



УТВЕРЖДАЮ
директор Института
д.м.н., академик РАН
Орлов О.И.
2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Государственного научного центра Российской Федерации —
Института медико-биологических проблем Российской академии наук

Диссертация на тему “Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности” выполнена в отделе сенсомоторной физиологии и профилактики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ - ИМБП РАН).

Соискатель Шишкин Никита Валерьевич проходил обучение в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации с 2009 до 2016 года, по специальности “Медицинская биофизика”. С 2016 по 2019 проходил обучение в аспирантуре ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Шишкин Никита Валерьевич является сотрудником ГНЦ РФ - ИМБП РАН, с февраля 2016 по январь 2017 года Шишкин Н.В. занимал должность старшего лаборанта в лаборатории гравитационной физиологии сенсомоторной системы, с января 2017 г. по март 2021 – младшего научного сотрудника, с марта 2021 по настоящее время работает в должности научного сотрудника в той же лаборатории.

На заседании Ученого совета ГНЦ РФ – ИМБП РАН 15 декабря 2016 года была утверждена тема диссертационной работы “Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности”.

Справка о сдаче экзаменов кандидатского минимума по английскому языку, философии и авиационной, космической и морской медицине выдана в 2024 году в ГНЦ РФ - ИМБП РАН.

Научный руководитель

Томиловская Елена Сергеевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник – заведующий лабораторией гравитационной физиологии сенсомоторной системы, заведующий отделом сенсомоторной физиологии и профилактики ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Настоящая диссертационная работа апробирована на заседании научной секции «Космическая биология и физиология» ГНЦ РФ – ИМБП РАН (протокол №11 от 15 декабря 2016 г.), по итогам обсуждения принято следующее заключение:

Диссертационная работа Шишкина Никиты Валерьевича посвящена изучению изменений в системе вертикального баланса при различных изменениях сенсорного окружения, а также описанию динамики восстановления постуральной функции в период восстановления после реальной и моделируемой гравитационной разгрузки.

Актуальность проблемы

Важным фактором, который должен быть учтён при возвращении космонавта на Землю после продолжительного космического полёта, является моторный контроль, в частности - поддержание вертикального равновесия (Kozlovskaya et al., 1988; Wood et al., 2015).

При этом существуют естественные ограничения наблюдений у космонавтов, связанные с относительно небольшим числом полётов, что затрудняет формирование значимой выборки, и, тем самым актуализирует попытки максимально возможного сбора данных у космонавтов после полёта и продолжение моделирования действия микрогравитации у здоровых добровольцев в условиях Земли (Tomilovskaya et al., 2019).

Отдельная работа сенсорных систем, участвующих в поддержании равновесия – проприоцептивной, зрительной, вестибулярной – изучается довольно давно (Гурфинкель В.С., 1965), существуют стандартизированные системы количественной оценки функции равновесия (Мезенчук and Кубряк, Олег, В., 2022), однако центральные механизмы, отвечающие за эти изменения, остаются малоизученными. Важную роль отводят изменениям, происходящим с вестибулярной системой (Black et al., 1995; Wood et al., 2015 (Наумов et al., 2020).

Известны работы, в которых сравнивается воздействие на сенсомоторную систему астронавтов коротких космических полётов, совершаемых впервые и повторно. Ключевой системой, отвечающей за эти изменения, является вестибулярный аппарат (Clément et al., 2005). Также были зарегистрированы изменения в его работе до, во время и после длительных КП (Наумов et al., 2020). Известно, что вследствие коротких КП меняется постуральная стратегия, что говорит о переключении постуральной системы на более простые управляющие схемы (Horak and Nashner, 1986; Speers et al., 1998). После длительных полётов подобных исследований ранее не проводилось. Ранее было показано, что ведущая сенсорная модальность может играть важную роль в постуральной устойчивости (Lacour et al., 1997; Paolucci et al., 2018) и особенно – в устойчивости к внешним возмущениям (Nashner, 1976). Учитывая сложность стандартизации исследований на космонавтах, целесообразно использовать наземные модели КП для проверки важности именно фактора безопорности и исследования эффективности средств профилактики эффектов опорной разгрузки (Крейдич Ю.В., 2009; Tomilovskaya et al., 2019).

В связи с вышеперечисленным представляется важным исследовать изменения вклада различных сенсорных систем в постуральную устойчивость после длительных КП, а также изменения центральных механизмов поддержания равновесия в наземных моделях.

Новизна научных результатов

Проведённые исследования дополняют картину продолжительного воздействия микрогравитации на постуральную устойчивость. Комплексный анализ характеристик постуральной устойчивости, проведенный на репрезентативной выборке участников длительных космических полётов – 32 человека, помогает подойти к пониманию механизмов развития нарушений вертикальной стойки после длительного КП. Впервые показано, что длительный космический полёт приводит к смене двигательной стратегии при поддержании равновесия при искажённой соматосенсорной или вестибулярной афферентации, при этом эти изменения сохраняются до 3-х суток после приземления. Показано, что предыдущий опыт длительных КП приводит к более быстрой реадаптации постуральной системы к земным условиям при последующих КП. В модельных экспериментах («сухая» иммерсия) показано, что у людей, постуральная система которых преимущественно ориентируется на соматосенсорный вход, после длительного воздействия безопорности более выражено снижается устойчивость в тестах на равновесие с искажённой соматосенсорной афферентацией. Также показано, что короткая 5-суточная опорная разгрузка во время «сухой» иммерсии сопровождается существенно большим изменением интеграции вестибулярной афферентации в постуральную устойчивость, в то время как длительная 21-суточная сопровождается изменением интеграции соматосенсорной афферентации.

В качестве основного **научного результата** работы выступают уникальные данные об особенностях адаптации системы контроля движениями к возвращению в условия земной гравитации. Проведённые исследования позволили получить новые научные данные об адаптации центральной обработки информации о положении в пространстве, выражающейся в изменении постуральной стратегии, которое сохраняется в течение нескольких суток после приземления.

Практический результат работы состоит в обнаружении того факта, что после повторных длительных (около полугода) космических полётов восстановление постуральной устойчивости, требующей активного вовлечения вестибулярного аппарата, происходит быстрее, чем после длительных космических полётов, совершаемых впервые. Ранее это было показано лишь для коротких (от 5 до 15 суток) полётов. Показано, что короткое воздействие безопорности в модельных экспериментах («сухая» иммерсия) достаточно для воспроизведения изменений, происходящих с интеграцией вестибулярного аппарата в постуральную систему, в то время как для воспроизведения изменений, связанных с интеграцией проприоцептивной системы, требуется более длительное воздействие. Было обнаружено, что люди с преимущественной ориентацией постуральной системы на зрительную информацию обладают лучшей вертикальной устойчивостью как до, так и после космического полёта, а в случае модельных экспериментов («сухой» иммерсии) - большей устойчивостью к воздействию безопорности.

Степень достоверности результаты проведенных исследований

Достоверность научных положений настоящей диссертационной работы обеспечена достаточным объёмом полученных баз данных, детальным и многосторонним анализом полученных данных на основе количественных (статистических) оценок. В исследовании принимало участие 52 мужчины, 32 из них - участники длительных космических полётов на МКС, 10 – участники короткой 5-суточной «сухой» иммерсии, 10 – участники

длительной 21-суточной «сухой» иммерсии. Постуральные характеристики регистрировались дважды до полёта, на 3-и, 7-е и 10-е сутки после приземления, трижды до погружения в «сухую» иммерсию, в день окончания иммерсионного воздействия, на 2-е сутки периода восстановления. Данные обрабатывались с помощью программной среды Rstudio, обработанный массив данных был проанализирован с использованием программы статистической обработки GraphPad Prism 6, использованы непараметрический тест Фридмана, непараметрический тест Вилкоксона, модель смешанных эффектов с поправкой Гейсера-Гринхауса на множественные сравнения, предполагающая наличие выпадающих значений, непараметрический тест Краскела-Уоллиса, парный t-тест Стьюдента.

Основные результаты и положения диссертационной работы доложены и обсуждены на научных мероприятиях: XXIII Съезд Физиологического общества им. И.П. Павлова (Воронеж, Россия, 2017), XVII Конференция молодых учёных, специалистов и студентов, посвящённая 100-летию со дня рождения академика О. Газенко (Москва, Россия, 2018), Международная конференция «International Symposium for Gravitational Physiology» (Noordwijk, Netherlands, 2018), X Всероссийская школа молодых учёных памяти академика РАН Е.Е. Никольского (Казань, Россия, 2019), Global Space Exploration Conference (GLEXP) 2021 (Санкт-Петербург, Россия, 2021), IX Российская конференция с международным участием по управлению движением, посвящённая 95-летию со дня рождения И.Б. Козловской (Казань, Россия, 2022), VII Съезд физиологов СНГ с международным участием (Сочи, Россия, 2022), Всероссийский симпозиум «Биомеханика-2023» (Россия, Москва, 2023), XXI Конференция молодых учёных, специалистов и студентов, посвящённая 60-летию Института медико-биологических проблем (Россия, Москва, 2023), 42nd Annual ISGP Meeting (Antwerp, Belgium, 2023), XXIV Съезд Физиологического Общества им. И.П. Павлова (Россия, Санкт-Петербург, 2023), 74th International Astronautical Congress (Baku, Azerbaijan, 2023), XVIII Конференция по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием (Россия, Москва, 2023), XV Международная научно-практическая конференция «Пилотируемые полеты в космос» (Звёздный городок, 2023), XI Всероссийская с международным участием школа-конференция по физиологии мышц и мышечной деятельности, посвящённая 70-летию открытия механизма мышечного сокращения (Москва, 2024).

По теме диссертации опубликовано 18 печатных работ, в том числе 4 статьи в журналах из перечня журнала ВАК РФ и баз данных Scopus/Web of Science, 14 тезисов докладов в сборниках докладов международных и всероссийских научных конференций.

Оценка выполненной соискателем работы

По актуальности поставленных задач, методическому и научному уровню исследования, их новизне и практической значимости диссертационная работа Шишкина Никиты Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой, которая отвечает п. 9 «Положение о порядке присуждения научных степеней» (постановления правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, редакция от 25.01.2024), предъявляемых к диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук.

Личный вклад диссертанта состоит в сборе экспериментальных данных, статистической обработке полученных данных, составлении выводов на основании полученных результатов статистической обработки, а также написании научных статей и

подготовке докладов и участии в качестве докладчика в российских и международных научных конференциях.

Диссертационная работа на тему “Изменения сенсорного и центрального контроля вертикальной позы, обусловленные пребыванием в условиях реальной и моделируемой микрогравитации различной длительности” Шишкина Никиты Валерьевича рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности: 1.5.5. – Физиология человека и животных.

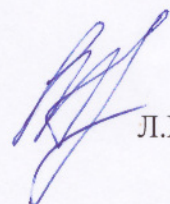
Заключение принято на заседании научной секции «Космическая биология и физиология» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации – Института медико-биологических проблем Российской академии наук. Присутствовало на заседании 22 чел. Результаты голосования: «за» 22 - чел., «против» - нет, «воздержалось» - нет, протокол № 18 от 10 июля 2024 года.

Председатель научной секции
«Космическая биология и физиология»
ГНЦ РФ — ИМБП РАН,
д.б.н.



В.Н. Сычев

Ученый Секретарь научной секции
«Космическая биология и физиология»
ГНЦ РФ — ИМБП РАН,
д.б.н.



Л.Х. Пастушкова