

В диссертационный совет 24.1.023.01 при  
Федеральном государственном бюджетном учреждении науки  
Государственном научном центра РФ –  
Институте медико-биологических проблем РАН

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Шпакова Алексея Васильевича «Механизмы адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека при различных уровнях гравитационной разгрузки», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 3.3.7 «Авиационная, космическая и морская медицина»

Диссертационная работа Шпакова А.В. посвящена изучению функционального состояния опорно-двигательного аппарата при воздействии различных уровней гравитационной разгрузки. Особенность таких исследований – это комплекс методик, предусматривающих одновременную регистрацию многопараметрических характеристик опорно-двигательного аппарата: биомеханических, электромиографических, скоростно-силовых, пространственно-временных параметров и опорных реакций стоп. В литературе, в области космической медицины, отражены исследования, результаты которых описывают состояние отдельных элементов двигательной системы человека в условиях гравитационной разгрузки, но они не дают представлений об общей картине адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека в условиях гравитационной разгрузки.

Научная новизна исследования – это именно комплексный подход, включающий современные высокотехнологичные методы исследования, объединенные в единый комплекс, такие как: видеоанализ движений с регистрацией ЭМГ-активности мышц, опорных реакций стоп и пространственно-временных характеристик локомоций. Проведено моделирование физиологических эффектов невесомости с использованием модели «Сухая» иммерсия; антиортостатическая гипокинезия с отрицательным углом наклона тела человека относительно горизонта; ортостатическая гипокинезия, основанная на изменении гравитационной составляющей гидростатического давления крови, которая соответствует вертикальному положению тела человека в условиях земной гравитации и их последовательное воздействие.

В работе использована авторская модель гипогравитации – ОГ с углом наклона тела относительно горизонта +9,6 градуса и применительно к задачам космической медицины использовано нагрузочное тестирование на велоэргометре в экспериментах с моделированием физиологических эффектов микро- и гипогравитации.

Данный системный подход позволил прогнозировать изменения в опорно-двигательной системе после предполагаемых воздействий оказываемых длительными космическими полетами. Предложен критерий ЭМГ-стоимости и временных параметров цикла шага для оценки точности следования рекомендациям российской системы профилактики и эффективности проводимого тренировочного процесса.

Результаты работы в автореферате изложены понятным научным языком, проиллюстрированы большим количеством таблиц и рисунков, которые дополняют тестовое содержание. Использованные автором методы статистического анализа

ИМБП ВХ. № 08/839 1  
от «14» 03 2025 г.

позволяют решить поставленные задачи и обосновать формулируемые в ходе работы положения и выводы.

Для меня, физиолога, занимающегося исследованием локомоторного аппарата у пациентов нейро-ортопедического профиля, наибольший интерес в данной работе представляет использование методик исследования и комплексные расчетные параметры полученные автором в работе. Методики 3-D видеоанализа движений, изокинетическая динамометрия – это используемые нами в работе методики, где достаточно хорошо отработаны критерии диагностики патологических паттернов. Анализ динамической электромиографии, синхронизированной с записью кинематических и кинетических параметров, в настоящее время в Центре Илизарова находится на стадии методической разработки, именно как медицинской технологии. Автор в своей работе ввел расчетные показатели «электромиографическая стоимость (ЭМГ-С) работы мышц» и расчет площадей фазовых траекторий при ходьбе. Предложенные расчетные параметры отражают биоэлектрическую стоимость работы мышц и являются предметом для рассмотрения их в последующем использовании при обследовании пациентов и определения их уровня информативности и диагностической значимости. Ранее, нами в работе использовался активационный индекс (AI) – отношение амплитуды ЭМГ к максимальному моменту силы мышц при одновременной регистрации с изокинетической динамометрией, показывающий в первом приближении «биоэлектрическую стоимость» работы мышц, т.е. количество двигательных единиц, активируемых для поддержания данного уровня усилия. Возможности исследовательской установки, использованной автором работы, позволяют рассчитывать данный индекс. В продолжение данной работы предлагаем автору сравнить эти расчетные индексы.

Автор отмечает, что адаптационные изменения биомеханических характеристик ходьбы в послеоперационных сессиях сопровождаются увеличением бедренного компонента в структуре движущей силы при уменьшении дистального компонента. Хочу отметить, что данный компенсаторный механизм является основным у всех пациентов при патологии дистальных сегментов, независимо от поражения центрального или периферического мотонейрона.

Интерпретация данных динамической ЭМГ после длительного действия опорной разгрузки может использоваться и для оценки синергетического межмышечного взаимодействия у пациентов, когда регистрируется десинхронизация формирования сгибания бедра и разгибания голени. Уменьшение амплитуды движения в суставах сопровождается увеличением активности *m. Tibialis ant* при достижении полной опоры стопой (компенсаторная реакция поддержания устойчивости) и увеличением ЭМГ-активность *m. Soleus* и *m. Gastrocnemius* при формировании опорного толчка. Считаю, что более точное межмышечное взаимодействие отражает длительность и амплитуда дополнительного пик активности для *m. Rectus femoris* и *m. Viceps femoris*, а так же индекс коактивации мышц, но его расчет требует дополнительной математической обработки данных.

При обследовании здоровых взрослых людей профиль функционального доминирования и асимметрии параметров кинетики актуален, но в силу специфики обследуемого контингента в работе Шпакова Алексея Васильевича она не рассматривалась. Но динамика функциональной асимметрии мощности работы суставных мышц в разном скоростном режиме отражает нейро-функциональное обеспечение

двигательной активности и межконечностную координацию. У пациентов диапазон скоростного режима ограничен в связи с их имеющейся патологией. Но для здоровых обследуемых скоростной режим является стандартом функционального тестирования и может служить критерием для оценки резервов нейро-функционального обеспечения двигательной активности, если дополнительно ввести расчетный параметр «функциональной асимметрии».

Выполненное комплексное исследование имеет высокую теоретическую и практическую значимость, использованные методики с определенной коррекцией могут дать дополнительную информацию о состоянии опорно-двигательного аппарата не только у здоровых обследуемых, спортсменов, но и у пациентов ортопедического профиля.

Диссертационная работа Шпакова Алексея Васильевича «Механизмы адаптационных перестроек опорно-двигательного аппарата человека при различных уровнях гравитационной разгрузки», представляет научно-квалификационную работу, имеющее большое значение для развития авиационной и космической медицины, физиологии человека. Содержание автореферата свидетельствует о том, что работа в полной мере соответствует требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013 (со всеми изменениями, утвержденными постановлениями Правительства РФ), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор заслуживает присуждение степени доктора биологических наук по специальности 3.3.7 «Авиационная, космическая и морская медицина»

Ведущий научный сотрудник научной лаборатории  
Клиники нейроортопедии и системных заболеваний,  
Доктор медицинских наук

Т.И.Долганова

Подпись доктора медицинских наук

Тамары Игоревны Долгановой  
Ученый секретарь ФГБУ «ИИИТ СОИ имени  
академика Г.А. Илизарова» Минздрава России  
кандидат медицинских наук



П. В. Очирова

«    » \_\_\_\_\_ 2025

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации  
640021, Россия, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6, бокс №36  
Тел. приемной директора: +7 (3522) 45-47-47, факс +7 (3522) 45-40-60  
Главный офис: [office@rncvto.ru](mailto:office@rncvto.ru) Официальный web-сайт: [www.ilizarov.ru](http://www.ilizarov.ru)