

На правах рукописи

МИХЕЕВ СЕМЁН ЮРЬЕВИЧ

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ АМПУТАЦИИ НА
ГОРМОНАЛЬНЫЙ ПРОФИЛЬ СПОРТСМЕНОВ -
ПАРАЛИМПИЙЦЕВ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНО-
ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЭТАПА ГОДИЧНОГО
ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦИКЛА

3.1.33. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная
физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная
реабилитация

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва 2024

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

Научный руководитель:

Пустовойт Василий Игоревич – доктор медицинских наук, руководитель Отдела №2 клинической и радиационной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна»

Официальные оппоненты:

Смоленский Андрей Вадимович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой спортивной медицины Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет спорта «ГЦОЛИФК», г. Москва»;

Зaborova Виктория Александровна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации

Защита диссертации состоится 25 ноября 2024 г. в 11.00 часов на заседании диссертационного совета 68.1.003.03 при Федеральном государственном бюджетном учреждении «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», по адресу: 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46, строение 8а. Тел.: 8 (499) 190-96-98.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, по адресу: 123098, Москва, ул. Живописная, д. 46 и на сайте центра по адресу: <https://fmbafmbc.ru/scientific-activities/dissertation-council/>

Автореферат разослан «__» __ 2024 г.

Учёный секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор Рылова Наталия Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно в мире проводят около 185 000 ампутаций, преимущественно за счет нижних конечностей, и большинство из них связаны с последствиями боевых действий (Yuan B. и др. 2023). Утрата нижней конечности неизбежно ведет к нарушению функционального состояния организма, в том числе к изменениям в уровне гормонов, резкому снижению физической активности и трудоспособности (Al Yafi M. и др. 2023; Yağız B.K. и др. 2023). Ряд иностранных исследователей указывают на то, что лица с ампутациями нижних конечностей имеют явные отличия в физиологическом аспекте по сравнению с людьми без утраты конечности (Adams C.T., Lakra A., 2024; Aizawa Y., 2023; Al Yafi M. и др., 2023).

Адаптивная физическая культура и паралимпийские виды спорта являются важным компонентом физической, психологической и социальной реабилитации лиц с ампутациями (Брюхова К.Е. 2022). На фоне современных вооруженных конфликтов ожидаем прирост спортсменов с такими видами травм в ближайшей перспективе (Казарьян Ю.Б., Юламанова Г.М., 2022; Cach G. и др., 2023), что обосновывает актуальность научных исследований в направлении их медико-биологического сопровождения.

В настоящее время в спортивной медицине все большую значимость обретают вопросы медицинского обеспечения спортсменов-инвалидов с целью индивидуализации и повышения эффективности тренировочного процесса, улучшения функционального состояния и, как следствие, достижения наивысших спортивных результатов (Трунина А.А., 2020; Шестиловская Н.А., 2020). Однако, лишь немногие исследования изучали психобиологические аспекты у спортсменов с ампутациями и их связь с гормональным статусом (Rosa J.P.R. и др., 2020).

Изучение гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев может помочь разработать эффективные методики оценки функционального состояния не только самих спортсменов, но и участников боевых действий, получивших ранения, явившиеся причиной ампутации, а также определить причины возможных нарушений в адаптации организма к потере конечности.

Степень разработанности темы исследования

По данным научной литературы, исследователи сталкиваются с проблемой определения и внедрения надежных протоколов, которые обнаруживают небольшие, но значимые функциональные нарушения у лиц с ампутациями конечностей (Paulson T., Goosey-Tolfrey V., 2017). Эксперименты, проведенные на животных, не могут полностью отражать реакцию организма на стресс и механизмы восстановления функционального состояния, так как большая часть подопытных организмов не синтезируют кортизол (Zhu Z. и др. 2024).

В связи с этим, практикующие врачи располагают ограниченной научно обоснованной информацией, касающейся функциональных особенностей не только спортсменов с ампутациями нижних конечностей, но и участников боевых действий с аналогичными травмами. Рекомендации по медико-биологическому сопровождению таких лиц зачастую носят общий, а не индивидуальный характер (Dehghansai N., Pinder R.A., Baker J., 2022; Hosokawa Y. и др., 2022; Lexell J., Frontera W.R., 2022).

До настоящего времени не до конца разработана и научно обоснована концепция медицинского обеспечения паралимпийского спорта, как целостной системы, направленной на сохранение здоровья и достижения высоких спортивных результатов (Ribeiro Neto F., Winckler C., Gomes Costa R.R., 2024; Rodríguez Macías M., Giménez Fuentes-Guerra F.J., Abad Robles M.T., 2023; Rozado J., Avanzas P., 2024). В современной литературе отмечено, что исследований, касающихся вопросов планирования годичного тренировочного цикла спортсменов-паралимпийцев с ампутациями нижних конечностей, в том числе с точки зрения функционального состояния, в различных видах спорта явно недостаточно (Гаврилова Е.А., 2023; Фролушина Н.С., Бакшеев М.Д., 2019). Исследование гормонального статуса спортсменов с ампутациями конечностей является важным аспектом для сохранения здоровья, повышения спортивных результатов и мониторинга их прогресса (Sanders D., Spindler D.J., Stanley J., 2022; Shimizu K., Mossialos E., Shibuya K., 2022).

Рядом отечественных и зарубежных авторов высказано много предложений, направленных на дальнейшее улучшение тренировочного процесса и повышение результативности таких спортсменов, однако в работах последних лет почти не уделяется внимания специфике подготовки спортсменов с ампутациями с точки

зрения эндокринологического статуса (Беленов В.Н., Дмитренко А.И., 2020; Блохин С.А. и др., 2019; Madzar T. и др., 2023; Parziale J.R., De Luigi A.J., 2023).

Цель исследования: изучить влияние травматической ампутации нижних конечностей, как внешнего фактора, на гормональный профиль спортсменов-паралимпийцев на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла.

Задачи исследования:

1. Выявить корреляционную связь концентраций половых гормонов, гормонов щитовидной железы, соматотропного гормона и кортизола в крови с полом, возрастом и антропометрическими характеристиками спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла.

2. Определить влияние уровня травматической ампутации нижних конечностей на гормональный профиль спортсменов-паралимпийцев на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла.

3. Сравнить концентрации гормонов спортсменов-олимпийцев и спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей из скоростно-силовых видов спорта на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла.

4. Сравнить концентрации гормонов спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей с госпитализированными пациентами, утратившими нижнюю конечность в ходе боевых действий.

Научная новизна исследования

Впервые структурированы и статистически обработаны данные репрезентативной выборки спортсменов-паралимпийцев с ампутациями нижних конечностей и пациентов, госпитализированных по поводу потери конечности в ходе боевых действий в острый период, что позволило получить достоверно значимые результаты.

Впервые проведена оценка зависимости гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев от уровня травматической ампутации, выявлена статистически значимо более низкая

концентрация тироксина у спортсменов с двусторонними и односторонней ампутациями на уровне бедер и статистически значимо более высокая концентрация пролактина у спортсменов с ампутациями на уровне одного бедра по сравнению с ампутациями на уровне голени.

Впервые выявлено, что уровень тироксина статистически значимо выше был у спортсменов-паралимпийцев по сравнению с пациентами, госпитализированными по поводу потери нижней конечности в ходе боевых действий, а уровень пролактина был, наоборот, значительно выше у госпитализированных пациентов.

Впервые проведен сравнительный анализ гормонального профиля спортсменов-олимпийцев и спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей на уровне средней трети голени и ниже из скоростно-силовых видов спорта (легкая атлетика и академическая гребля); определено, что концентрации тироксина и пролактина были статистически значимо выше, а концентрации общего тестостерона и соматотропного гормона были ниже у спортсменов-паралимпийцев по сравнению со спортсменами-олимпийцами.

Для дальнейшей разработки новых и усовершенствованных медицинских технологий медико-биологического сопровождения лиц с травматическими ампутациями нижних конечностей в том числе для оценки функционального состояния, впервые сформирована база данных, содержащая информацию об антропометрических показателях, уровнях ампутации и гормональном профиле спортсменов с ампутациями нижних конечностей (членов сборных команд Российской Федерации), в период специально-подготовительного этапа годичного тренировочного цикла, а также данные пациентов, госпитализированных по поводу утраты конечности в ходе боевых действий.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость настоящей работы заключается в способствовании дальнейшему развитию спортивной медицины в области адаптивной физической культуры, в том числе адаптивного и паралимпийского спорта, расширению научных представлений о медико-биологическом сопровождении спортсменов и участников боевых действий с ампутациями нижних конечностей. Данные проведенного исследования расширят теоретическую основу анализа

гормонального профиля лиц с ампутациями, обеспечат понимание гормонального ответа на потерю конечности у военнослужащих, а также определят эффективные мероприятия по предупреждению заболеваний и травм у спортсменов и наиболее рациональные гигиенические условия физического воспитания.

Практическая значимость работы

Результаты настоящего исследования могут быть применены спортивными врачами сборных команд Российской Федерации, осуществляющих работу со спортсменами с поражениями опорно-двигательного аппарата, с целью определения эффективных мероприятий по предупреждению заболеваний и травм, реабилитации, а также для обеспечения контроля за функциональным состоянием спортсменов-паралимпийцев; врачами хирургического профиля, осуществляющих свою деятельность в стационарных условиях по поводу боевых травм. Полученные данные будут способствовать повышению качества медико-биологического сопровождения, позволяют оценивать компенсаторные процессы таких лиц для достижения метаболического гомеостаза, а также позволят получить представление о функционировании организма после получения травмы и уточнить границы нормальных значений гормонов.

Методология и методы исследования

Настоящая работа выполнена на базе кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна» в период с декабря 2023 г. по август 2024 г.

Вид научного исследования – ретроспективное когортное. Протокол диссертационного исследования одобрен локальным этическим комитетом при ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России, протокол № 112 от 18 декабря 2023 г.

Исследование проводили в три этапа. На первом этапе настоящей работы были проанализированы данные антропометрических и лабораторных исследований 150 спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей, средний возраст которых составил $34,14 \pm 9,52$ лет, среди них женщин – 29 (19,3%),

мужчин – 121 (80,7%) человек. Далее, согласно уровню ампутации, спортсмены были разделены на 8 групп: 13 (8,7%) имели травму на уровне нижней трети голени, 18 (12,0%) – на уровне средней трети голени, 26 (17,3%) – верхней трети голени; 12 (8,0%) – нижней трети бедра, 26 (17,3%) – средней трети бедра, 30 (20,0%) – верхней трети бедра. Двустороннюю ампутацию на уровне голеней имели 13 (8,7%) спортсменов, двустороннюю ампутацию на уровне бедер – 12 (8,0%) спортсменов. Данные гормонального профиля спортсменов всех групп были сопоставлены между собой.

На втором этапе настоящей работы были проанализированы данные гормонального профиля 78 спортсменов мужского пола из скоростно-силовых видов спорта (легкая атлетика и академическая гребля), из них 31 спортсмен-олимпиец и 47 спортсменов-паралимпийцев с односторонней ампутацией на уровне средней трети голени и ниже. Проведено сравнение полученных данных спортсменов-олимпийцев и паралимпийцев с помощью современных методов статистического анализа.

На третьем этапе диссертационного исследования было проведено сравнение гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев ($n=19$) и пациентов, госпитализированных в Центр комбинированных поражений ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России по поводу утраты нижней конечности в ходе боевых действий ($n=19$).

Положения, выносимые на защиту:

1. У спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей отмечается корреляционная связь между ростом и площадью поверхности тела спортсменов и концентрациями биодоступного и свободного тестостерона.

2. Уровень травматической ампутации нижней конечности влияет на функциональное состояние спортсменов-паралимпийцев, в том числе на концентрации пролактина и тироксина в плазме крови.

3. У спортсменов-паралимпийцев по сравнению со спортсменами-олимпийцами определяются более высокие концентрации тироксина и пролактина и более низкие концентрации тестостерона и соматотропного гормона.

4. При оценке функционального состояния пациентов в остром периоде заболевания, госпитализированных по поводу потери нижней конечности в ходе боевых действий, отмечается более низкий уровень

тироксина и более высокий уровень пролактина по сравнению со спортсменами-паралимпийцами.

Внедрение результатов работы в практику

Материалы исследования внедрены в работу кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна»; Федерального казенного учреждения «Центральный военный клинический госпиталь им. П.В. Мандрыка» Министерства обороны Российской Федерации; филиала №8 Федерального государственного бюджетного учреждения «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» Министерства обороны Российской Федерации; Московской региональной общественной организации «Федерация спорта лиц с поражением ОДА».

Степень достоверности и апробация результатов исследования

Достоверность полученных данных подтверждается достаточным количеством клинического материала (150 спортсменов на первом этапе, 78 – на втором, 19 спортсменов и 19 пациентов – на третьем), а также применением современных методов статистической обработки с использованием современных программ статистического анализа.

Результаты диссертационного исследования доложены на I Конгрессе международного общества клинической физиологии и патологии, ISCPP2023 (Москва, 2023), II Конгрессе международного общества клинической физиологии и патологии, ISCPP2024 (Москва, 2024), ХХIII Всероссийском форуме «Здравница-2024» (Ярославль, 2024). Апробация диссертационной работы состоялась 04 июня 2024 г. на заседании научно-методического совета ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России.

Публикации

Основные положения и результаты диссертации отражены в 8 печатных работах: 4 статьи в журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий, из них 1 статья в журнале категории К-1, 1 статья в иностранном журнале и 2 статьи в журнале перечня

рецензируемых научных изданий Высшей аттестационной комиссией при Министерстве образования и науки Российской Федерации; 1 патент; 3 тезиса доклада.

Личный вклад автора в проведенное исследование

Автором были поставлены цели, задачи, разработан дизайн исследования. Соискатель осуществлял изучение и анализ научных публикаций по тематике исследования, участвовал в сборе ретроспективных данных, осуществлял их статистическую обработку, проводил анализ полученных данных. Автором самостоятельно написаны статьи и текст диссертации.

Соответствие паспорту научной специальности

Диссертация посвящена изучению влияния травматической ампутации нижних конечностей, как внешнего фактора, на гормональный профиль спортсменов-паралимпийцев на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла, что соответствует паспорту специальности 3.1.33. Восстановительная медицина, спортивная медицина, лечебная физкультура, курортология и физиотерапия, медико-социальная реабилитация (медицинские науки), в частности, пунктам 5 (разработка средств и методов медицинского контроля за функциональным состоянием лиц, занимающихся спортом, а также программ восстановления нарушенных функций и реабилитации спортсменов), 6 (изучение влияния внешних и внутренних факторов на структурные особенности, функционирование и патологические проявления организма спортсмена) и 7 (разработка научно-обоснованных вопросов медико-биологического обеспечения спортсменов, включая вопросы организации и оптимизации медико-биологического обеспечения при проведении массовых физкультурных и спортивных мероприятий).

Структура и объем диссертации

Диссертация изложена на 120 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений, списка использованной литературы, приложения. Работа иллюстрирована 11 таблицами и 39 рисунками. Список литературы включает 179 источников, из них 24 отечественных и 155 иностранных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материал и методы исследования

Настоящая работа выполнена на базе кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Бурназяна» в период с декабря 2023 г. по август 2024 г. Вид научного исследования – ретроспективное когортное. Сбор ретроспективных данных углубленного медицинского обследования (УМО) на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей и спортсменов-олимпийцев произведен на глубину 10 лет в медицинских информационных системах МИАС и МЕДИАЛОГ (данные УМО с 2014 по 2024 гг.). В исследование включали последнее, по данным систем, УМО спортсмена, если на специально-подготовительных этапах годичных тренировочных циклов их было несколько.

Данные 181 спортсмена сборных команд Российской Федерации (этап высшего спортивного мастерства, из них – 150 паралимпийцев и 31 – олимпийцы), а также данные 19 госпитализированных пациентов с потерей нижней конечности в ходе боевых действий обработаны и структурированы в программе Exel (офисный пакет Microsoft Office) для возможности дальнейшей быстрой и удобной обработки и статистического анализа. База данных включала пол, возраст, уровень ампутации и ее травматический характер, вес, рост, индекс массы тела (ИМТ), площадь поверхности тела (ППТ), лабораторные исследования уровня гормонов).

Протокол диссертационного исследования одобрен локальным этическим комитетом при ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, протокол № 112 от 18 декабря 2023 г.

Исследование проводили в три этапа. На первом этапе настоящей работы были проанализированы данные антропометрических и лабораторных исследований (гормоны, включенные в пул тестирования согласно приказу ФМБА России от 08.09.2023 г. № 178 «Об утверждении порядка организации медико-биологического обеспечения спортсменов спортивных сборных

команд Российской Федерации») 150 спортсменов-паралимпийцев, членов сборных команд Российской Федерации, с травматическими ампутациями нижних конечностей на разном уровне (средний возраст $34,14 \pm 9,52$ лет, 29 (19,3%) женщин, 121 мужчина (80,7%)). Далее, согласно уровню ампутации, спортсмены были разделены на 8 групп: 13 (8,7%) имели травму на уровне нижней трети голени, 18 (12,0%) – на уровне средней трети голени, 26 (17,3%) – верхней трети голени; 12 (8,0%) – нижней трети бедра, 26 (17,3%) – средней трети бедра, 30 (20,0%) – верхней трети бедра. Двустороннюю ампутацию на уровне голеней имели 13 (8,7%) спортсменов, двустороннюю ампутацию на уровне бедер – 12 (8,0%) спортсменов. Для определения уровня ампутации (верхняя, средняя, нижняя треть бедра или голени) проводили сравнение со здоровой ногой. Ампутации на уровне голеностопного сустава и стопы приравнивались к ампутациям на уровне нижней трети голени. Данные гормонального профиля спортсменов всех групп были сопоставлены между собой по следующим показателям: ТТГ, Т4, общий, свободный, биодоступный тестостерон, индекс свободных андрогенов (ИСА), глобулин, связывающий половые гормоны (ГСПГ), пролактин, кортизол, соматотропный гормон (СТГ).

На втором этапе настоящей работы были проанализированы данные гормонального профиля 78 спортсменов мужского пола из скоростно-силовых видов спорта (легкая атлетика и академическая гребля), из них 31 спортсмен-олимпиец и 47 спортсменов-паралимпийцев с односторонней ампутацией на уровне нижней трети голени и ниже. Проведено сравнение полученных данных спортсменов-олимпийцев и паралимпийцев с помощью современных методов статистического анализа. Данные гормонального профиля спортсменов обеих групп были сопоставлены между собой по следующим показателям: ТТГ, Т4, общий тестостерон, пролактин, кортизол, СТГ.

На третьем этапе диссертационного исследования было проведено сравнение гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев ($n=19$) и пациентов, госпитализированных в Центр комбинированных поражений ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России по поводу утраты нижней конечности в ходе боевых действий ($n=19$). Лица обеих групп имели ампутации на уровне голени.

Анализ статистических данных проводили с использованием программ Statistica 12.0 (разработчик – "Dell", США) и офисного пакета Microsoft Office Excel (2016 г.). Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Количественные показатели проверялись на предмет нормальности распределения (критерия Шапиро-Уилка при $n < 50$ и критерия Колмогорова-Смирнова при $n > 50$). При нормальном распределении использовали средние арифметические величины (M) и стандартные отклонения (SD), границы 95% доверительного интервала (95% ДИ), при отсутствии нормального распределения – медианы (Me) и нижние и верхние квартили ($Q1-Q3$).

Сравнение групп спортсменов-паралимпийцев с разными уровнями травматической ампутации нижних конечностей по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, выполнялось с помощью однофакторного дисперсионного анализа, апостериорные сравнения проводились с помощью критерия Тьюки (при условии равенства дисперсий). При ненормальном распределении сравнение выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

Направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента корреляции Пирсона (при нормальном распределении сопоставляемых показателей), направление и теснота корреляционной связи между двумя количественными показателями оценивались с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена (при распределении показателей, отличном от нормального). Прогностическая модель, характеризующая зависимость количественной переменной от факторов, разрабатывалась с помощью метода линейной регрессии.

Сравнение групп спортсменов-паралимпийцев, спортсменов-олимпийцев и участников боевых действий по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента, при неравных дисперсиях выполнялось с помощью t-критерия Уэлча. Сравнение групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Различия считались статистически значимыми при $p<0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общая характеристика группы спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей

Были проанализированы данные лабораторных исследований 150 спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей, средний возраст которых составил $34,14\pm9,52$ лет, среди них женщин – 29 (19,3%), мужчин – 121 (80,7%) человек. Медиана ИМТ составила $23,51 \text{ кг}/\text{м}^2$, средние значения ППТ – $1,90\pm0,25 \text{ м}^2$. Выборку составили спортсмены из академической гребли (13 чел., 8,7%), баскетбола на колясках (7 чел., 4,7%), легкой атлетики (38 чел., 25,3%), волейбола сидя (11 чел., 7,3%), паратриатлона (17 чел., 11,3%), следж-хоккея (22 чел., 14,7%), плавания (27 чел., 18%), лыжных гонок и биатлона (9 чел., 6%) и горнолыжного спорта (6 чел., 4%).

При оценке показателей гормонального профиля спортсменов в зависимости от пола отмечены более высокие уровни биодоступного ($p<0,001$), свободного ($p<0,001$), общего тестостерона ($p<0,001$), ИСА ($p<0,001$) у мужчин, а также более высокие показатели ГСПГ ($p<0,001$), пролактина ($p<0,001$) и СТГ ($p<0,001$) у женщин. Однако полученные данные не считались нами значимыми в связи с тем, что определяемая разница в уровне указанных гормонов является физиологической нормой. При этом статистически и клинически значимая разница выявлена по показателям Т4 ($p=0,002$): более высокие уровни тироксина характерны для мужчин, $17,02\pm1,83$ и $15,73\pm1,86 \text{ мкмоль}/\text{л}$ соответственно.

При проведении корреляционного анализа взаимосвязи уровней гормонов и возраста спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей была установлена отрицательная связь слабой тесноты по показателям ИСА ($\rho=-0,211$, $p=0,02$) и пролактина ($\rho=-0,172$, $p=0,12$). По другим показателям связь либо отсутствовала, либо была слабой, но статистически не значимой, $p>0,05$.

При проведении корреляционного анализа взаимосвязи уровней гормонов и роста спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей была установлена прямая связь слабой тесноты по показателям Т4 ($\rho=0,210$, $p=0,019$), свободного

($\rho=0,296$, $p<0,001$) и общего тестостерона ($\rho=0,248$, $p=0,03$); прямая связь ИСА ($\rho=0,387$, $p<0,001$). Отмечена отрицательная связь слабой тесноты по показателям ГСПГ ($\rho=-0,315$, $p<0,001$) и пролактина ($\rho=-0,213$, $p=0,010$). По показателям ТТГ, кортизола и СТГ связь либо отсутствовала, либо была слабой, но статистически не значимой, $p>0,05$.

При проведении корреляционного анализа взаимосвязи уровней гормонов и веса спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей была установлена прямая связь слабой тесноты по показателям Т4 ($\rho=0,183$, $p=0,042$), биодоступного тестостерона ($\rho=0,210$, $p=0,012$); прямая связь умеренной тесноты по показателям ИСА ($\rho=0,309$, $p<0,001$). Отмечена отрицательная связь слабой тесноты по показателям пролактина ($\rho=-0,224$, $p=0,006$) и СТГ ($\rho=-0,243$, $p=0,004$); отрицательная связь умеренной тесноты по показателям ГСПГ ($\rho=-0,447$, $p<0,001$). По показателям ТТГ, свободного и общего тестостерона, кортизола связь была слабой, но статистически не значимой, $p>0,05$.

При проведении корреляционного анализа взаимосвязи уровней гормонов и ППТ спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей была установлена прямая связь слабой тесноты по показателям Т4 ($\rho=0,207$, $p=0,021$), биодоступного ($\rho=0,238$, $p=0,005$) и свободного ИСА ($\rho=0,338$, $p<0,001$). Отмечена отрицательная связь слабой тесноты по показателям ТТГ ($\rho=-0,168$, $p=0,047$) и пролактина ($\rho=-0,223$, $p=0,005$); отрицательная связь умеренной тесноты по показателям ГСПГ ($\rho=-0,436$, $p<0,001$). По показателям общего тестостерона и кортизола связь была слабой, но статистически не значимой, $p>0,05$.

Оценка влияния уровня ампутации нижней конечности на гормональный профиль спортсменов-паралимпийцев на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла

Среди 150 испытуемых с травматическими ампутациями нижних конечностей 13 (8,7%) спортсменов имели травму на уровне нижней трети голени, 18 (12,0%) – на уровне средней трети голени, 26 (17,3%) – верхней трети голени; 12 (8,0%) – нижней трети бедра, 26 (17,3%) – средней трети бедра, 30 (20,0%) – верхней трети бедра. Двустороннюю ампутацию на уровне голеней имели 13 (8,7%) спортсменов, двустороннюю ампутацию на уровне бедер – 12 (8,0%) спортсменов.

При межгрупповом сравнении спортсменов с ампутациями на разном уровне были определены статистически значимые различия по уровням Т4 ($p=0,019$) и пролактина ($p=0,013$). По уровням биодоступного ($p=0,461$), свободного ($p=0,539$) и общего ($p=0,216$) тестостерона, ТТГ ($p=0,834$), ГСПГ ($p=0,344$), ИСА ($p=0,686$), кортизола ($p=0,277$) и СТГ ($p=0,271$) статистически значимых отличий не было обнаружено.

Наиболее низкие показатели Т4 были в группах с двусторонними ампутациями на уровне бедер ($15,56\pm2,62$ ммоль/л) и односторонней ампутацией на уровне нижней трети бедра ($15,56\pm0,75$ ммоль/л), наиболее высокие – у спортсменов с односторонней ампутацией на уровне верхней трети голени, $17,68\pm2,11$ ммоль/л (рис. 1).

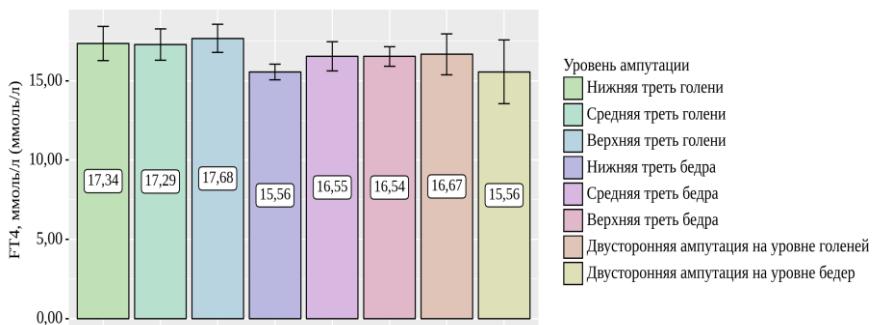


Рис. 1– Показатели Т4 (ммоль/л) в зависимости от уровня травматической ампутации

При оценке уровня пролактина была выявлена статистически достоверная разница согласно уровню травматической ампутации нижней конечности ($p=0,013$), причем, уровень пролактина был минимальным у спортсменов с ампутацией в области нижней трети голени (медиана $161,80$ мкМе/мл), а далее постепенно повышался прямо пропорционально высоте ампутации (медианы $163,65\rightarrow165,05\rightarrow215,00\rightarrow224,75\rightarrow234,20$ мкМе/мл соответственно). Самая значительная разница ($p=0,024$) была определена между уровнями пролактина спортсменов с ампутацией на уровне верхней трети голени (медиана $165,05$ мкМе/мл) и спортсменов с ампутациями на уровне нижней трети бедра (медиана $215,00$ мкМе/мл). Медианы

уровня пролактина у спортсменов с двусторонними ампутациями на уровне голеней и на уровне бедер составили 176,90 и 232,20 мкМе/мл соответственно (рис. 2).

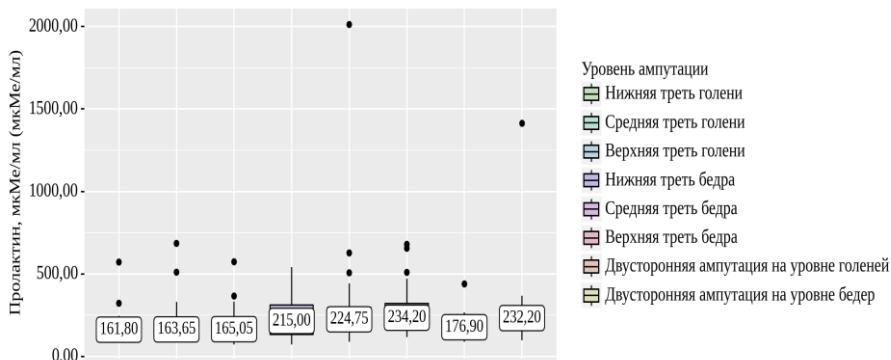


Рис. 2 – Показатели пролактина (мкМе/мл) в зависимости от уровня травматической ампутации

Для удобства интерпретации результатов был проведен сравнительный анализ концентраций пролактина у спортсменов с ампутациями на разном уровне, отдельно по односторонним и двусторонним ампутациям (табл. 1).

Таблица 1 – Сравнение концентрации пролактина у спортсменов с травматическими ампутациями нижних конечностей на разном уровне

Уровень ампутации	Пролактин (мкМе/мл)		P
	Ме	Q ₁ – Q ₃	
Односторонние ампутации			
Бедро	227,40	172,50 – 297,50	0,004*
Голень	163,00	134,60 – 232,45	
Двусторонние ампутации			
Оба бедра	244,50	189,25 – 262,00	0,364
Обе голени	176,90	172,30 – 222,10	

*Разница в показателях статистически значима, $p<0,05$

Выявлено, что у спортсменов-паралимпийцев с односторонними ампутациями уровень пролактина был статистически значимо выше при потере конечности на уровне бедра (163,00 и 227,40 мкМе/мл соответственно, $p=0,004$), при сравнении концентраций гормона у спортсменов с двусторонними ампутациями

на уровне обеих голеней и обоих бедер статистически достоверных отличий не было обнаружено ($p=0,364$).

Сравнение показателей гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей с показателями спортсменов-олимпийцев на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла и с показателями пациентов, госпитализированных в центр комбинированных поражений по поводу утраты нижней конечности.

Были проанализированы данные лабораторных исследований 78 спортсменов мужского пола, из них 31 спортсмен-олимпиец и 47 спортсменов-паралимпийцев.

Группы спортсменов были сопоставимы по возрасту и ИМТ, $p>0,05$ для обоих показателей. Средний возраст спортсменов-олимпийцев составил $26,23\pm4,18$, паралимпийцев – $28,11\pm4,51$ лет. Медиана ИМТ олимпийцев составила $23,7 \text{ кг}/\text{м}^2$, спортсменов с ампутациями – $23,87 \text{ кг}/\text{м}^2$. Обе группы составили спортсмены из скоростно-силовых видов спорта. Среди олимпийцев было 14 спортсменов из академической гребли (45%), остальные – спортсмены-легкоатлеты (бег – 9 чел., 29%; прыжки в длину – 3 чел., 9,7%; метания – 5 чел., 16,1%). Среди паралимпийцев было 13 спортсменов из академической гребли (27,7%), остальные – спортсмены-легкоатлеты (бег – 21 чел., 44,7%; прыжки в длину – 2 чел., 4,3%; метания – 11 чел., 23,4%).

Было проведено сравнение групп спортсменов-олимпийцев и паралимпийцев по показателям гормонального профиля на предсоревновательном этапе годичного тренировочного цикла (T4, ТТГ, общий тестостерон, кортизол, пролактин и СТГ) – табл. 2.

Статистически достоверной разницы не было обнаружено по показателям ТТГ ($p=0,223$) и кортизола ($p=0,289$). Уровень T4 статистически значимо выше был у спортсменов-паралимпийцев ($p<0,001$), его медиана составила $17,09 \text{ пмоль}/\text{л}$, тогда как у олимпийцев этот показатель составил $12,85 \text{ пмоль}/\text{л}$. Аналогичным образом у паралимпийцев был выше уровень пролактина (186,9 против 156,00 мкМе/мл, $p=0,021$). Уровень общего тестостерона, наоборот, был ниже, чем у спортсменов-олимпийцев: $5,10\pm1,97$ и $6,66\pm3,08 \text{ нг}/\text{мл}$ соответственно ($p=0,016$). Уровень СТГ у паралимпийцев был значимо ниже (0,12 против 0,26 нг/мл, $p=0,002$).

Таблица 2 – Сопоставимость групп спортсменов-олимпийцев и паралимпийцев по показателям гормонального профиля на предсоревновательном этапе годичного тренировочного цикла ($M \pm SD$, Me)

Показатель	Группа				P	
	Олимпийцы (n=31)		Паралимпийцы (n=47)			
	$M \pm SD/ Me$	95% ДИ / $Q_1 - Q_3$	$M \pm SD/ Me$	95% ДИ / $Q_1 - Q_3$		
T4, пмоль/л	12,85	12,10 – 13,64	17,09	16,13 – 18,22	<0,001*	
ТТГ, мкМе/мл	1,75	1,40 – 2,46	2,01	1,40 – 2,59	0,223	
Тестостерон общ., нг/мл	6,66±3,08	5,53 – 7,79	5,10±1,97	4,52 – 5,68	0,016*	
Кортизол, нмоль/л	351,15±86,56	319,40 – 382,90	372,11±127,00	334,83 – 409,40	0,389	
Пролактин, мкМе/мл	156,00	120,00 – 202,00	186,90	147,55 – 283,20	0,021*	
СТГ, нг/мл	0,26	0,10 – 1,10	0,12	0,06 – 0,27	0,002*	

*Разница в показателях статистически значима, $p<0,05$

Были проанализированы данные гормонального профиля 19 спортсменов-паралимпийцев и 19 пациентов, госпитализированных в Центр комбинированных поражений ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России по поводу утраты нижней конечности в ходе боевых действий. Испытуемые всех групп были лицами мужского пола, группы были сопоставимы по возрасту ($p>0,05$). Средний возраст спортсменов-паралимпийцев составил $37,2 \pm 3,36$ лет, возраст госпитализированных пациентов – $40,52 \pm 4,21$ лет.

Было проведено сравнение представленных групп по показателям гормонального профиля (T4, ТТГ, общий тестостерон, кортизол, пролактин и СТГ) – табл. 3.

Таблица 3 – Сопоставимость групп спортсменов-паралимпийцев и пациентов, госпитализированных в Центр комбинированных поражений по поводу утраты нижней конечности, по показателям гормонального профиля ($M \pm SD$, Me)

Показатель	Группа				P	
	Спортсмены-паралимпийцы (n=19)		Пациенты с ампутациями (n=19)			
	Me	$Q_1 - Q_3$	Me	$Q_1 - Q_3$		
T4, пмоль/л	17,06	16,34 – 18,26	11,19	11,13 – 11,25	0,023*	
TTГ, мкМе/мл	2,03	1,28 – 2,80	2,29	2,11 – 2,48	0,801	
Тестостерон общ., нг/мл	4,66	3,80 – 5,67	5,00	4,67 – 5,33	0,801	
Кортизол, нмоль/л	336,20	230,68 – 447,70	335,55	264,43 – 406,68	0,705	
Пролактин, мкМе/мл	143,40	122,55 – 214,88	407,23	353,19 – 461,28	0,044*	
СТГ, нг/мл	0,14	0,08 – 0,40	0,15	0,13 – 0,16	1,000	

*Разница в показателях статистически значима, $p < 0,05$

Статистически достоверной разницы не было обнаружено по показателям ТТГ ($p=0,801$), общего тестостерона ($p=0,801$), кортизола ($p=0,705$) и соматотропного гормона ($p=1,000$). Уровень Т4 статистически значимо выше был у спортсменов-паралимпийцев ($p=0,023$), его медиана составила 17,06 пмоль/л, тогда как у госпитализированных пациентов этот показатель составил 11,19 пмоль/л. Уровень пролактина был значительно выше у госпитализированных пациентов (407,23 против 143,40 мкМе/мл, $p=0,044$).

ВЫВОДЫ

1. На специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла установлена прямая связь умеренной тесноты между ростом спортсменов с ампутациями нижних конечностей и показателями биодоступного тестостерона ($\rho=0,318$, $p<0,001$), индекса свободных андрогенов ($\rho=0,387$, $p<0,001$); установлена прямая связь умеренной тесноты между весом и площадью поверхности тела спортсменов и индексом свободных андрогенов ($\rho=0,309$, $p<0,001$ и $\rho=0,338$, $p<0,001$), а также их отрицательная связь умеренной тесноты с концентрацией ГСПГ ($\rho=-0,447$, $p<0,001$ и $0,436$, $p<0,001$).

2. Выявлены статистически значимые различия в концентрациях тироксина ($p=0,019$) и пролактина ($p=0,013$) у спортсменов с травматическими ампутациями на разном уровне на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла; наиболее низкие показатели тироксина отмечали в группах с двусторонними ампутациями на уровне бедер и односторонней ампутацией на уровне нижней трети бедра, наиболее высокие – у спортсменов с односторонней ампутацией на уровне верхней трети голени; у спортсменов-паралимпийцев с односторонними ампутациями уровень пролактина был статистически значимо выше при потере конечности на уровне бедра ($p=0,004$), при сравнении концентраций гормона у спортсменов с двусторонними ампутациями на уровне обеих голеней и обоих бедер статистически достоверных отличий не было обнаружено ($p=0,364$).

3. Определено, что концентрации тироксина ($p<0,001$) и пролактина ($p=0,021$) были статистически значимо выше, а концентрации общего тестостерона ($p=0,016$) и соматотропного гормона ($p=0,002$) были ниже у спортсменов-паралимпийцев по сравнению со спортсменами-олимпийцами на специально-подготовительном этапе годичного тренировочного цикла.

4. Выявлено, что уровень тироксина статистически значимо выше был у спортсменов-паралимпийцев ($p=0,023$) по сравнению с пациентами, госпитализированными по поводу потери нижней конечности в ходе боевых действий; уровень пролактина был значительно выше у госпитализированных пациентов ($p=0,044$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. У спортсменов женского пола с травматическими ампутациями нижних конечностей, в связи с более низкими показателями тироксина по сравнению с мужчинами, рекомендовано проводить скрининг гипотиреоза и других заболеваний и состояний, связанных с гипофункцией щитовидной железы (дефицит йода, нарушения менструального цикла, кардиомиопатии, депрессия).

2. У спортсменов и военнослужащих мужского пола с двусторонними ампутациями на уровне бедер и с высокими односторонними ампутациями на уровне бедра, аналогичным образом, рекомендовано проводить скрининг гипотиреоза и других заболеваний и состояний, связанных с гипофункцией щитовидной железы (дефицит йода, эректильная дисфункция, кардиомиопатии, депрессия).

3. У спортсменов и военнослужащих с высоким уровнем ампутации, а также у спортсменов с низкими уровнями ампутаций, но невысоким ростом рекомендовано проводить скрининг гипогонадизма, а также профилактику возникновения его функциональных причин: мальабсорбции, висцерального ожирения, нарушения углеводного обмена.

4. Целесообразно в качестве дополнительных методов оценки функционального состояния спортсменов-паралимпийцев и военнослужащих с травматическими ампутациями нижних конечностей, в особенности с высокими уровнями ампутации, выполнять магнитно-резонансную томографию головного мозга и турецкого седла, ультразвуковое исследование молочных желёз.

5. Из-за наблюдаемой повышенной реакции спортсменов-паралимпийцев на стресс рекомендовано внести изменения в индивидуальные протоколы восстановления функционального состояния после соревнований, чтобы спортсмены могли добиться максимальных результатов.

6. Целесообразно с целью оценки функционального состояния спортсменов с ампутациями конечностей, в том числе, гормонального ответа на стресс, осуществлять забор крови в соревновательный и переходный периоды годичного тренировочного цикла.

7. Для оценки функционального состояния, в том числе гормонального ответа на травматическую ампутацию нижних

конечностей и оперативное вмешательство по поводу формирования культуры, у военнослужащих рекомендовано осуществлять забор крови для определения концентраций свободного тироксина и пролактина.

8. С целью нутритивно-метаболической поддержки военнослужащих, потерявшим конечность в ходе боевых действий, в динамике рекомендовано оценивать концентрацию тироксина как гормона, регулирующего процессы анаболизма и катаболизма.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи:

1. Михеев, С. Ю. Особенности гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев с травмами спинного мозга / С. Ю. Михеев, В. И. Пустовойт, В. М. Михеева, М. М. Михеев, М. В. Иванов, К. А. Юрку // Вестник спортивной науки. – 2024. – №5. – С. 44-49. (К-1).
2. Mikheev, S. Dependence of Prolactin on The Level of Lower Limb Amputation in Paralympic Athletes / S. Mikheev, V. Pustovoyt, K. Yurku // Journal of Clinical Physiology and Pathology (JISCPP). – 2024. – №3 (1). – Р. 56-57.
3. Михеев, С. Ю. Уровень ампутации и пролактин: особенности гормонального профиля спортсменов-паралимпийцев / С. Ю. Михеев, В. И. Пустовойт, В. М. Михеева, К. А. Юрку, М. В. Иванов // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. – 2024. – №3. – С. 34-37.
4. Михеев, С. Ю. Особенности медико-биологического сопровождения спортсменов с ампутациями конечностей / С. Ю. Михеев, В. И. Пустовойт, К. А. Юрку, М. В. Иванов // Клинический вестник ФМБЦ им. А.И. Бурназяна. – 2024. – №3. – С. 38-42.

Основные положения и результаты диссертации были представлены на научно-практических конференциях:

1. Пустовойт В. И. Зависимость показателей пролактина от уровня ампутации нижних конечностей у спортсменов-паралимпийцев / В. И. Пустовойт, С. Ю. Михеев, К. А. Юрку // Материалы II Конгресса Международного общества клинической

физиологии и патологии. – Т. 1. – С. 416-417.

2. Михеева, В. М. Уровень кортизола у спортсменов-паралимпийцев с травматическими ампутациями нижних конечностей / В. М. Михеева, С. Ю. Михеев // Материалы II Конгресса Международного общества клинической физиологии и патологии. – Т. 1. – С. 439-440.

3. Михеев, С. Ю. Зависимость показателей пролактина от уровня ампутации нижних конечностей у спортсменов-паралимпийцев / С. Ю. Михеев, В. И. Пустовойт, К. А. Юрку // Материалы II Конгресса Международного общества клинической физиологии и патологии. – Т. 1. – С. 440-441.

Патент:

Патент № 2819705 С1 Российская Федерация, МПК A61B 5/024. Методика определения устойчивости организма к токсическому действию кислорода: № 2023116877: заявл. 27.06.2023: опубл. 23.05.2024 / В. И. Пустовойт, А. С. Самойлов, Е. И. Балакин [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна". – EDN HIXWSI.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГСПГ – глобулин, связывающий половые гормона

ИМТ – индекс массы тела

ИСА – индекс свободных андрогенов

ППТ – площадь поверхности тела

СТГ – соматотропный гормон

T4 – тироксин

TTG – тиреотропный гормон

УМО – углубленное медицинское обследование