

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Бабанова Никиты Дмитриевича
на тему: «Моторный контроль у добровольцев в экзоскелете и при
выполнении задачи с визуальной обратной связью»
по специальности 1.5.5 – «Физиология человека и животных»

Актуальность темы диссертационной работы.

В последние годы широко развиваются работы по созданию экзоскелетов различного назначения. Подобные устройства призваны компенсировать различные двигательные нарушения, стабилизировать позу, облегчать усилия при работе с большими грузами и т.д. Необходимо отметить, что экзоскелеты в той или иной мере ограничивают степени свободы, что безусловно сказывается на работе систем моторного контроля. Вопрос двигательных перестроек при работе в экзоскелетах в настоящее время изучен недостаточно глубоко. В то же время такая информация необходима для разработки эргономических требований к задачам, выполняемым в экзоскелетах, и безусловно должна учитываться при формировании программ нейрореабилитации. Актуальность работы обусловлена необходимостью исследования вопросов сенсорного обеспечения управления движениями, а также вопросов моторного обучения в условиях применения экзоскелетов.

Структура диссертации и оценка ее разделов.

Диссертация построена по классическому принципу и включает следующие разделы: введение, обзор литературы, организация, материалы и методы исследования, результаты, их обсуждение, выводы и рекомендации. Работа изложена на 208 страницах, содержит 30 рисунков и 30 таблиц, а также 2 приложения со сводными таблицами к разделам результатов. Список литературы содержит 232 источника, из них 166 источников датируются

последним десятилетием. Большая часть источников (177) опубликовано в зарубежных изданиях.

Во введении излагается актуальность работы, ее научная новизна и научно-практическая значимость, сформулирована цель и 4 основных задачи исследований, положения, выносимые на защиту, приведены данные об апробации результатов работы (15 докладов на российских и международных конференциях, 18 печатных работ, в том числе 5 статей в журналах баз Scopus и RSCI).

В обзоре литературы отражены классические и современные представления об общих организации вертикальной позы человека в нормальных условиях, а также при использовании различных видов экзоскелета. Особое внимание уделено сенсомоторным механизмам поддержания постуральной устойчивости человека. Стоит отметить, что основная часть источников – публикации последних лет, что безусловно делает этот раздел актуальным и повышает научную значимость теоретической части работы.

Во второй главе под названием ««Организация, материалы и методы исследования» представлено детальное описание применяемых методических приемов: исследования баланса тела в экзоскелете и без него, исследование управляющих усилий рук, а также описание условий экспериментов (малоамплитудные движения, статическая или меняющаяся позиция тела).

Приведены схемы процедуры наблюдения, дано подробное описание используемого оборудования, включая иллюстрации и технические характеристики.

Глава «Результаты» содержит результаты собственных исследований и состоит из трех подразделов.

В первом из них приведены результаты исследований вертикальной стойки при спокойной стойке, поддержании усложненной позы и «гибридной» позе. Описаны стабилметрические показатели и показатели напряжения мышц в

различных условиях поддержания позы. Показано, что исходное преимущество зрительного или проприоцептивного входа в поддержании позы влияет на качество поддержания «гибридной» позы и усложненной позы.

Следующий раздел посвящен результатам исследований особенностей выполнения изометрических движений рук при управлении силовым джойстиком в положении сидя. Показано, что динамика результативности выполнения малоамплитудных движений зависит как от управляющей руки, так и от числа выполненных сессий. Выявлена связь между степенью координации движений и быстродействием: сниженная координация движений и уменьшение силы давления на джойстик приводили к увеличению времени выполнения задачи.

В третьем подразделе представлены результаты исследований баланса тела и управляющих усилий рук в «гибридной» позе (экзоскелете нижних конечностей) и сидя на табурете. Показано, что при целенаправленных движениях руки с использованием экзоскелета нижних конечностей стабильность позы ниже, а сложность манипулирования выше, чем в положении сидя на табурете; в обоих случаях центр давления смещается в противоположную рабочей руке сторону.

Обсуждение диссертации содержит подробное научное обсуждение всех полученных результатов и заключений и сопоставление их с информацией из литературных источников, а также обоснование практического применения результатов работы.

Работа завершается шестью выводами, соответствующим задачам работы, а также рекомендациями практического применения полученных результатов.

Научная новизна.

В работе впервые предложен метод комплексного анализа функции верхних конечностей, включающий совместную регистрацию силовых показателей и поверхностной электромиографии, а также результата выполнения

двигательных реакций. Выявлена взаимосвязь особенностей поддержания позы в пассивном экзоскелете и вкладом сенсорных систем (преобладания проприоцептивного или зрительного контроля в организации позных синергий). Выявлены особенности активации сгибателей и разгибателей верхних конечностей в условиях последовательных повторений движений нажатий на силовой джойстик. Показана важная роль проприоцептивной информации от нижних конечностей в организации движений как нижних, так и верхних конечностей. Подготовлен обзор литературы, обобщающий и анализирующий спектр физиологических методов, применяемых для изучения экзоскелетов на организацию произвольных движений и постуральных реакций.

Теоретическая и практическая значимость.

Работа имеет теоретическую значимость, так как она вносит вклад в системные представления об организации произвольных движений и постуральных реакций.

Практическая значимость подтверждается уже проведенным внедрением ее результатов в курс повышения квалификации врачей в ФГБОУ ДПО РМАНПО «Силовые платформы в оценке регуляции вертикальной позы человека и восстановлении функции равновесия». Результаты работы могут найти применение в различных областях медицины, связанных с восстановлением двигательных функций верхних конечностей, а также вертикальной стойки. Также материалы работы могут использоваться при разработке различных экзоскелетов.

Степень обоснованности научных данных.

Обоснованность научных данных подтверждается объемной выборкой участвовавших в исследовании добровольцев – 65 человек, достаточной для статистического анализа данных. В работе применяли современные методы и сертифицированное оборудование с должным метрологическим обеспечением. Все заключения и выводы, сформулированные в данной работе,

подтверждены данными статистического анализа, исходные данные доступны в приложениях 1 и 2.

Автореферат полностью отражает основные положения диссертации.

Замечания и вопросы.

К работе есть несколько замечаний и вопросов.

1. Небольшие упущения в оформлении – некоторые заголовки чересчур лаконичны. К примеру, раздел «Методика» или подраздел «В промышленности» и «В медицинской реабилитации».
2. В подразделе «Анализ данных» есть пункты «Применяемые показатели» и «Расчеты, статистический анализ». Однако в пункте «Применяемые показатели» говорится именно о расчетных показателях, а в пункте «Расчеты, статистический анализ» приводится только обоснование использования статистических критериев.
3. В начале подраздела 3.1. главы «Результаты» отмечено, что исследовали качество баланса тела в «гибридной» позе, однако подраздел содержит описание результатов исследований баланса тела также в спокойной вертикальной стойке, при поддержании усложненной позы и в «гибридной» позе.
4. Проверяли ли каким-то образом предположение, высказанное в главе «Обсуждение», о возможном влиянии степени фиксации экзоскелета к ногам на параметры регуляции позы?
5. Формулировка первого вывода не очень аккуратна: по-видимому, имеется в виду «соотношение вклада сенсорных систем» или «взаимодействие сенсорных систем», а не «соотношение сенсорных систем».

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

«Положения ВАК МИНОБРа РФ» (п.9). Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.5.5 – «Физиология человека и животных».

Таким образом, соискатель Бабанов Никита Дмитриевич заслуживает присуждения ученой 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



«29» ноября 2022 г.

Подпись Томиловской Е.С. удостоверяю:

Начальник отдела кадров



Галанина Н.А.

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

Телефон рабочий: +7499-195-6321

Адрес эл почты рабочей: yolka@imbp.ru

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