

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ АМПУТАЦИЙ ОБЕИХ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ВСЛЕДСТВИЕ БОЕВОЙ ТРАВМЫ: ПЕРВЫЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИГРАВИТАЦИОННОГО ТРЕДМИЛА

В.Е. Юдин^{1,2}, О.Ю. Ратникова², И.П. Бобровницкий², А.А. Будко^{1,2}, В.П. Ярошенко^{1,2}, Е.С. Косухин^{1,2}, Е.П. Пушкарев²

¹ Медицинский институт непрерывного образования ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)», Москва, Россия

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого» Минобороны России, Москва

АННОТАЦИЯ

Введение. Увеличение численности популяции с ампутационными дефектами представляет собой актуальную медико-социальную проблему, что обуславливает необходимость внедрения инновационных технологий для повышения эффективности реабилитации данной категории пациентов.

Цель. Оценить эффективность и безопасность медицинской реабилитации с применением антигравитационного тредмила у пациентов на этапе первичного протезирования после ампутаций нижних конечностей вследствие боевой травмы.

Материалы и методы. Проведен анализ серии клинических случаев (n=5) реабилитации пациентов после парных ампутаций на уровне голени вследствие боевой травмы. Исследованы особенности клинического и функционального статуса, наличие потенциально ограничивающих реабилитацию факторов. Проанализированы аспекты эффективности и безопасности программы медицинской реабилитации, включавшей в себя цикл из 10 занятий на антигравитационной беговой дорожке в течение двух недель.

Результаты. Все пациенты завершили курс из 10 тренировок на антигравитационной беговой дорожке в течение двух недель и достигли индивидуальных реабилитационных целей. Было отмечено улучшение основных паттернов походки с приростом темпа ходьбы более чем на 50%. По данным стабилотрии показатели равновесия улучшились на 22–42%, координации — на 14–33%. Прогресс при оценке индекса ходьбы Хаузера составил 2 балла, индекса мобильности Ривермид — от 2 до 5 баллов. Нежелательных явлений зафиксировано не было.

Заключение. Применение антигравитационного тредмила в реабилитации пациентов после парных ампутаций нижних конечностей характеризуется благоприятным профилем безопасности при берцовом уровне ампутаций. Данный тип тренировок способствует компенсации основных ограничивающих факторов и эффективному достижению целей по восстановлению функции ходьбы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: медицинская реабилитация, парные ампутации нижних конечностей, протезирование нижних конечностей, первичное протезирование, восстановление функции ходьбы, антигравитационный тредмил

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ: Ратникова Оксана Юрьевна, e-mail: oksana-ratnikova@yandex.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Юдин В.Е., Ратникова О.Ю., Бобровницкий И.П. и др. Современные технологии в реабилитации пациентов с ампутацией обеих нижних конечностей вследствие боевой травмы: первый опыт применения антигравитационного тредмила // Вестник Медицинского института непрерывного образования. — 2025. — Т. 5, № 2. — С. 89–95. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-2-89-95

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ: Авторы заявляют об отсутствии финансирования при проведении исследования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ: Данные текущего исследования можно получить по обоснованному запросу у корреспондирующего автора.

MODERN TECHNOLOGIES IN REHABILITATION OF PATIENTS AFTER AMPUTATIONS OF BOTH LOWER LIMBS DUE TO COMBAT INJURY: THE FIRST EXPERIENCE OF USING AN ANTIGRAVITY TREADMILL

V.E. Yudin^{1,2}, O.Yu. Ratnikova², I.P. Bobrovniitsky², A.A. Budko^{1,2}, V.P. Yaroshenko^{1,2}, E.S. Kosukhin^{1,2}, E.P. Pushkarev²

¹ Medical Institute of Continuing Education, Russian Biotechnology University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

² National Medical Research Center of High Medical Technologies named after A.A. Vishnevsky, Moscow, Russia

ABSTRACT

Background. The growth of the population with lower limb amputation defects is of high social and economic importance and determines the importance of introducing innovative technologies to improve the effectiveness of rehabilitation of this category of patients.

Purpose. To evaluate the effectiveness and safety of medical rehabilitation using an antigravity treadmill in patients at the stage of primary prosthetics after lower limb amputations due to combat injuries.

Materials and Methods. The case series (n=5) analysis was conducted on the rehabilitation of patients following bilateral below-knee amputations due to combat trauma. The clinical and functional status of patients was examined along with the presence of factors, potentially limiting rehabilitation. The safety and effectiveness of new medical rehabilitation program, which included 10 sessions on an antigravity treadmill over a two-week period, were assessed.

Results. All patients completed a course of 10 training sessions on an antigravity treadmill over two weeks and achieved their individual rehabilitation goals. All patients improved the key walking patterns and demonstrated more than a 50% increase in walking speed. Balance

and coordination functions enhanced by 22-42% and 14-33%, respectively. The Hauser Walk Index increased by 2 points, while the Rivermead Mobility Index improved by 2 to 5 points. No adverse events were reported.

Conclusion. The use of antigravity treadmill in rehabilitation of patients with bilateral below-knee amputations is characterized by favorable safety profile. This type of training facilitates compensation for major limiting factors and effectively supports achieving rehabilitation goals related to walking function.

KEYWORDS: medical rehabilitation, bilateral amputations of lower limbs, prosthetic lower limbs, primary prosthetics, recovery of walking function, antigravity treadmill

CORRESPONDENCE: Oksana Yu. Ratnikova, e-mail: oksana-ratnikova@yandex.ru

FOR CITATIONS: Yudin V.E., Ratnikova O.Yu., Bobrovnytsky I.P., et al. Modern Technologies in Rehabilitation of Patients after Amputations of Both Lower Limbs due to Combat Injury: the First Experience of Using an antigravity treadmill // Bulletin of the Medical Institute of Continuing Education. — 2025. — V. 5, No. 2. — P. 89–95. — DOI 10.36107/2782-1714_2025-5-2-89-95.

FUNDING SOURCE: The authors declare no funding for the study.

DECLARATION OF COMPETING INTEREST: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

DATA AVAILABILITY STATEMENT: Data from the current study are available on reasonable request from the corresponding author.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Постампутационные дефекты конечностей приводят к значительным нарушениям функционирования и жизнедеятельности, инвалидизации пациентов [1], что является серьезным бременем для здравоохранения в последние несколько десятилетий [2]. В структуре причин ампутаций нижних конечностей в мирное время основное место занимают атеросклероз и сахарный диабет (до 90 % случаев), остальная доля приходится на травмы (7–10 %) и тяжелые инфекции конечностей (до 3 %) [3]. При боевых действиях резко возрастает частота ампутаций, выполненных по причине минно-взрывной или огнестрельной травмы [3]. По данным Министерства труда и соцзащиты Российской Федерации за 2023 г. [4] 54% участников Специальной Военной Операции, получивших статус инвалида, имеют ампутационные дефекты, в 80% случаев — в виде отсутствия нижней конечности. При современной боевой травме ампутации на уровне голени встречаются с частотой до 40%, частота парных ампутаций конечностей составляет 9% [5].

Несмотря на прогресс в технологиях протезирования, обучение безопасной и эффективной ходьбе на протезах остается сложной мультидисциплинарной задачей и требует привлечения значительных ресурсов здравоохранения [6,7]. Кроме того, выполнение реабилитационной программы сопряжено с большими энергозатратами и физическими усилиями самого пациента [8]. Данный процесс может быть осложнен или пролонгирован наличием ограничивающих факторов, обусловленных предшествующим продолжительным пребыванием пациента в положении лежа или сидя, таких как потеря мышечной массы, снижение выносливости, недостаточность функций равновесия и координации [5]. Другим распространенным негативным фактором является болевой синдром [9]. Боли в усеченных конечностях в отсутствие пороков культей на начальном этапе ходьбы связаны с незавершенной адаптацией к гильзам протезов, и могут сочетаться с болью в спине из-за перенапряжения мышц торса вследствие нарушений биомеханики и асимметрии походки. Наличие коморбидности дополнительно снижает толерантность пациента к физическим нагрузкам [8]. Все это может приводить к ухудшению переносимости и ограничению времени тренировочных сессий, отсрочке формирования новых навыков и правильного двигательного стереотипа. Психологический фон также играет важную роль в

процессе восстановления функции ходьбы: страх перед вероятным падением, болью, катастрофизация трудностей, психологическая зависимость от вспомогательных средств передвижения и другие негативные установки могут снижать готовность пациента справляться с реабилитационной программой. Таким образом, необходим поиск методов, облегчающих адаптацию пациентов к осевой и двигательной нагрузке на этапе обучения ходьбе на двух протезах, что способствовало бы повышению эффективности реабилитационной программы и сокращению сроков достижения реабилитационных целей у данной категории пациентов.

Имеющийся опыт применения такой инновационной технологии, как антигравитационная беговая дорожка [10], показал, что регулируемая разгрузка массы тела обеспечивает возможность постепенной адаптации пациентов к осевой нагрузке, нивелируя негативные факторы, включающие болевой синдром, повышенную утомляемость, неуверенность в своих силах, в результате чего удается достигать целевой продолжительности тренировок у астенизированных больных. Безопасность ходьбы на протезах внутри тренажера и возможности взаимодействия персонала с пациентом не уступают таковым при стандартных наземных тренировках. Поручни антигравитационной дорожки выступают аналогом параллельных брусьев, минимизируя риск падений [11]. За счет прозрачной части камеры тренажера доступен полноценный обзор для динамической оценки походки и своевременной коррекции движения пациента на дорожке. Встроенная в тренажер система обратной видеосвязи (БОС) обеспечивает интенсивный нейродинамический тренинг и стимулирует закрепление нового двигательного стереотипа. Отображение в реальном времени на экране перед пациентом движений голени, стоп и полотна дорожки может компенсировать дефицит проприоцепции ниже уровня коленных суставов. Все вышеперечисленное позволяет предположить, что применение антигравитационного тредмила целесообразно для реабилитации ходьбы у пациентов с парными ампутациями нижних конечностей, особенно при наличии факторов, лимитирующих стандартные наземные программы.

Согласно литературным данным с оценкой доказательности применения различных методов тренировки походки у протезированных пациентов наземные занятия с использованием вербальных, аудиовизуальных,

мануальных и психологических методов доказанно эффективны, а тренировка на беговой дорожке может быть эффективна в качестве дополнения, самостоятельно или в составе домашнего плана упражнений [12]. В опубликованном анализе клинического случая применения антигравитационного тредмила у пациента с односторонней ампутацией голени сообщается, что использование данной технологии привело к успешному формированию навыка ходьбы на протезе, росту самоэффективности и толерантности к физическим нагрузкам [11]. Публикации об опыте применения дорожек с регулируемой разгрузкой массой тела у пациентов с двусторонними ампутациями нижних конечностей в доступной литературе на данный момент отсутствуют.

Возрастающая нагрузка на систему здравоохранения обуславливает важность разработки все более эффективных программ реабилитации, позволяющих сократить сроки достижения реабилитационных целей при восстановлении функции ходьбы у первично протезированных пациентов после ампутаций нижних конечностей и снизить затраты на пребывание пациента в медицинской организации.

Нами выдвинуто предположение, что использование беговой дорожки при наличии технологии регулируемой разгрузки массы тела и системы БОС может быть эффективным облегчающим и тренирующим фактором при обучении ходьбе на протезах. В настоящей статье представлен собственный первый опыт на примере пяти пациентов с парными ампутациями нижних конечностей, у которых была реализована программа реабилитации с применением данного метода.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Критерии отбора пациентов для занятий на антигравитационном тредмиле были определены с учетом технических особенностей оборудования и требований безопасности проведения реабилитационных мероприятий (табл. 1).

Целевой профиль пациента с ампутациями ниже уровня коленных суставов был установлен, исходя из таких требований, как отсутствие препятствий плотному прилеганию герметизирующих шорт (гильз протезов в области бедер), наличие мышечно-суставного чувства на уровне коленных суставов для обе-

спечения восприятия движения полотна дорожки под непрозрачным пологом камеры тренажера. Наличие минимальных навыков передвижения на протезах, включая умение перешагивать препятствие, предварительно тестировалось в параллельных брусках, так как при входе в тренажер пациент должен, опираясь на поручни, преодолеть возвышение задней части герметизирующей камеры. Оценка соответствия ширины полотна дорожки ширине базы шага пациента проводилась во избежание риска заступа на неподвижный край тренажера в процессе тренировки, что особенно актуально при наличии вальгусной деформации голени с увеличенной базой ходьбы на протезах.

Важным требованием является контроль технического состояния лечебно-тренировочных протезов (отсутствие трещин приемных гильз, ослабления креплений стопы и т.д.) во избежание риска отделения от культи или разрушения протезного изделия во время интенсивной ходьбы в тренажере.

Критериями исключения для занятий на антигравитационном тредмиле стали: несоответствие хотя бы одному из критериев включения, нежелание пациента заниматься на тренажере, а также состояния, внесенные в перечень противопоказаний производителем оборудования.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКИХ СЛУЧАЕВ

С соблюдением установленных критериев в группу наблюдения были включены 5 пациентов — мужчин в возрасте от 29 до 42 лет, получивших 6 и более месяцев назад минно-взрывные ранения, повлекшие парные ампутации на уровне верхней, нижней или средней третьей голени. Все они находились на начальном этапе пользования лечебно-тренировочными протезами. Подробные характеристики пациентов представлены в табл. 2.

Из потенциально ограничивающих реабилитацию факторов у данных пациентов присутствовали: избыточная масса тела, установленная при расчете ИМТ по скорректированной для ампутантов формуле, в трех случаях достигающая степени ожирения; сердечно-сосудистая патология, компенсированная к моменту включения в наблюдение (гипертоническая болезнь I стадии с контролируемой артериальной гипертензией у двоих пациентов и ушиб сердца в анамнезе без нарушения сердечной функции в одном случае). У всех наблюдаемых отмечался сопряженный с ходьбой болевой синдром — боль в спине и/или культих интенсивностью от слабой до умеренной (от 2 до 5 баллов при оценке по ВАШ). Фантомно-болевой синдром отсутствовал, либо был купирован медикаментозной терапией.

Исходно пациенты демонстрировали различный уровень навыков ходьбы. В трех случаях из пяти наблюдалась ходьба в медленном и очень медленном темпе с двусторонней опорой на костыли и только на короткие дистанции, основным средством передвижения являлась кресло-коляска. Два других пациента могли ходить в среднем темпе на средние дистанции, используя для опоры трость, или без опоры, коляской для передвижения пользовались менее чем в половине случаев.

Все пациенты после разъяснения сути метода назначения тренировок на тренажере с эффектом разгрузки

Таблица 1. Критерии включения и исключения пациентов с парными ампутациями нижних конечностей для тренировки ходьбы на антигравитационной беговой дорожке

Критерии включения	Критерии исключения
Протезированные культы нижних конечностей после ампутаций ниже коленного сустава	Несоответствие хотя бы одному из критериев включения
Наличие минимальных навыков передвижения на протезах (умение стоять, делать шаги и перешагнуть препятствие при наличии опоры)	Некомпенсированная сопутствующая патология. Пароксизмальные состояния. Другие состояния, включенные в перечень противопоказаний производителя оборудования
Ширина базы ходьбы на протезах соответствует ширине полотна дорожки	Психологический или когнитивный дефект, затрудняющий контакт и точное следование инструкциям
Удовлетворительное техническое состояние протезов	Нежелание заниматься на тренажере

Таблица 2. Характеристики пациентов, включенных в группу наблюдения

Характеристики	Пациент №1	Пациент №2	Пациент №3	Пациент №4	Пациент №5
Пол	Мужчина	Мужчина	Мужчина	Мужчина	Мужчина
Возраст, лет	36	29	33	42	29
ИМТ (скорректированный) кг/м ²	36,2	36,4	26,8	32,7	28,5
Сроки после МБР ⁺ , месяцы	8	7	7	6	9
Уровень парной ампутации голеней	Верхняя треть справа и слева	Нижняя треть справа и слева	Средняя треть справа и слева	Верхняя треть справа Средняя треть слева	Верхняя треть справа и слева
Продолжительность ношения лечебно-тренировочных протезов	6 дней	8 дней	5 дней	7 дней	11 дней
Болевой синдром, сопряженный с ходьбой (оценка по ВАШ)	Боль в кульнях (5 баллов)	Боль в кульнях и спине (4 балла)	Боль в кульнях (2 балла)	Боль в кульнях и спине (3 балла)	Боль в кульнях (4 балла)
Синдром фантомной конечности с болью	Купирован лекарственной терапией	Отсутствует	Отсутствует	Купирован лекарственной терапией	Купирован лекарственной терапией
Сердечно-сосудистая патология	ГБ I ст. (контролируемая)	ГБ I ст. (контролируемая)	Отсутствует	Отсутствует	Ушиб сердца (изолированные проявления на ЭКГ)
Дистанция ходьбы на момент включения	<50м	<100м	<200м	<50м	<150м
Темп ходьбы	Очень медленный	Медленный	Средний	Медленный	Средний
Используемые средства опоры	Костыли	Подлокотные костыли	Нет	Костыли	Трость
Потребность в кресле-коляске	>>50% передвижений	>50% передвижений	<50% передвижений	>50% передвижений	≤50% передвижений

ИМТ= индекс массы тела; МБР = минно-взрывное ранение; ГБ=гипертоническая болезнь

массы тела восприняли положительно и дали согласие на участие в наблюдательном исследовании.

С каждым из участников была определена реабилитационная цель на этап из 10 тренировок на антигравитационной дорожке в течение 2 недель.

Занятия проводились в индивидуальном формате врачом лечебной физкультуры или врачом физической и реабилитационной медицины. Сводный протокол цикла тренировок на основе фактически реализованных режимов представлен в табл. 3.

Таблица 3. Протокол тренировок на антигравитационной беговой дорожке

Тренировка №	Остаточная масса тела (%)	Скорость (км/ч)	Угол наклона (градусы)	Длительность (мин)
1	60	1,5-2,0	0	10-15
2	60-70	2,0-2,5	0	15-20
3-4	70	2,5-4,0	0	20
5-7	70-80	3,0-4,5	0	20
8-10	80-90	4,0-5,0	0	20-30

Остаточная масса тела на фоне разгрузки в тренажере на начальных этапах составляла 60-70% с последующим постепенным увеличением до 80-90%. Скорость ходьбы устанавливалась первоначально на уровне 1,5-2 км/ч и достигала 5 км/ч в заключительных тренировках.

Угол наклона дорожки был нейтральным на протяжении всей серии занятий. Продолжительность одной тренировочной сессии увеличивалась с 10-15 мин до 20-30 мин, и в среднем составила 20 мин.

Для оценки болевого синдрома применялась визуальная аналоговая шкала (ВАШ) на экране тренажера до запуска дорожки. В процессе тренировки использовалась цифровая рейтинговая шкала боли (ЦРШ).

В целях объективной оценки изменений темпа и эффективности наземной ходьбы использовались:

- Тест 20-метровой ходьбы [13], который пациенты выполняли до начала цикла занятий и далее после каждой тренировки;
- Индекс ходьбы Хаузера, индекс мобильности Ривермид, с помощью которых проводилась оценка статуса исходно и по завершению программы.

Контроль динамики паттернов ходьбы проводился с помощью 30-секундной видеозаписи ходьбы пациента на дорожке в начале первой сессии и в заключительной части каждой тренировки.

Функции равновесия и координации движений оценивали с помощью стабиллоплатформы СТ-150 с БОС до начала и после завершения цикла тренировок.

Оценка психоэмоционального состояния осуществлялась в рамках мотивационного консультирования [14]. Пациентам задавали 6 вопросов, включая запрос на самооценку по двум 10-балльным шкалам: шкале мотивации (важности), шкале самоэффективности (уверенности), которые вместе позволяли судить о готовности пациента к предстоящим изменениям, а также уточняющие вопросы (табл. 4).

Таблица 4. Опросник для оценки мотивации и самооффективности (мотивационная беседа с пациентом)

Мотивация (важность)	Самооффективность (уверенность)
1. Как бы вы оценили степень важности ежедневной тренировки ходьбы по шкале от 1 до 10, где 1 — совсем не важно и 10 — абсолютно важно?	1. Если бы вы были убеждены, что ежедневная тренировка ходьбы крайне важна, как бы вы оценили свою уверенность ее выполнения по шкале от 1 до 10, где 1 — совсем не уверен и 10 — абсолютно уверен?
2. Почему вы поставили оценку X, а не как 1? (мотивы пациента)	2. Почему вы оценили ее как X, а не как 1? (выявляет желание, сильные стороны пациента, чтобы что-то изменить)
3. Почему вы оценили ее как X, а не как 10? (вопрос выявляет неуверенность, амбивалентность)	3. Почему вы оценили ее как X, а не как 10? (выявляет возможные причины этого не делать, барьеры)

РЕЗУЛЬТАТЫ

Все 5 пациентов завершили курс из 10 тренировок на антигравитационной беговой дорожке в течение двух недель и достигли индивидуальных реабилитационных целей. Нежелательных явлений за время наблюдения отмечено не было.

У всех наблюдаемых антигравитационный режим во время тренировки эффективно устранял боль. Степень разгрузки массы тела в начальных сессиях калибровалась по регрессу болевого синдрома. Полученные индивидуальные соотношения показателей интенсивности

Таблица 5. Динамика связанного с ходьбой болевого синдрома в процессе первой тренировки с эффектом разгрузки массы тела

Остаточный вес пациента		100% (исходно)	80%	60%
Пациент 1	Боль по ВАШ / ЦРШ (баллы)	5	1-2	0
Пациент 2		4	0-1	0
Пациент 3		2	0	0
Пациент 4		3	1	0
Пациент 5		4	1	0

боли и остаточной массы тела представлены в табл. 5.

Не было зафиксировано случаев чрезмерного утомления с досрочным завершением сеанса, эпизодов нарастания болевого синдрома после ходьбы на тренажере, что отличало данный тип тренировок от стандартных наземных занятий.

Посредством видеофиксации у каждого пациента регистрировалось улучшение ключевых паттернов ходьбы: оптимизация ширины шага, установление симметрии цикла ходьбы, коррекция осанки, а также различной степени регресс потребности в опоре.

По данным теста 20-метровой ходьбы к моменту завершения тренировок все пациенты продемонстрировали увеличение темпа ходьбы более чем на 50% по сравнению с исходным.

При оценке эффективности ходьбы по шкалам прогресс был достигнут у всех наблюдаемых (рис. 1): индекс ходьбы Хаузера улучшился на 2 балла, а индекс мобильности Ривермид — в диапазоне от 2 до 5 баллов.

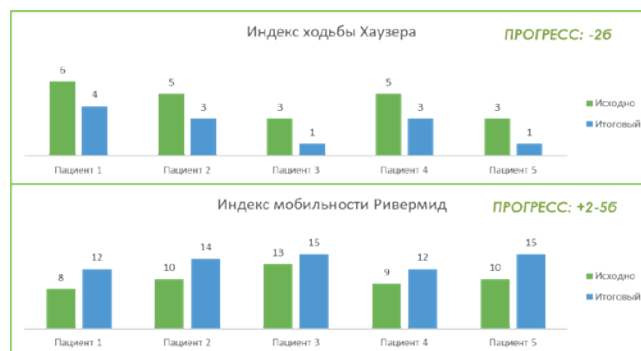


Рис.1. Динамика индекса ходьбы Хаузера и индекса мобильности Ривермид, тренировки № 1, 10

По результатам стабилотрии на платформе СТ-150 с БОС было зафиксировано улучшение показателей равновесия и координации: баланса в позе Ромберга — в диапазоне от +22 до +42%, результатов тестов на координацию движений — от +14 до +33%.

Все пациенты показали рост самооценки по шкалам мотивации (важности) и самооффективности (уверенности) вскоре после начала занятий, демонстрируя высокую готовность к изменению образа жизни, продолжению тренировок навыков ходьбы (рис. 2).

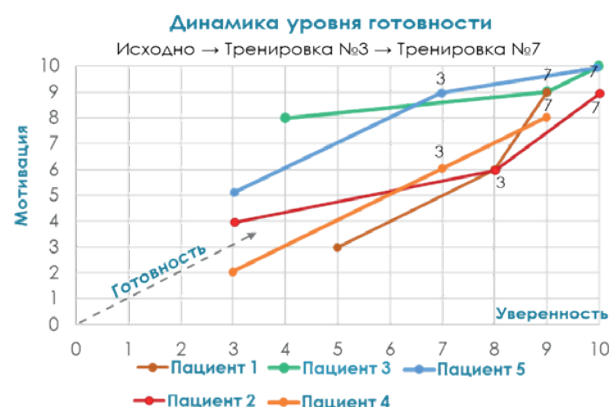


Рис.2. Психосоциальное состояние. Готовность к изменениям.

ОБСУЖДЕНИЕ

Хотя метод анализа серии клинических случаев не позволяет делать обобщающие выводы и не является основанием для определения причинно-следственных связей, в то же время полученная в результате первых клинических наблюдений информация может быть полезна для реальной практики и формирования гипотез для дальнейшего изучения в более крупных и сложных исследованиях [15, 16].

Высокая социальная значимость наблюдаемого роста числа пациентов с ампутационными дефектами нижних конечностей [17] обуславливает важность повышения эффективности программ реабилитационного лечения для восстановления функции ходьбы. Данную задачу можно решать, внедряя в практику дифференцированный подход к составлению комплекса реабилитационных мероприятий на основе оценки

клинических, функциональных и психологических особенностей пациента, и, в частности, выявляя показания к применению технологии регулируемой разгрузки массы тела.

Анализ представленной серии клинических примеров показал, что использование беговой дорожки с регулируемой разгрузкой массы тела (антигравитационного тредмила) в режиме индивидуальных тренировок ходьбы у протезированных пациентов, отобранных согласно предложенным критериям (табл. 1), было безопасным и привело к достижению индивидуальных целей в установленные сроки. Полученные наблюдения позволяют заключить, что антигравитационный режим помогает устранить влияние основных ограничивающих реабилитацию факторов, таких как боль, связанная с вертикализацией и ходьбой, повышенная утомляемость.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дымочка М. А. Особенности организации деятельности федеральных учреждений медико-социальной экспертизы в условиях изменения нормативно-правового регулирования. В ФГБУ ФБ МСЭ Минтруда России. Совещание, 30 мая 2024 г., Москва. Доступно по ссылке: [https://www.invalidnost.com/MSE/FB/2024/VKS/dymochka_m.a.pdf]
2. Hughes W. et al. Editor's Choice—Trends in lower extremity amputation incidence in European Union 15+ countries 1990–2017 // *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. — 2020. — Т. 60. — № 4. — С. 602–612. doi: 10.1016/j.ejvs.2020.05.037
3. Шапошников Ю. Г., Кукин Н. И., Низовой А. В. Ампутация конечностей в военно-полевых условиях // *Медицина*. — 1980. — 152 с.
4. <https://tass.ru/obschestvo/19036649?ysclid=m8rnpngxsj753952218>
5. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Пономаренко Г.Н. и др. Медицинская реабилитация и протезирование пациентов с ампутациями конечностей вследствие боевой травмы: Методические рекомендации. Под ред. Г.Н. Пономаренко, Д.В. Ковлена // Санкт-Петербург: ВмедА. — 2023.
6. Юдин В. Е., Ярошенко В. П., Поправка С. Н. Опыт организации протезирования и медицинской реабилитации военнослужащих с ампутацией конечностей // *Военно-медицинский журнал*. — 2021. — Т. 342. — № 4. — С. 18–25.
7. Тришкин Д. В. и др. Современная система реабилитации и абилитации военнослужащих с ампутацией конечностей // *Военно-медицинский журнал*. — 2023. — Т. 344. — № 2. — С. 4–12.
8. Болотов Д. Д., Русакевич А. П., Стариков С. М. Оценка толерантности к физической нагрузке у пациентов с ампутационными дефектами нижних конечностей // *Вестник восстановительной медицины*. — 2019. — № 2 (90). — С. 29–34.
9. AlMehman D. A. et al. Post-amputation pain among lower limb amputees in a tertiary care hospital in Jeddah, Saudi Arabia: A retrospective study // *Saudi medical journal*. — 2022. — Т. 43. — № 2. — С. 187–196. doi: 10.15537/smj.2022.43.2.20210609. PMID: 35110344; PMCID: PMC9127912.
10. Eastlack R. K. et al. Lower body positive-pressure exercise after knee surgery // *Clinical Orthopaedics and Related Research*®. — 2005. — Т. 431. — С. 213–219.
11. Mikami Y. et al. The effect of anti-gravity treadmill training for prosthetic rehabilitation of a case with below-knee amputation // *Prosthetics and orthotics international*. — 2015. — Т. 39. — № 6. — С. 502–506. doi:10.1177/0309364614532866.
12. Highsmith M. J. et al. Gait training interventions for lower extremity amputees: a systematic literature review // *Technology & Innovation*. — 2016. — Т. 18. — № 2–3. — С. 99–113. doi: 10.21300/18.2–3.2016.99. Epub 2016 Sep 1. PMID: 28066520; PMCID: PMC5218520.
13. Motyl J. M. et al. Test-retest reliability and sensitivity of the 20-meter walk test among patients with knee osteoarthritis // *BMC musculoskeletal disorders*. — 2013. — Т. 14. — С. 1–8. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-14-166>
14. https://meduniver.com/Medical/stomatologia/motiviruiuchaia_beseda.html?ysclid=lzoivj1cba11716579
15. Буланов Н. М. и др. Дизайн научных исследований в медицине // *Сеченовский вестник*. — 2021. — Т. 12. — № 1. — С. 4–17. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2021.12.1-17>
16. Буйлова Т. В., Болотов Д. Д. Организация процесса реабилитации пациентов с ампутациями конечностей с позиции современной концепции физической и реабилитационной медицины // *Вестник восстановительной медицины*. — 2020. — № 2 (96). — С. 7–12. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-96-2-7-1>
17. Ziegler-Graham K. et al. Estimating the prevalence of limb loss in the United States: 2005 to 2050 // *Archives of physical medicine and rehabilitation*. — 2008. — Т. 89. — № 3. — С. 422–429.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Юдин Владимир Егорович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации и физических методов лечения с курсами остеопатии и паллиативной медицинской помощи МИНО ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»; начальник филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0000-0002-7677-5342, SPIN-код: 8598-4703, AuthorID: 891195.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пилотный опыт применения антигравитационного тредмила в реабилитации пациентов после ампутаций обеих нижних конечностей вследствие боевой травмы на этапе первичного протезирования и обучения ходьбе демонстрирует:

1. Благоприятный профиль безопасности тренировок ходьбы на антигравитационном тредмиле при ампутациях ниже коленного сустава;
2. Возможность снижения влияния болевого синдрома и исходного уровня физической подготовки пациента на результативность тренировочного процесса благодаря воздействию облегчающего фактора в виде частичной разгрузки массы тела;
3. Потенциал для оптимизации эффективности и сроков достижения целей по восстановлению ходьбы при интеграции занятий на антигравитационном тредмиле в комплексную реабилитационную программу.

Ратникова Оксана Юрьевна — врач физической и реабилитационной медицины, невролог отделения медицинской реабилитации №4, филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0009-0005-7152-7701.

Бобровницкий Игорь Петрович — член-корр. РАН, д.м.н., профессор, заслуженный врач Российской Федерации, заместитель начальника филиала по научной работе, филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0000-0002-1805-4010, Researcher ID AAO-8123-2020, Author ID 574369.

Будко Андрей Андреевич — д.м.н., доцент, профессор кафедры медицинской реабилитации и физических методов лечения с курсами остеопатии и паллиативной медицинской помощи МИНО ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»; заместитель начальника филиала по медицинской реабилитации, филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0000-0001-7077-1861, SPIN-код: 1794-5567, AuthorID: 902067.

Ярошенко Владимир Петрович — д.м.н., профессор кафедры медицинской реабилитации и физических методов лечения с курсами остеопатии и паллиативной медицинской помощи МИНО ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ»; заместитель начальника филиала по клинической работе филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0000-0003-2328-0909, SPIN-код: 3632-9640, AuthorID: 561165.

Косухин Евгений Серафимович — к.м.н., доцент кафедры медицинской реабилитации и физических методов лечения с курсами остеопатии и паллиативной медицинской помощи МИНО ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ», заместитель начальника филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0000-0002-2633-9307, SPIN-код: 8619-3846, AuthorID: 890673.

Пушкарев Евгений Петрович — к.м.н., начальник центра медицинской реабилитации филиала №2 «Национального медицинского исследовательского центра высоких медицинских технологий им. А. А. Вишневого», ORCID: 0009-0006-8463-3578.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Юдин В.Е., Бобровницкий И.П., Будко А.А., Ярошенко В.П. — концепция и дизайн исследования, редактирование

Ратникова О.Ю., Косухин Е.С. — сбор и обработка материала, систематизация данных

Ратникова О.Ю., Пушкарев Е.П. — написание текста

ИНФОРМИРОВАННОЕ СОГЛАСИЕ НА ПУБЛИКАЦИЮ: авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

СООТВЕТСТВИЕ ПРИНЦИПАМ ЭТИКИ: проведенное исследование соответствует стандартам Хельсинкской декларации (Declaration Helsinki) в редакции 2024 г., соответствие протокола исследования этическим принципам было подтверждено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «РОСБИОТЕХ» (Москва, Волоколамское шоссе, дом 11, Москва, Россия), протокол № 9/4-1 от 28.04.2025 г.

ПОСТУПИЛА: 07.04.2025

ПРИНЯТА ПОСЛЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ: 12.05.2025

ОПУБЛИКОВАНА: 23.06.2025