несмотря на сильные стороны, стоит учитывать некоторые ограничения. Ограниченность выборки: хотя 32 космонавта — это значительная группа, она не может полностью представлять всё разнообразие индивидуальных реакций на условия космического полета. Необходимы дальнейшие исследования для полного понимания механизмов восстановления постуральной устойчивости требуются долгосрочные наблюдения и расширение выборки.

Таким образом, положения и выводы диссертационного исследования Н.В. Шишкина обоснованы и достоверны благодаря комплексному подходу, включающему современные методы, достаточный объём данных, строгую статистическую обработку и апробацию результатов. Однако, как и в любом научном исследовании, важно учитывать его ограничения и перспективы дальнейшего развития.

Структура диссертационного исследования

Диссертационная работа построена по традиционному принципу, изложена на 89 листах машинописного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы «Материалы и методы», главы «Результаты и обсуждение», библиографического списка, заключения, выводов, списка сокращений. Диссертационная работа проиллюстрирована 26 рисунками, 1 таблицей. Список цитированной литературы включает 26 отечественных и 138 зарубежных публикаций.

Логика построения работы соответствует поставленным задачам исследования и обеспечивает последовательное раскрытие темы от теоретических основ к практическим результатам. Каждый раздел диссертации логически связан с предыдущим и последующим материалом, что обеспечивает целостность изложения диссертационного исследования и позволяет последовательно раскрыть все аспекты изучаемой проблемы.

Рекомендации по применению результатов исследования

Полученные в процессе диссертационного исследования результаты целесообразно использовать в космической медицине:

- для моделирования эффектов невесомости, а именно использовать 5-суточную опорную разгрузку для моделирования изменений в работе вестибулярной системы, 21-суточную разгрузку - для изучения влияния на проприоцептивную систему,

- для оптимизации слепополётного обследования, а именно применять тест с неустойчивой опорной поверхностью, закрытыми глазами и ритмичными колебаниями головы как наиболее чувствительный метод

оценки постуральных изменений, использовать комплексный подход к оценке вертикальной устойчивости с учетом ведущей сенсорной модальности,

- для отбора и подготовки космонавтов, а именно учитывать ведущую сенсорную модальность при отборе кандидатов (визуальная или невизуальная), при необходимости быстрого восстановления вертикального баланса после миссии отдавать предпочтение космонавтам с опытом предыдущих полётов,

- для планирования индивидуальных реабилитационных программ, а именно учитывать тип ведущей сенсорной модальности при составлении программ реабилитации, разрабатывать дифференцированные программы восстановления деятельности в вертикальной позе в зависимости от опыта полётов.

Таким образом, диссертационная работа Н.В. Шишкина является завершённым научным трудом, написана грамотным языком, научным стилем, не вызывает замечаний по форме, способу изложения и содержанию. Автореферат достаточно полно отражает материалы диссертации и полностью соответствует ее основным положениям.

По итогам ознакомления с текстом диссертации возникло несколько вопросов и замечаний.

Вопросы

Как учитывалось влияние активных тренировок космонавтов во время полета на результаты исследования?

Выборки из 26 и 32 космонавтов позволили получить достоверные результаты о различиях в скорости восстановления вертикальной устойчивости, требующей участия вестибулярного аппарата и требующей преимущественно проприоцептивной информации, а также о разной скорости восстановления после первого и второго полета. Какие наблюдали тенденции, для подтверждения или опровержения которых не хватило небольших объемов выборок космонавтов?

Тесты с качаниями головы проводили для «зашумления вестибулярного входа». Вместе с тем голова обладает значительной массой, изменения положения головы должны отражаться в движениях центра масс на стабилметрической платформе. При анализе данных стабилметрии учитывали перемещения центра давления, связанные с этими перемещениями массы головы, чтобы выделить влияние вестибулярной информации на вертикальную устойчивость?

Участники исследования были разделены на «визуалов» и «невизуалов» по значению коэффициента Ромберга. Была ли стабильна эта характеристика участников на протяжении исследования (до/после космического полета или «сухой» иммерсии)? Наблюдали переходы из «визуалов» в «невизуалы» и наоборот?

Замечания к диссертационному исследованию

В обзоре литературы недостаточно внимания уделено результатам научных исследований, полученным в последние 5-10 лет. Диссертант проанализировал работы, опубликованные, преимущественно, в 80-90-х годах прошлого века и в 2000-х годах.

Делая выводы о значении голеностопной или тазобедренной стратегии для поддержания вертикальной позы при разных воздействиях диссертант оперирует данными о движениях только в сагиттальной плоскости. Вместе с тем известно, что при поддержании спокойной вертикальной стойки голеностопная стратегия реализуется в сагиттальной плоскости, а тазобедренная стратегия – во фронтальной плоскости (Gatev et al., 1999. doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.915ad.x). Отсутствие данных о перемещении сегментов тела во фронтальной плоскости следует отнести к ограничениям выводов исследования.

К недостаткам диссертационной работы следует отнести то, что в методической главе не описано положение рук и ног испытуемых во время регистрации вертикальной позы и о том, как эти положения контролировали на всех этапах исследования. Хорошо известно о влиянии положения конечностей на показатели вертикального баланса. На рисунках 6 и 7, демонстрирующих разные этапы исследования позы, положения рук разные. На рисунке 6 руки подняты вверх, на рисунке 7 руки скрещены спереди в области таза.

К мелким недостаткам диссертационной работы можно отнести некоторую неаккуратность оформления рисунков. Рисунок 6 дважды представлен на страницах 39 и 40. На рисунке 20 анонсирован разброс колебаний в голеностопном суставе, но не показан.

Заключение

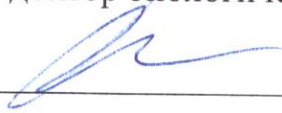
Диссертация Шишкина Никиты Валерьевича на тему «Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности», представленная на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 1.5.5. Физиология человека и животных, является актуальной, законченной, выполненной с использованием современных методов, научно-квалификационной работой, в которой на основании проведенных автором исследований решена актуальная научно-практическая задача изучения особенностей 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.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа Шишкина Н.В. соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата

медицинских наук (пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.) и не содержит заимствованного материала без ссылок на авторов, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 1.5.5. Физиология человека и животных.

Диссертационную работу Шишкина Н.В. на тему «Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности» обсуждали на семинаре в лаборатории физиологии движения ФГБУН Института физиологии им. И.П. Павлова РАН (протокол №4 от 17 декабря 2025 г.).

Главный научный сотрудник лаборатории физиологии движения ФГБУН Института физиологии им. И.П. Павлова РАН, доктор биологических наук Мошонкина Т.Р.


«18» декабря 2025 г.

e-mail: moshonkina@infran.ru
телефон: +79217710798

Подпись главного научного сотрудника Мошонкиной Т.Р. удостоверяю
Ученый секретарь Института физиологии им. И.П. Павлова РАН
кандидат биологических наук


«18» декабря 2025 г.

Сведения о ведущей организации

Полное наименование: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук

Сокращенное наименование: ИФ РАН

Адрес организации: 199034, ул. Макарова, д.6 г. Санкт-Петербург,
Российская Федерация

Телефон: +7 (812) 328-11-01

Сайт: www.infran.ru