

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию Шаманцевой Наталии Дмитриевны
на тему: «Сенсомоторная регуляция вертикальной позы человека при
неинвазивной стимуляции спинного мозга», представленную на
соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 1.5.5 – «Физиология человека и животных»

Актуальность избранной темы.

Поддержание устойчивого вертикального положения и перемещение в пространстве — две тесно связанные, но разные задачи: так, эффективная ходьба невозможна без обеспечения вертикальной устойчивости. Контроль позы у человека — сложный многоуровневый процесс, управляемый как спинным, так и головным мозгом. Большинство данных о спинальных механизмах обеспечения и контроля позы получено на животных, поскольку прямой доступ к спинному мозгу человека ограничен. Исследовать эти механизмы у людей позволяет неинвазивный метод чрескожной стимуляции спинного мозга (ЧССМ), который избирательно активирует нейронные сети в поясничном отделе, не вызывая дискомфорта.

В данной работе для изучения спинального контроля позы был использован оригинальный подход: дестабилизация равновесия с помощью звуковых стимулов, которые активируют преимущественно супраспинальные центры мозга через слуховую систему, а не спинномозговые сети напрямую. Это позволяет оценить вклад именно спинальных механизмов в ответ на нисходящие команды. Также при подобных исследованиях важно учитывать дополнительные факторы: влияние дыхательных движений, которые создают механические помехи для позы, и то, как индивидуальная стратегия поддержания равновесия зависит от внешней сенсорной информации

(например, у «полезависимых» людей устойчивость сильно снижается при отсутствии зрительных или звуковых ориентиров). Анализ этих аспектов вносит вклад в определение роли спинальных сетей в регуляции позы.

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

Заявленная в работе Н.Д. Шаманцевой цель – «исследование спинальных механизмов регуляции постурального контроля у человека в норме с использованием метода ЧССМ». Цель соответствует теме и содержанию работы. В рамках достижения этой цели сформулировано 5 задач, которые в достаточной мере ей соответствуют. Соискатель решает поставленные задачи, используя широкий набор методов: стабилometriю, тональную аудиometriю и аффективную звуковую стимуляцию, чрескожную стимуляцию спинного мозга в двух локациях, тесты для определения сенсорно-когнитивного стиля и функциональной асимметрии, спирометрию и оптоэлектронную плетизмографию, статистически корректные методы (тест Шапиро-Уилка, критерии Вилкоксона и Манна-Уитни, ANOVA и т.д.).

На основе проведенного исследования автором сформулировано 4 положения к защите, анализ которых показывает соответствие между формулировками цели, задач, положений к защите и основными выводами работы.

Описание результатов в диссертационной работе Шаманцевой Н.Д. выполнено на хорошем методическом уровне: данные представлены системно, имеют строгую привязку к поставленным задачам, сопровождаются результатами статистического анализа.

Выводы работы демонстрируют согласованность и соответствие академическим стандартам диссертационных работ в области физиологии человека.

Достоверность и научная обоснованность результатов.

Обоснованность научных данных подтверждается объемной выборкой участвовавших в исследовании испытуемых добровольцев (152 человека), достаточной для статистического анализа данных. Используемые статистические методы обоснованы и применяются в соответствии с особенностями выборки и вида исследований. Анализ стабилметрических записей проведен аккуратно, с исключением периодов возможного влияния острых реакций и реакций ожидания завершения стимуляции. Рандомизация последовательности стимуляционных сессий и наличие достаточных перерывов между сессиями обеспечивает нивелирование влияния предыдущих условий.

Используемые в работе методы являются признанными в настоящее время объективными подходами для исследований в области физиологии движений. Новый, разработанный в рамках данного исследования бесконтактный метод регистрации дыхательных движений хорошо обоснован и приведен в сравнении со стандартным методом спирометрии.

Научная новизна работы.

Впервые экспериментально показано, что вклад спинальных сетей в регуляцию вертикальной позы у человека обладает сегментарной специфичностью. Показано, что неинвазивная модуляция активности этих сетей методом чрескожной спинальной стимуляции (ЧССМ) влияет на вертикальную устойчивость, причем характер реакции зависит от индивидуальной стратегии поддержания равновесия. У людей, зависимых от внешних сенсорных сигналов («полезависимых»), стимуляция на уровне грудных позвонков (Т11-Т12) стабилизирует позу как в спокойном состоянии, так и при дестабилизирующем звуковом воздействии. В то же время стимуляция на поясничном уровне (L1-L2) у этой группы испытуемых увеличивает постуральные колебания и не улучшает устойчивость при

звуковой нагрузке. У «полнезависимых» испытуемых, в меньшей степени опирающихся на внешние ориентиры, ЧССМ не оказывает значимого влияния на вертикальную устойчивость, что, по-видимому, отражает различия в базовых поструральных стратегиях и уровне супраспинального контроля.

Комплексное исследование с применением стабилотрии, электромиографии и кинематического анализа позволило установить, что спинальные сети на уровне T11-T12 играют ключевую роль в интеграции нисходящих команд и сенсорных возмущений для стабилизации вертикальной стойки. Сети на уровне L1-L2 участвуют в перераспределении мышечной активности и влияют на кинематику тела, но не определяют общую устойчивость при супраспинальных воздействиях. Кроме того, подтверждено, что стимуляция на обоих уровнях не влияет на дыхательные движения и их синхронизацию с позой, что указывает на избирательное воздействие применяемого типа стимуляции именно на поструральные, а не дыхательные спинальные механизмы.

Теоретическая и практическая значимость.

В теоретическом плане результаты работы углубляют понимание многоуровневой системы управления позой, конкретизируя роль различных сегментов спинного мозга в обеспечении вертикальной устойчивости.

Разработанный комплексный метод, объединяющий регистрацию стабилотрии, ЭМГ, кинематики и респираторно-постурального взаимодействия, даёт возможность объективно анализировать реакцию системы равновесия на сенсорные ограничения и направленную стимуляцию спинальных сетей.

Исследование подтвердило, что индивидуальные сенсорно-когнитивные особенности напрямую влияют на стратегии поддержания равновесия, что обосновывает необходимость персонализированного подхода как в научных изысканиях, так и в реабилитационной практике.

Важный вывод для практического применения заключается в безопасности метода чрескожной спинальной стимуляции (ЧССМ): его модуляция на уровнях T11–T12 и L1–L2 не нарушает синхронизацию позы и дыхания. Это открывает перспективы его использования как безопасного инструмента нейромодуляции для восстановления постурального контроля у пациентов с неврологическими заболеваниями.

Замечания и вопросы.

К работе есть несколько замечаний и вопросов.

1. Задачи 4 и 5 по формулировкам несколько перекрываются: исследование изменения дыхательных параметров при модуляции спинальных сетей ЧССМ и исследование постурально-респираторной синхронизации в условиях модуляции спинальных сетей можно было бы объединить.
2. В разделе «научная новизна» первая часть предложения как отдельное утверждение не уместна – факт влияния ЧССМ на вертикальную устойчивость здоровых людей не является новым. Возможно, стоило бы использовать более аккуратные формулировки, делая акцент именно на важности индивидуальной зависимости от внешней сенсорной информации в постуральных ответах на применение ЧССМ.
3. В задаче 3 указана разработка и апробация бесконтактного метода регистрации дыхательных движений. Задача была выполнена, однако в выводах обозначены только результаты исследований, проведенных с помощью этого метода. Возможно, факт разработки и апробации метода тоже стоило упомянуть в тексте выводов.
4. Некоторые подписи на рисунках выполнены очень мелким шрифтом и трудно читаемы (например, на рис. 1.1 или 1.8).
5. На рис. 1.5 шкала абсцисс обозначена «мсек», тогда как в других местах работы миллисекунды сокращаются как «мс».

Вопросы:

1. В работе показано, что полнезависимые испытуемые не показывают изменений постуральных реакций на предъявление или исключение зрительных и слуховых стимулов, а также на ЧССМ. Как Вы полагаете, к каким воздействиям они будут более чувствительны, чем полезависимые испытуемые?
2. В работе показано, что у полнезависимых испытуемых ЧССМ значимо не влияет на вертикальную устойчивость как при спокойной стойке, так и при дестабилизирующем звуковом воздействии. Есть ли конкретное предположение о причинах такого явления? Логично было бы предположить, что в испытуемых, для которых внешняя (зрительная и слуховая) информация менее важна для контроля вертикальной стойки, спинальные воздействия должны вызывать более сильный ответ.
3. Была ли возможность (наверное, не в рамках данной работы) проверить, действительно ли стимуляция на уровне L1-L2 приводила к коактивации мышц голени? С чем может быть связано уменьшение индекса коактивации мышц голени, полученное при ЧССМ в положении стоя?
4. Как соотносятся биомеханические результаты с постуральными моделями, подходят ли полезависимые и полнезависимые испытуемые под модель перевернутого маятника?

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования.

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 №842 «О порядке присуждения ученых степеней» с изменениями на 16 октября 2024 года, в редакции, действующей с 01 января 2025 года, в частности, пп. 9-14,

рассматриваемая диссертация Н.Д. Шаманцевой, по наличию новизны, объему и сложности выполненной работы с включением большой выборки (152 испытуемых-добровольцев), применявшимся методам, полученным результатам и выводам, опубликованным в рецензируемых изданиях статья с изложением основных результатов диссертации, соответствует общим требованиям к кандидатским работам.

Диссертация, представленная для изучения, изложена на 128 страницах, построена по классическому принципу и включает следующие разделы: Введение, Глава 1. Обзор литературы (5 подразделов), Глава 2. Стабилометрические исследования (Методы и 5 подглав с результатами и обсуждением), Глава 3. Биомеханическое исследование влияния ЧССЧ на вертикальную позу и дыхательные движения (Методы и 3 подраздела с результатами и обсуждением), Заключение, Выводы, Список литературы.

Проверка наличия и содержания опубликованных по теме диссертации 10 работ, в 8 из которых Н.Д. Шаманцева указана первым автором (библиография статей приведена соискателем в подразделе главы Введения «Список статей по теме диссертации в журналах, рекомендованных ВАК»: журналы Life, Sensors, Frontiers in neurosciences, Experimental Physiology и др.) подтверждает независимое рецензирование результатов диссертационной работы и соответствие критериям, указанным в пп. 11-14 действующего Положения.

Список литературы состоит из 177 источников, 17 из которых – русскоязычные источники; 76 источников датируется последним десятилетием.

Таким, образом, диссертация Шаманцевой Наталии Дмитриевны «Сенсомоторная регуляция вертикальной позы человека при неинвазивной стимуляции спинного мозга», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных, соответствует требованиям Постановления Правительства

Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями на 16 октября 2024 года, в редакции, действующей с 01 января 2025 года), указанным в пп. 9-14, а автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.5 – Физиология человека и животных.

Официальный оппонент:

Ведущий научный сотрудник – заведующий лабораторией гравитационной физиологии сенсомоторной системы, заведующий отделом сенсомоторной физиологии и профилактики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации - Института медико-биологических проблем Российской академии наук

Томиловская Елена Сергеевна



«02» февраля 2026 г.

Подпись Томиловской Е.С. удостоверяю:

Нач.отдела кадров



Галанина Н.А.

Адрес места работы: 123007, Россия, г. Москва, Хорошевское шоссе 76 А

Телефон рабочий: +7 (499) 195-63-21

Адрес эл. почты рабочей: yolka@imbp.ru

Научная специальность, по которой защищена кандидатская диссертация:
03.00.13 - «Физиология»