

**Государственное бюджетное учреждение
здравоохранения Московской области
«Московский областной научно-исследовательский
клинический институт им. М.Ф. Владимирского»**

Кодзокова Лиана Хасанбиевна

**Применение роботизированной механотерапии для восстановления
ходьбы у больных в раннем восстановительном периоде инсульта**

**Диссертация на соискание
ученой степени кандидата медицинских наук
по специальности 3.1.24. Неврология**

**Научный руководитель: д.м.н.,
профессор, заведующий кафедрой
неврологии ФУВ ГБУЗ МО
МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского
Котов Сергей Викторович**

Москва - 2022

Оглавление

Список сокращений	5
Введение	6
ГЛАВА 1. Обзор литературы	16
1.1 Снижение моторной функции нижней конечности у больных в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта	16
1.2 Методы оценки функционального восстановления после инсульта	17
1.3 Сроки начала восстановительных мероприятий после инсульта	18
1.4 Возрастные аспекты восстановления нарушенных функций после инсульта	22
1.5 Современные направления восстановления ходьбы у больных, перенесших инсульт	23
1.6 Применение лечебной физкультуры для восстановления ходьбы после ишемического инсульта	25
1.7 Применение активно-пассивной механотерапии для восстановления ходьбы после ишемического инсульта	26
1.8 Применение роботизированных устройств для ассистирования акту ходьбы с разгрузкой веса для восстановления ходьбы после ишемического инсульта	28
1.9 1.9. Использование носимых роботизированных устройств с электроприводом (экзоскелеты) для восстановления ходьбы после ИИ	31
ГЛАВА 2. Материалы и методы исследования	38
2.1. Этапы исследования	38
2.2. Используемые в исследовании критерии отбора	39

2.3. Состав обследуемых групп	41
2.4. Методы исследования	44
2.5. Методы лечения	48
2.5.1. Методика занятий с использованием роботизированного устройства ExoAtlet	48
2.5.2. Методика занятий с использованием тренажера «Орторент МОТО»	51
2.5.3. Методика занятий с использованием стандартной терапии	53
2.5.4. Методы обследования пациента и оценка двигательной функции нижней конечности до и после курса восстановительного лечения	53
2.6. Статистическая обработка результатов	54
 ГЛАВА 3. Изучение динамики двигательных функций у больных в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта	 55
3.1 Общая характеристика больных	55
3.2 Стабилографическое исследование постуральной устойчивости у обследуемых больных в процессе курса восстановительного лечения	78
3.3 Срок начала курса восстановительного лечения после инсульта и уровень восстановления нарушенных функций в РВП ИИ	92
3.4 Влияние возрастного фактора на уровень восстановления неврологических нарушений, повседневной активности и независимости пациентов в РВП ИИ	101
 ГЛАВА 4. Обсуждение и заключение	 110
 ВЫВОДЫ	 118

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	120
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	121

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

БОС- биологическая обратная связь

БЦА – брахиоцефальные артерии

ГБ-гипертоническая болезнь

ДАД – диастолическое артериальное давление

ДВД-долговременная депрессия

ДВП- долговременная потенция

ДФ- двигательная функция

ИБ- Индекс Бартел

ИИ-ишемический инсульт

КСГ- клинико-статистическая группа

КТ-компьютерная томография

МР-медицинская реабилитация

МШР- модифицированная шкала Рэнкина (Modified Rankin Scale)

РВП – ранний восстановительный период

РМ- роботизированная механотерапия

РУ-роботизированное устройство

САД – систолическое артериальное давление

СМА-средняя мозговая артерия

СМ-спастичность мышц

ЦНС- центральная нервная система

ЧСС- частота сердечных сокращений

ЭКГ-электрокардиограмма

10MWT - тест ходьбы на 10 метров (10-Meter Walk Test)

BBI - индекс равновесия Берга (Berg Balance Scale)

NAI - индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index)

MAS - Модифицированная шкала Ашворта (Modified Ashworth Scale)

MRC - шкала оценки мышечной силы (Medical Research Council Weakness Scale)

Введение

Актуальность исследования

Среди большого числа неврологических заболеваний инсульт занимает особое место по вкладу в структуру смертности населения, по числу лиц, ставших нетрудоспособными и нуждающимися в постоянном или временном постороннем уходе, а также по материальным затратам на лечение больных и восстановление у них нарушенных функций. Хотя в структуре общей смертности инсульт уступает первое место ишемической болезни сердца (ИБС), но по инвалидизирующим последствиям занимает первое место. Важным аспектом проблемы инсульта является утрата обществом трудоспособных членов, а ограниченная трудоспособность выявляется у трети выживших больных [16, 38, 44, 50, 85, 91].

После перенесенного инсульта у пациентов наряду с односторонней мышечной слабостью развиваются нарушения равновесия и координации движений в результате неравномерного распределения массы тела, расстройства глубокой и поверхностной чувствительности, постинсультной спастичности, повышенного мышечного тонуса и страха падений [93]. Мышечная слабость в сочетании со спастичностью и нарушением правильной реципрокной иннервации ведут к невозможности осуществления автоматизированного паттерна ходьбы и нарушению баланса, что значительно ограничивает физическую активность больных, ограничивает повседневную активность [171]. Инсульт оказывает влияние на жизнь родственников пациента, снижая их производительность труда и нагружая общество социально и экономически [1, 16, 84]. Одним из основных следствий перенесенного инсульта являются проблемы с движением и локомоторным контролем. Это ухудшает способность пациента передвигаться и заниматься повседневными делами, снижая его качество жизни.

Восстановление нарушенных функций является одной из главных проблем нейрореабилитации на современном этапе. Пациенты с нарушениями

ходьбы значительно ограничены в своей повседневной социальной и бытовой активности. Важно, чтобы восстановительное лечение таких больных было индивидуальным, проходило в соответствии с планами и тщательно контролировалось [5, 19, 49]. В реабилитационном процессе необходимо осуществлять комплексный подход с использованием доступных восстановительных технологий.

Восстановление двигательных функций зависит от способности нервных клеток меняться и приспосабливаться, чтобы компенсировать повреждение, возникшее вследствие инсульта. Нервная ткань может реорганизовываться и налаживать новые связи между клетками. Этот механизм адаптации, называемый нейропластичностью, активизируется благодаря многократным повторяемым движениям, которые пациент выполняет в процессе реабилитации [10, 64, 90].

Наиболее важным фактором, снижающим качество жизни больных с постинсультными нарушениями, является ограничение способности к независимому передвижению [123, 167]. Поэтому, для возвращения в нормальную жизнь после инсульта очень важно восстановление двигательных функций. Точная оценка нарушений движений и прогноз их восстановления позволяет лучше спланировать реабилитацию, выбрать цели, методы и сроки проведения восстановительного лечения. Самые высокие результаты достигаются, если начать реабилитацию как можно раньше, проводить интенсивные занятия и опираться не только на движения, но и механизмы чувствительности. Такой подход задействует большее число нейронов в процесс перестройки, а различные роботизированные реабилитационные средства помогают в этом. [89, 103].

Это делает особенно актуальной задачу своевременного старта восстановительного лечения с опорой на физические методы, что позволяет существенно повысить качество жизни как больных, перенесших ИИ, так и их близких. Современным методом восстановительного лечения больных является роботизированная механотерапия, которая может применяться после

инсульта уже в острый и РВП, в 1–3 месяца. Данный метод позволяет улучшить моторную функцию паретичной ноги, а также повысить качество жизни больного. Оценке этих факторов и посвящена наша работа.

Степень разработанности темы исследования

После перенесенного инсульта у выживших пациентов остаются выраженные нарушения функций, нарушающие их нормальную жизнедеятельность, и снижающие качество жизни. При этом наиболее затрудняют повседневную активность двигательные расстройства [1, 16, 80, 107]. Поэтому использование методов терапии, направленных на восстановление движений в паретичной нижней конечности, представляются наиболее значимыми. Мышечная слабость в сочетании со спастичностью и нарушением правильной реципрокной иннервации ведут к невозможности осуществления автоматизированного паттерна ходьбы и нарушению баланса, что значительно ограничивает физическую активность больных, ограничивает повседневную активность.

Одним из перспективных методов восстановления объема движений в нижних конечностях является применение роботизированной механотерапии. Именно поэтому восстановление нарушенных способностей к поддержанию вертикального положения и к самостоятельному передвижению являются условием возвращения пациента, перенесшего инсульт, в общество. Тренировка ходьбы оказывает разнонаправленное оздоравливающее действие, позволяя не только увеличить силу паретичных мышц нижних конечностей, но и повысить способность поддержания вертикальной позы, толерантность к физическим нагрузкам, улучшить координацию движений в целом и общее функциональное улучшение. Индекс Бартел (ИБ) и модифицированная шкала Рэнкина (МШР) считаются адекватными критериями оценки функционального состояния пациентов после инсульта и корректно отражают эффективность лечения.

На сегодняшний день методами с доказанной эффективностью являются кинезотерапия, массаж, электростимуляция, однако в последнее десятилетие рассматривается чаще вопрос о внедрении новых роботизированных технологий в стандартные схемы физической реабилитации [3, 11, 17]. Несмотря на это, эффективность двигательной реабилитации больных после инсульта остается недостаточной, что требует продолжения поиска новых реабилитационных подходов. Большинство исследований в настоящее время направлены на восстановление движений в верхней конечности, в то время как на функцию нижней конечности обращается значительно меньше внимания. Поэтому актуальным является исследование эффективности методов роботизированной реабилитации ходьбы у больных в восстановительном периоде ишемического инсульта. Все вышеуказанное явилось основанием для проведения данного исследования, в соответствии с этим были сформулированы его цель и задачи.

Цель исследования

Изучить динамику неврологического статуса и функции ходьбы у больных в раннем восстановительном периоде (РВП) после ишемического инсульта под воздействием комплексного лечения, включающего роботизированную механотерапию с использованием экзоскелета и активно-пассивного педального тренажера.

Задачи исследования

1. Оценить переносимость и безопасность роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета, активно-пассивного педального тренажера и традиционной терапии у пациентов в РВП.
2. Оценить динамику изменения неврологического дефицита и функции ходьбы пациентов до и после курса восстановительного лечения с включением роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета и активно-

пассивного педального тренажера в сравнении с традиционной терапией в РВП.

3. Оценить динамику изменения показателей инвалидизации и независимости и повседневной активности до и после курса восстановительного лечения с включением роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета и активно-пассивного педального тренажера в сравнении с традиционной терапией в РВП.
4. Сравнить эффективность курса восстановительного лечения в отношении восстановления нарушенных функций в процессе восстановительного лечения в зависимости от начала лечения в первом или втором триместре РВП ИИ.
5. Сравнить эффективность курса восстановительного лечения в отношении восстановления нарушенных функций в процессе восстановительного лечения в зависимости от возраста больных.

Внедрение результатов исследования

Исследование проводится в соответствии с планом исследовательской работы Государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского» в соответствии темы НИР «Разработка инновационных методов реабилитации двигательных, координаторных и когнитивных расстройств у больных с органическими поражениями нервной системы».

Научная новизна работы

Впервые проведена оценка функционального исхода после проведения реабилитации с использованием стандартной программы реабилитации, экзоскелета и активно-пассивного педального тренажера у больных в РВП полушарной локализации. Проведенное исследование позволило выявить статистически значимое улучшение показателей функции ходьбы у пациентов, получавших нейрореабилитацию с использованием обоих методов

роботизированной механотерапии, но у пациентов, получавших реабилитацию с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет, результаты были статистически значимо лучше.

С использованием данных динамического наблюдения и инструментальных методов исследования выявлено положительное воздействие реабилитации с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет на поддержание баланса, положительную динамику показателей статокинезиограммы в виде снижения показателей длины и площади статокинезиограммы и уменьшения показателя работы, затрачиваемой на поддержание вертикальной позы. Занятия на активно-пассивном педальном тренажере и стандартная программа реабилитации также оказывали положительное воздействие, однако сдвиги были статистически значимо меньше.

Выявлено положительное воздействие всех трех методов двигательной реабилитации не только на локомоторную функцию, но и повседневную активность и независимость у больных в РВП.

Научно-практическая значимость исследования

Выявлено, что роботизированная механотерапия оказывали положительное действие на качественные и количественные показатели ходьбы у больных в РВП существенно больше, чем рутинная лечебная физкультура.

Была разработана методика проведения реабилитационных занятий больных в РВП ИИ с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет.

Показана возможность использования клинкометрических методов - индекса ходьбы Хаузера, шкалы баланса Берга и 10-метрового теста ходьбы для динамического контроля эффективности восстановительного лечения.

Положения, выносимые на защиту

1. Применение современных роботизированных приспособлений для механотерапии, таких как экзоскелет для нижних конечностей и активно-пассивный pedalный тренажер, в составе методов лекарственного и физического восстановительного лечения у больных в РВП является безопасным и эффективным в отношении повышения повседневной активности, но на уровень независимости оказывает наибольшее влияние роботизированная механотерапия с использованием экзоскелета.
2. В результате проведенного исследования выявлено положительное воздействие роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета и активно-пассивного pedalного тренажера на силу паретичных мышц, равновесие, качество и скорость ходьбы, при этом у пациентов, получавших терапию с включением экзоскелета, положительная динамика данных показателей была наиболее выражена.
3. Начало восстановительного лечения в первые три месяца РВП ИИ оказывает большее воздействие на восстановление повседневной активности и независимость.
4. Хотя у пациентов всех возрастных групп была получена положительная динамика показателей силы, равновесия, ходьбы, повседневной активности и независимости, но сила паретичных мышц и постуральная устойчивость больше возрастали у лиц среднего и пожилого возраста, в то время как качественные и количественные показатели ходьбы – у лиц старческого возраста.

Степень достоверности результатов исследования

Уровень достоверности результатов, полученных в исследовании, основан на достаточном числе обследованных больных (83 пациента), однородным составом групп, примененными клинкометрическими и аппаратными методами исследования и корректным набором методов

статистической обработки данных. Выводы и положения, выносимые на защиту, а также практические рекомендации, сформулированные в результате анализа полученных в работе данных, имеют достаточную аргументацию и подтверждены статистически.

Внедрение в практику

В результате проведенного исследования были разработаны методы комплексной реабилитации, включающей наряду с лекарственной терапией использование механотерапевтических устройств, внедрены в работу неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского и неврологического отделения ГБУЗ ЦРБ г. Терек МЗ КБР, а также используются в педагогической деятельности сотрудников кафедры неврологии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского и включены в программы клинической ординатуры, циклов тематического усовершенствования и непрерывного медицинского образования.

Методология и методы исследования

Исследование носило ретроспективно-перспективный и наблюдательный характер. Его проведение было одобрено независимым этическим комитетом при ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского (протокол № 6 от 15.06.2017 г., протокол № 7 от 17.06.2020 г.). В соответствии с поставленной целью и сформулированными задачами в исследовании применялись клинические, инструментальные, лабораторные методы исследования. Статистическая обработка полученных данных выполнена с применением программы BioStat.

Апробация работы

Основные положения диссертации были изложены и обсуждены на конференциях Московского областного общества неврологов в 2020, 2021 и 2022 гг., 30 сентября - 1 октября 2020 г. в Москве на 25-й Международной

научно-практической конференции "Пожилой больной. Качество жизни", 30 сентября — 1 октября 2021 г. в Москве на 26-й Международной научно-практической конференции "Пожилой больной. Качество жизни", 15-16 октября 2020 г. в Москве, на 12 Международном конгрессе «Нейрореабилитация 2020», , на 7 конгрессе Европейской Академии неврологии (The 7th Congress of the European Academy of Neurology), Берлин, июнь 2021 г.

Апробация диссертации состоялась на заседании совместном заседании терапевтической секции Ученого Совета ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, сотрудников кафедры неврологии ФУВ и неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского, протокол заседания №6 от 15.06.2023.

Личное участие автора в получении результатов

Автором был разработан дизайн исследования, она самостоятельно проводила клинический осмотр пациентов во время курса занятий в динамике. Ею были освоены методики клинкометрические исследования мышечной силы в нижних конечностях, тонуса мышц, устойчивости, функции ходьбы, скорости ходьбы, функциональной активности, повседневной активности, которые она проводила во время исследования, участвовала в качестве одного из членов команды в проведении тренировок больных, самостоятельно трактовала полученные результаты клинкометрических тестов, проводила статистическую обработку полученных данных, описала и обсудила полученные результаты.

Соответствие диссертации паспорту специальности

В соответствии с паспортом научной специальности 3.1.24. «Неврология», охватывающим проблемы изучения этиологии и патогенеза, разработки и применения методов диагностики, лечения и профилактики сосудистых заболеваний нервной системы, что соответствует пункту 3

«Сосудистые заболевания нервной системы» в диссертационном исследовании показаны клинические и клинικοметрические характеристики двигательных нарушений у больных в РВП ИИ, выраженность нарушения ходьбы и обусловленные этим нарушением снижение повседневной активности и независимости пациентов после ИИ. В соответствии с пунктом 20 «Лечение неврологических больных и нейрореабилитация» паспорта научной специальности 3.1.24 «Неврология», охватывающих вопросы медикаментозных и немедикаментозных, физических, психотерапевтических, психологических методов лечения, реабилитации пациентов с различной сосудистой патологией нервной системы, в диссертационной работе показаны результаты восстановительного лечения больных в РВП ИИ с нарушением функции ходьбы с включением в комплекс лечебных мероприятий роботизированных устройств для улучшения двигательных функций.

Публикации

Всего по теме диссертации опубликовано 6 печатных работ, из них 5 работ в журналах, индексируемых в международной базе Scopus, 3 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК.

Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 147 страницах машинописи, включает введение, 4 главы (обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты исследования, заключение), выводы, практические рекомендации, список литературы, содержащий 190 источников (50 отечественных и 140 зарубежных). Диссертация содержит 21 таблицу и 18 рисунков.

ГЛАВА 1.

Обзор литературы

1.1. Снижение моторной функции нижней конечности у больных в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта

Ишемический инсульт (ИИ) — это тяжелое заболевание, которое является одним из наиболее опасных видов сосудистой патологии головного мозга. Возникновение ИИ может привести к высокой смертности, инвалидизации и социальной дезадаптации пациентов. Заболеваемость ИИ многократно выше, чем геморрагическим инсультом. Но благодаря совершенствованию методов диагностики и лечения, таких как тромболизис, эндоваскулярная хирургия и нейрохирургия, выживаемость после инсульта значительно возросла. Тем не менее, ИИ может оставить после себя много проблем и осложнений, с которыми пациенты должны справляться в повседневной жизни [30, 85]. Одно из самых серьезных последствий инсульта — это двигательные расстройства, которые могут сильно ограничить повседневную активность и функциональные способности пациентов. После инсульта большинство людей сталкиваются с проблемами в локомоции, что проявляется в нарушении устойчивости при вертикальном положении и ходьбе, замедлении скорости передвижения и повышенном риске падений. Это ограничивает двигательную активность и снижает качество жизни пациента. Помимо этого, до половины пациентов не восстанавливают способность самостоятельно ходить даже после реабилитации, в зависимости от тяжести инсульта [58, 93]. У большинства больных на фоне имеющейся пирамидной недостаточности уже в первые месяцы после перенесенного инсульта обнаруживается спастичность в некоторых группах мышц. Электромиографическое исследование позволяет выявить во всех группах мышц паретичных конечностей повышение возбудимости. При этом именно соотношение степени пареза и уровня спастичности определяют основные характеристики патологических установок и деформаций в процессе их

формирования. Если в руке спастичность захватывает в первую очередь мышцы, приводящие плечо, сгибатели предплечья, кисти и пальцев, пронаторы предплечья, то ноге наблюдается чаще всего повышение тонуса в икроножной мышце, что приводит к эквинусной установке стопы в голеностопном суставе, затем повышение тонуса приводит к формированию патологической установки в во всех суставах нижней конечности, что сопровождается ограничением активной и даже пассивной подвижности и деформацией в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах [24]. Такое снижение участия мышц паретичной ноги в акте ходьбы ведет к ослаблению и атрофии мышц. Все перечисленное подтверждает актуальность изучения возможностей применения новых методов восстановления двигательной функции нижних конечностей у больных, перенесших ИИ.

1.2. Методы оценки функционального восстановления после инсульта

Считается, что в первый месяц после ИИ нейропластические процессы в головном мозге протекают наиболее активно, поэтому начало восстановительных мероприятий в это время может быть наиболее эффективно, также известен феномен самопроизвольного восстановления сенсомоторной функции в результате обратного развития процессов диашиза. И.В.Дамулин и Е.В.Екушева [10] показали, что реорганизация нейрональных структур осуществляется спустя даже большой период времени после ИИ, причем правильный подбор реабилитационных методов будет способствовать восстановлению утраченных функций.

В настоящее время выделяют такие периоды течения инсульта: острый (первые 3-4 недели), ранний восстановительный (до 6 месяцев), поздний восстановительный (от 6 до 12 месяцев) и резидуальный (от 1 года и далее) периоды.

Для проведения полноценного восстановительного лечения важным фактором является правильная оценка функциональных возможностей пациента и возможность динамического отслеживания течения этого

процесса. Модифицированная шкала Рэнкина (МШР) и индекс Бартел (ИБ) являются общепринятыми клиникометрическими методами для оценки уровня недееспособности у пациентов с инсультом во все периоды его течения, и применяются для определения прогноза и, что очень важно, для оценки степени восстановления нарушенных функций после инсульта [106, 111]. Проблема реабилитации, включающая не только восстановление двигательных, когнитивных и других поврежденных функций у пациента после ИИ, но и возвращение его в социальную среду, к самообслуживанию и труду, по мере повышения качества медицинской помощи больным с ИИ и снижения летальности, становится все более важной.

Шкала МШР применяется для определения уровня независимости от окружающих и оценки уровня инвалидизации, а шкала ИБ оценивает активность в 10 доменах повседневной жизни. Эти две клиникометрические методики позволяют оценить независимость и повседневную активность пациентов на всех этапах восстановительного лечения пациентов, объективно отражают результаты лечения. Было показано, что шкала МШР позволяет эффективно различать степени нарушения функционирования в течение первого года у пациентов с ИИ после инсульта, что предусматривает и различные подходы к восстановлению функций [107]. Как отметили L.Hu и соавт. [105] и K.I. Musa и T.J.Keegan [142], по шкале ИБ пациенты достигали стабильности в процессе восстановления в течение 2-5 месяцев после инсульта, что указывает на наиболее быстрое восстановление в первые 6 месяцев заболевания, то есть в РВП.

1.3. Сроки начала восстановительных мероприятий после инсульта

Мета-анализы многих исследований, посвященных восстановлению функций после ИИ, показали, что физическая реабилитация является предпочтительной для улучшения двигательных функций после инсульта, в то время как обычный уход или когнитивный контроль менее эффективны. Как отмечают исследователи Н.М. Krumholz и соавт. [121] и A. Pollock и соавт.

[152], как продолжительность занятий, так и повторяемость занятий играет важную роль в достижении максимального результата, причем наиболее эффективными посчитали длительность нагрузки от 30 до 60 минут в течение 5–7 дней в неделю. Авторы указывали, что при начале лечебно-восстановительных мероприятий через короткий промежуток времени после инсульта был отмечен наибольший эффект.

Однако, несмотря на длительный и обширный процесс изучения этой проблемы, остаются нерешенными многие ее аспекты, в частности – время начала, объем и кратность реабилитационных мероприятий на втором этапе медицинской реабилитации, который соответствует РВП ИИ, то есть спустя месяц от начала заболевания. Стационарной реабилитации второго этапа подлежат пациенты, не достигшие к моменту окончания острого периода независимости в передвижении, то есть имеющие оценку по МШР 3 и более балла. Не было получено четких данных о сравнении эффективности методов физической реабилитации в отношении восстановления функций, повседневной активности и независимости после ИИ. Поэтому в настоящее время справедливо положение о невозможности ограничиваться в физической реабилитации отдельными, пусть наиболее современными и эффективными методиками. Существующие рекомендации по восстановлению функций после инсульта не являются однозначными и не предоставляют конкретных указаний по оптимальным срокам начала, объемам и дозированию реабилитационных методов, поэтому данный вопрос нуждается в дальнейшем изучении [108, 182].

КН Kong и J Lee [118] отметили, что к концу третьего месяца после инсульта они наблюдали наибольшее увеличение показателей повседневной активности, однако процесс одевания одежды и обуви, передвижение по лестнице и особенно личная гигиена и водные процедуры, требовали для восстановления больший период времени. Они также отметили, что у пожилых людей функциональное восстановление через 12 месяцев после инсульта было хуже, чем у более молодых людей. Однако, по нашим

наблюдениям, раннее начало реабилитации приводило к большему улучшению повседневной активности, а курсы реабилитации, начатые позднее, давали меньший эффект в плане восстановления функций.

Многие клиницисты полагают, что чем раньше производится активизация больного, подъем его из кровати, тем быстрее и полнее идет восстановление нарушенных функций, тогда как при отсроченной мобилизации пациентов процесс восстановления замедляется. При этом под ранней мобилизацией подразумевается трансфер пациента с постели в прикроватное кресло, что, как считают, способствует восстановлению, в то время как риск осложнений снижается, но это мнение не однозначно [189]. Несмотря на рекомендации ранней мобилизации пациентов, перенесших ИИ, высказываются мнения и о негативных последствиях подъема в течение первых 24 часов после инсульта [56, 124, 155]. Мета-анализ, проведенный Т. Хи и соавт. [185] продемонстрировал сомнительность эффективности ранней мобилизации у пациентов после ИИ. Показатели функционального восстановления, оцененные с помощью NIHSS, МШР и ИБ в течение 3 месяцев наблюдения за пациентами после ИИ существенно не менялись, хотя и было обнаружено сокращение сроков стационарного лечения. Ранняя мобилизация также не снижала риска осложнений, вызванных иммобилизацией. Авторы мета-анализа пришли к выводу, что наиболее значимым результатом ранней мобилизации является сокращение времени пребывания в стационаре, при этом ранняя мобилизация не увеличивала риск летального исхода, неврологических осложнений или получения травмы в результате падения.

В первый месяц, особенно в первую декаду после ИИ, наблюдается значительная вариабельность гемодинамических показателей [65]. Снижение показателей АД и изменение ЧСС может оказывать негативное влияние на мозговой кровоток и сохранение жизнеспособности клеток зоны ишемической полутени, поскольку механизмы ауторегуляции мозгового кровотока у больных с ИИ нарушены [136]. Поэтому в остром периоде инсульта эти

гемодинамические нарушения могут напрямую влиять на кровоток в головном мозге. В отличие от острого, в РВП гемодинамические показатели более стабильны, что позволяет проводить более интенсивные тренировки.

Последние исследования на животных показали, что физические упражнения могут способствовать уменьшению размера инфарктной зоны, уменьшению неврологических нарушений и улучшению восстановления у экспериментальных животных. Эти репаративные процессы связаны, как считают, с увеличением синтеза мРНК и белков, ответственных за дифференциацию нейронов из стволовых клеток, образование новых синапсов и формирование новых сосудов. Состояние зоны пенумбры, где сохраняются живые, но не функционирующие нервные клетки, является решающим фактором для восстановления нарушенных функций после ИИ. Именно в этой зоне наиболее активно начинают происходить нейропластические изменения в течение 7–30 дней после инсульта [92].

A.N. Clarkson и соавт. [74] в экспериментах на мышах обнаружили феномен разлитого торможения в периинфарктной зоне в первые дни после инсульта. Авторы предполагают, что возникновение такого торможения связано с экстраинаптическими рецепторами ГАМК-А, и приписывают ему нейропротективное действие. В отношении нейропластических процессов предложено считать, что подавление торможения стимулировало нейропластичность. Однако J.W. Krakauer с соавт. [121] обнаружили негативное влияние выключения ГАМК-ергического торможения, поскольку это приводило к увеличению гибели нейронов в зоне пенумбры в эксперименте. Таким образом, в настоящее время имеются весьма противоречивые клинические и экспериментальные данные в отношении сроков начала физической реабилитации и ее эффективности в разные сроки после ИИ. Наши собственные данные продемонстрировали, в первые три месяца РВП ИИ проведение восстановительных мероприятий оказывала больший эффект, чем позднее. Это, как нам кажется, может объяснить более активным протеканием нейропластических процессов в РВП ИИ, однако нами

не изучался вопрос об эффективности восстановительного лечения в остром периоде ИИ [26].

Нерешенными являются и вопросы соотношения двигательной и когнитивной реабилитации, влияния когнитивных тренингов на восстановление движений и механизмы такого воздействия [2, 20].

Таким образом, вопрос о сроках начала восстановительного лечения у больных в постинсультном периоде остается не до конца изученным и требует дальнейшего изучения.

1.4. Возрастные аспекты восстановления нарушенных функций после инсульта

Инсульт стоит на первом месте среди причин неврологической инвалидизации, поскольку до 50% выживших остаются инвалидами [80]. По данным VLFeigin et al. [84, 85] число инсультов в мире увеличивается с годами настолько, что каждый четвертый человек переносит инсульт в течение своей жизни. Всеобщая тенденция к старению населения, вследствие чего происходит накопление факторов риска в популяции, способствует увеличению числа лиц с риском инсульта. Современные тенденции развития общества, активно проникающие экономически слабо развитые страны, привели к эпидемическому росту факторов риска инсульта у молодых и лиц среднего возраста: фибрилляция предсердий, артериальная гипертензия, гиперлипидемия, гипергомоцистеинемия, сахарный диабет, курение, отсутствие физической активности, избыточное и несбалансированное питание, абдоминальное ожирение и потребление алкоголя [61].

Возраст, наряду с полом, генетическими факторами и расовой принадлежностью, является немодифицируемым фактором риска ИИ. Взгляды исследователей на роль возрастного фактора в развитии инсульта весьма различны, хотя большинство склоняется к мнению об увеличении риска по мере старения [78]. Так, X. Xia и соавт. [184], анализируя заболеваемость инсультом в популяции лиц старше 60 лет, отметили, что

стандартизированные по полу, возрасту, уровню образования, городскому или сельскому месту жительства и региону проживания показатели распространенности инсульта в популяции 60 лет и старше составили 4,94% (5,67% у мужчин и 4,25% у женщин). Наиболее высоким был уровень среди населения в возрасте 70–79 лет (5,56%). Анализируя эти показатели в США, исследователи пришли к выводу, что более высокая распространенность инсульта была отмечена у пожилых, не европейцев, лиц с низким уровнем образования и проживающие на юго-востоке США [70].

Анализируя возрастные аспекты распространенности и исходов ИИ, A.Navis и соавт. [143] указали, что у пациентов старческого возраста было больше сопутствующих заболеваний, чем у 60-летних, у них чаще выявлялась фибрилляция предсердий и ишемическая болезнь сердца, вследствие чего чаще возникал кардиоэмболический подтип ИИ, что определяло и больший неврологический дефицит. Был отмечен в 4 раза больший уровень летальности в старшей возрастной группе. Пациенты старшей возрастной группы чаще подвергались системной тромболитической терапии и тромбоэкстракции, однако авторы отметили худшие, по сравнению с более молодыми, результаты лечения. Отмечен также более выраженный неврологический дефицит при выписке, что приводило к тому, что более молодые пациенты раньше направлялись на реабилитацию, в то время как лица старшего возраста попадали домой или в хоспис.

Представленные данные свидетельствуют о том, что возрастные аспекты восстановления после инсульта являются сложной проблемой современной неврологии и нуждаются в дальнейшем изучении, что становится особенно актуальным в условиях постарения населения.

1.5. Современные направления восстановления ходьбы у больных, перенесших инсульт

Цели восстановительного лечения пациентов после инсульта на современном этапе определяются как ранний старт реабилитационных мероприятий, мультидисциплинарный подход, комплексность процесса восстановления, подразумевающая сочетание нескольких видов терапии, доказавших свою эффективность, и, наконец, активное участие пациента в процессе восстановления [123, 182].

Следует подчеркнуть комплексное воздействие упражнений для восстановления функции ходьбы на организм пациентов после ИИ, поскольку такие занятия способствуют повышению уровня функционального восстановления вследствие улучшения общей физической формы, повышения выносливости, положительного влияния на силу и тонус паретичных мышц, а также способствуют восстановлению координации движений как нижних конечностей, так и всего тела. Для неврологов и специалистов другого профиля, занятых в восстановлении нарушенных после ИИ функций, важной задачей является использование современных научных разработок для внедрения новых подходов к восстановлению ходьбы.

Тренировки, которые направлены на восстановление ходьбы, способны оказать положительное влияние на общее физическое состояние и выносливость пациента, восстанавливать силу и способствовать нормализации тонуса паретических мышц, улучшать координацию движений не только нижних конечностей, но и всего тела, что приводит к повышению уровня функционального восстановления. Поэтому для неврологов и других специалистов, занимающихся восстановлением нарушенных функций после инсульта, важно развивать и совершенствовать новые методы восстановления ходьбы [146].

В последние годы процесс внедрения роботизированных и электромеханических систем в реабилитацию получил большое развитие. Они

могут автоматизировать и интенсифицировать трудоемкую работу по восстановлению функций пациента. Способность к передвижению, включая ходьбу, является результатом совместной работы комплекса структур, управляющих локомоцией - центров полушарий и ствола головного мозга, спинальных образований и восходящих путей, несущих информацию от мышц, сухожилий, суставов. Условиями, позволяющими добиться наилучшего результата реабилитации, являются раннее начало, высокая интенсивность занятий и использовании большого числа сенсорных механизмов, что требует вовлечения множества независимых нейронных ансамблей. Для решения этих задач применяются роботизированные реабилитационные устройства [89, 103].

Среди методов лечения больных с постинсультным парезом нижней конечности с доказанной эффективностью отмечают лечебную физкультуру (ЛФК) под руководством врача и методиста ЛФК, активно-пассивную механотерапию (велотренажеры, степперы, тредмилы), занятия с применением экзоскелетов.

1.6. Применение ЛФК для восстановления ходьбы после ИИ

ЛФК является одной из составных частей восстановительного лечения больных после нарушения мозгового кровообращения и должна подбираться индивидуально для каждого больного. В основе этого метода лежит улучшение кровообращения в мышцах конечностей, это позволяет восстановить функциональные возможности конечности, заново приобрести возможности мелкой моторики, что положительно влияет как на двигательные способности, так и на другие нарушенные функции. Многократные повторения упражнений на пострадавшей конечности открывает новые пути и коммуникации между головным мозгом и пострадавшей области центральной нервной системы.

Программы ЛФК для больных, перенесших ИИ, подразделяются кардиореспираторные тренировки (с целью тренировки сердечно-сосудистой

и дыхательной систем), силовые тренировки (для повышения мышечной силы паретичных мышц) и смешанные тренировки, сочетающие элементы кардиореспираторной и силовой тренировки. Имеются и дополнительные аспекты занятий ЛФК, поскольку все виды программ потенциально могут способствовать нормализации состава тела, увеличению мышечной массы, улучшению баланса и координации движений [134, 158, 160].

Уровень физической активности у пациентов после ИИ низок, что связано как с предшествующей ИИ гиподинамией, так и с функциональными постинсультными ограничениями. Восстановление двигательных функций после ИИ может способствовать увеличению выносливости, снижению риска падений и травмирования, нормализации энергетических затрат, связанных с гемипаретической походкой, снижению инвалидизации и повышению уровня независимости, а также улучшению качества жизни, снижению депрессивных и настроения [139].

Известно, что ЛФК способствует структурному ремоделированию мозга, и что может влиять на восстановление постинсультного двигательного дефицита [90]. Даже регулярно повторяющиеся низкоинтенсивные упражнения способствуют повышению уровня повседневной активности у пациентов, перенесших ИИ [86]. Следует особо отметить благотворное действие групповых тренировок на психоэмоциональное состояние и уровень социализации пациентов после ИИ [67, 146].

Таким образом, ЛФК является наиболее доступным методом восстановления нарушенных функций после ИИ, хотя большинство исследователей отмечают невысокую эффективность этих занятий.

1.7. Применение активно-пассивной механотерапии для восстановления ходьбы после ИИ

Методом, дополняющим и повышающим эффективность ЛФК, является применение механических устройств, что дает возможность дозирования физической нагрузки по времени и интенсивности. Механотерапия в первую

очередь предназначена для тренировки силы паретичных мышц и их выносливости, причем в процессе тренировки пациент может наблюдать за правильностью выполнения движений и поддержанием позы [159, 165]. Во время занятий ЛФК проводят циклические стереотипные движения рук или ног, которые помогают создать пространственно-временной паттерн нейромышечной активности. Этот метод основан на формировании и закреплении физиологического паттерна движения вместо патологического. Он помогает укрепить паретические мышцы, улучшить кровообращение и обменные процессы в них, а также восстановить двигательные функции.

В настоящее время арсенал механотерапевтических устройств, применяемых для восстановления двигательных функций достаточно разнообразен, это различные велотренажеры, беговые дорожки, эллиптические тренажеры, стабилметрические платформы и другие тренажеры [88, 131, 141].

Применение механических устройств позволяет наряду с уменьшением риска падений повысить скорость передвижения, тренировать равновесие, повысить выносливость, нормализовать биомеханические показатели ходьбы (длина шага, симметричность и ритм ходьбы) у пациентов после ИИ [34].

Наиболее доступными и применяемыми в практике восстановления движений нижних конечностей являются велотренажеры, однако имеется значительное отличие в кинематике движений при занятиях на велотренажере и ходьбы, заключающееся в наличии сидячей опоры и гравитационной разгрузки нижних конечностей. Тем не менее занятия на таких тренажерах возможны с изменением уровня физической нагрузки, что благоприятно действует на восстановление мышечной силы, и скорости движений, что, в свою очередь, способствует кардиореспираторной тренировке [114]. Метод активно-пассивной механотерапии основан на применении современных велотренажеров и позволяет проводить дозированную нагрузку в двух режимах тренировки: активном и пассивном. Использование таких устройств предоставляет возможность наблюдать за усилиями, прикладываемыми

здоровой и паретической конечностями по отдельности, а также дозировать нагрузки и использовать механизм биологической обратной связи через визуальный канал [186].

В случае невозможности пациентом самостоятельно выполнять циклические вращательные движения в реабилитационном устройстве имеется пассивный тренировочный режим, при котором мотор тренажера выполняет пассивные движения верхних и нижних конечностей под контролем автоматизированного управления, причем направление движения, его скорость и продолжительность занятия могут варьировать. Эффект пассивных движений не ограничивается многократным растяжением спастически сокращенных мышц, но позволяет также снижать рефлекторную возбудимость, при этом улучшение кровотока способствует восстановлению трофики тканей паретичной конечности. В режиме активной тренировки пациент самостоятельно выполняет движения при любом уровне сохранности двигательной функции. Современные тренажеры позволяют создавать дозированную силу сопротивления, которую специалист может регулировать на панели управления. Конечности фиксируются к педалям тренажера специальными креплениями, что позволяет точно локализовать движения в различных суставах. Данные о режимах тренировки, ее продолжительности, «пройденном» пути, показатели тонуса мышц, израсходованной энергии и симметрии движений выводятся на дисплей аппарата. В процессе занятий специалист ЛФК и лечащий врач наблюдают за физическим состоянием пациента, и на основании получаемых данных динамического контроля могут варьировать соотношение пассивной и активной тренировки.

1.8. Применение роботизированных устройств для ассистирования акту ходьбы с разгрузкой веса для восстановления ходьбы после ИИ

Тренировки для реабилитации функции ходьбы у пациентов после инсульта в современных условиях включают раннее начало, интенсивные и неоднократно повторяющиеся упражнения. Однако у людей с выраженными парезами мышц конечностей для осуществления движений существует

возможность использовать различные приспособления, такие, например, как тредмилы с частичной разгрузкой веса тела или с устройствами робототехники для помощи в акте ходьбы. Несмотря на достаточно широкое распространение таких устройств, вопрос об их эффективности до настоящего времени продолжает активно обсуждаться.

Среди устройств для помощи в осуществлении ходьбы, имеющих роботизированные приспособления и устройства для частичной разгрузки веса, наиболее часто используемых в клинической практике является тренировка на тредмиле с системой разгрузки веса пациента [134]. Разгрузка веса тела позволяет проводить тренировки пациентам с парезами мышц нижних конечностей до 0–2 баллов и при этом обеспечивают минимальный риск травматизации, что обеспечивает большее число шагов по сравнению со стандартной ЛФК, что обуславливает высокую эффективность данного метода [51]. При использовании роботизированных устройств для ассистирования акту ходьбы возможно точное регулирование физической нагрузки путем программирования темпа ходьбы и степени разгрузки веса [94]. Примером такого устройства может быть аппарат «Lokomat» [73]. Однако, у данного метода имеется ряд недостатков, в том числе высокая стоимость оборудования. Существенным недостатком является то, что применение роботизированных устройств при проведении тренировок делает все движения конечностей одинаковыми, не позволяет менять заданные паттерны движений. Н.А.Бернштейн, выделивший пять уровней организации движения, отмечал, что «одно и то же движение может строиться на разных ведущих уровнях (инициироваться разными уровнями), с разным качеством исполнения, но всё же одно и то же», что подразумевало уникальность каждого отдельного движения, в данном случае – шага при ходьбе [4], что делает данные тренировки недостаточно физиологически обоснованными. Также следует отметить и отсутствие возможности для пациента сознательно контролировать выполнение движений. К. van Kammen и соавт. [174] отметили, что биоэлектрическая активность мышц у пациентов в процессе

тренировок была значительно ниже таковой при тренировках на тредмиле без разгрузки и роботизированного ассистирования, что может косвенно свидетельствовать о недостаточной эффективности тренировок.

В мета-анализе 26 клинических исследований было показано, что робот-ассоциированная терапия была более эффективной, чем стандартная физическая терапия, и сокращала сроки реабилитации. При этом как отрицательный момент была отмечена стоимость применения данной технологии, значительно превышающая таковую для стандартной физической терапии [68]. Имеются, однако, и противоположные мнения, так К. Ло и соавт. [128] на основании мета-анализа 21 исследования отметили очень небольшие преимущества робот-ассистированной тренировки ходьбы на тредмиле по сравнению с традиционно применяемыми методами физической реабилитации, указав, однако, что при тяжелых двигательных нарушениях эффект был выше.

В.Н.Dobkin и P.W.Duncan [79] отметили, что опыт использования роботизированных устройств для ассистирования акту ходьбы разочаровывал исследователей, поскольку обнаружилось, что тренировки ходьбы по ровной поверхности в естественных условиях давали сравнимые или даже лучшие результаты. Отрицательный результат применения роботов в клиническом исследовании также отметили J Hidler и соавт. [102] при сравнении с традиционными тренировками. Но J Mehrholz и соавт. [133], проводшие позже мета-анализ 36 клинических исследований, в которых были задействованы почти 1,5 тысячи пациентов с нарушениями ходьбы после перенесенного инсульта, пришли к выводу, что тренировки с роботизированными устройствами для ассистирования акту ходьбы в сочетании с физиотерапевтическими процедурами повышали возможность достижения пациентами независимости передвижения, но при этом не происходило значительного увеличения скорости ходьбы или проходимого расстояния. Авторами отмечено, что положительный эффект таких тренировок чаще выявлялся у больных без выраженных неврологических нарушений,

способных к самостоятельному передвижению. Такой эффект обнаруживался при проведении занятий в РВП ИИ, в то время как в позднем периоде не обнаружено существенного эффекта. L. Ada и соавт. [51] на основе мета-анализа пришли к выводу, что тренировки в РВП ИИ не менее 15 минут в день с подвеской пациента для снижения гравитационной нагрузки и механическими приспособлениями для помощи в восстановлении функции ходьбы оказывали больший эффект на восстановление ходьбы у пациентов, ранее не способных к самостоятельному передвижению, чем обычная ходьба с поддержкой ровной поверхности.

Все же пока однозначно не разрешен вопрос об результатах использования таких приспособлений для восстановления функции ходьбы у больных после ИИ, поскольку данные различных исследований иногда противоречат друг другу. Например, одно из последних исследований Н. Mori и соавт. [140] не продемонстрировало существенного улучшения количественных и качественных показателей ходьбы у пациентов после ИИ, но авторы отметили, что при выраженной асимметрии движений здоровой и паретичной стороны и раскачивании тела при ходьбе был зафиксирован положительный результат.

1.9. Использование носимых роботизированных устройств с электроприводом (экзоскелеты) для восстановления ходьбы после ИИ

Роботизированные аппараты в настоящее время все шире применяются для восстановления ходьбы после инсульта и считаются одним из перспективных методов в нейрореабилитации с заметными положительными результатами.

В последние 10 лет все больше исследователей и клиницистов говорят о применении высокотехнологичных методов восстановления нарушенных функций [17]. Современные технологии должны максимально стимулировать нейропластичность нервных структур, обеспечивать регулярные повторения

целенаправленных движений и вовлекать пациента в активное участие в процессе восстановления. Эти новые технологии помогают восстанавливать функции после легких и тяжелых парезов, а также позволяют достигать успехов в восстановлении двигательных функций в поздние сроки. Немаловажным фактором является и то, что новые технологии позволяют повысить интенсивность занятий, снижают нагрузку на медицинский персонал, что дает возможность большему числу пациентов после ИИ получать высокотехнологическое лечение. Одним из передовых методов высокотехнологичной коррекции двигательных функций ног является использование роботизированных устройств.

По сравнению с описанными выше роботизированными устройствами с частичной разгрузкой веса для ассистирования акту ходьбы роботизированные экзоскелеты являются более современными устройствами для восстановления ходьбы. Устройство фиксируется к туловищу и ногам для контролируемого управления движением суставов. Это позволяет полностью автоматизировать ходьбу по земле, независимо от наличия беговой дорожки или системы разгрузки веса [130]. Эти устройства не ограничивают перемещение пациента по ровной поверхности, а некоторые позволяют пациенту перемещаться по лестнице для передвижения, как предшествующие роботизированные устройства для ассистирования ходьбе. Новые роботизированные экзоскелеты для реабилитации пациентов позволяют ходить без ограничений по ровным поверхностям, меняя направление, позволяют передвигаться вверх и вниз по лестнице в отличие от предыдущих моделей, которые были объемны, немобильны, требовали специальное помещение, и были оснащены ремнями для подвески. Исследования показывают, что экзоскелеты безопасны для пациентов, перенесших инсульт, но эффективность их применения пока еще не полностью доказана. Также проведено очень небольшое число исследований, в которых бы сравнивались экзоскелеты с другими роботизированными технологиями реабилитации [117].

Поскольку основными условиями успешной нейрореабилитации являются интенсивность и регулярность тренировок и мотивированность пациента [173], то эти положения легли в основу запроса клиницистов для создания новых роботизированных устройств, позволяющих выполнять эти условия. Сейчас мы можем видеть большое число различных экзоскелетов, которые используются в клинической практике и отвечают вышеперечисленным условиям. Занятия с использованием роботизированных экзоскелетов осуществляются с помощью высокотехнологичного оборудования, при этом выполняются целенаправленные моторные акты в конечностях, которые не отличаются полной стереотипией, поскольку в процессе тренировки задействованы активные движения [14]. Экзоскелеты для нижних конечностей осуществляют ассистирующий ходьбу режим, причем сохраненные активные движения в суставах нижних конечностей усиливаются по сигналам обратной связи. Навязываемый пациенту паттерн движений нижними конечностями при ходьбе является более симметричным и физиологичным. При этом регулярность занятий способствует наращиванию мышечной силы в паретической ноге, увеличению кровотока, предупреждению развития контрактур и формирования патологических поз [45].

Исследование А. Rojek и соавт. [157] показало, что экзоскелеты не имеют значительного преимущества перед традиционными методами реабилитации, поскольку как современный, так и традиционный подход помогают в восстановлении ходьбы у пациентов. Некоторым пациентам использование экзоскелета позволило достичь лучших результатов, включая улучшение баланса, а не только восстановление ходьбы, как это было отмечено у пациентов, проходивших традиционную реабилитацию.

Нарушение баланса, наряду с мышечной слабостью, является важной проблемой для восстановления ходьбы, поскольку потеря баланса существенно влияет на уровень физической активности пациентов после инсульта, и снижает их возможности повседневной активности и

независимого передвижения, в связи с чем тренировки, направленные на повышение устойчивости и восстановление ходьбы, должны проводиться сочетанно [112].

Исследование J Park и ТН Kim [146] показало, что у пациентов, перенесших инсульт, существует связь между уровнем баланса (оцениваемого по шкале Берга) и качеством их жизни. Скорость ходьбы, длина шага и устойчивость паретической и непаретической конечностей также оказывали влияние на восстановление физиологического паттерна ходьбы. Однако, в других исследованиях, посвященных использованию экзоскелетов, оценка поструральной устойчивости обычно основывалась только на шкале Берга, без использования стабилотрии, что уменьшало значимость результатов. При исследовании биомеханики ходьбы у пациентов с инсультом до и после тренировок с использованием экзоскелета, было обнаружено, что скорость движения, темп ходьбы и преодолеваемое расстояние значительно возрастали, при этом уменьшалось различие в биомеханических характеристиках шага паретичной и здоровой ног, в то время как функция опоры нижних конечностей улучшилась, увеличилась сила толчка. Угловые амплитуды в суставах ног возросли, все эти изменения объективно подтверждали функциональное восстановление.

Роботизированные экзоскелеты с электроприводом — это одна из новейших разработок, созданная для улучшения мобильности пациентов, имеющих двигательный дефицит в нижних конечностях. Устройство фиксируется к туловищу и ногам для контролируемого управления движением суставов. Это позволяет полностью автоматизировать ходьбу по земле, независимо от наличия беговой дорожки или системы разгрузки веса [6, 130].

Носимые роботизированные экзоскелеты условно разделяются на «жесткие» и «мягкие». Для помощи в передвижении пациентов с выраженным нарушением двигательных функций применяются «жесткие» экзоскелеты, в которых имеются жесткие соединения, позволяющие обеспечить значительные вспомогательные моменты силы в суставах нижних

конечностей пациентов, для чего применяются электродвигатели. Такая жесткая конструкция позволяет экзоскелету поддерживать в вертикальном положении тело пациента, принимать на себя большую часть, но не весь, веса пациентов и осуществлять движения нижних конечностей. Отрицательным моментом является значительная масса такого экзоскелета, что усложняет ходьбу пациента во время тренировок [138]. «Мягкие» экзоскелеты или «экзокостюмы» могут воздействовать на отдельные участки нижних конечностей, при этом необходимо активное участие пациента в тренировочном процессе [6, 129, 188].

Хотя первоначально целью создания носимых роботизированных экзоскелетов было ассистирование при передвижении пациентов с нарушениями движений в нижних конечностях в повседневной жизни, при этом целевой группой были лица с травматической болезнью спинного мозга и нижним парапарезом-параплегией. Как правило, это были лица молодого и среднего возраста, хорошо развитые физически, утратившие в результате травмы способность к самостоятельному передвижению, имеющие высокую мотивацию к восстановлению утраченных функций. Однако позднее появились попытки их использования для повышения эффективности реабилитационных мероприятий с использованием повторяющихся функциональных движений при различных неврологических заболеваниях – инсульте, травмах головного мозга, рассеянном склерозе и др. [135, 151, 190]. Сейчас разработано большое число носимых роботизированных устройств, которые применяются во многих клиниках по всему миру. Однако для применения в реабилитационных целях одобрены в лишь некоторые из них – HAL, ReWalk, Ekso, Indego, REX и SMA. Большое число других аппаратов в настоящее время проходят оценку безопасности и эффективности в реабилитации пациентов [6, 156, 162]. В Российской Федерации в настоящее время для применения в медицине разрешен лишь один носимый экзоскелет – роботизированный комплекс для нижних конечностей с внешним программным управлением «Экзоскелет для реабилитации ExoAtlet» (РУ №

РЗН 2016/4360 от 14.06.2019 по ТУ 32.50.50-001-14576169-2015). Данное устройство было использовано при реабилитации пациентов с инсультом, с рассеянным склерозом, спинальной травмой, при этом были получены положительные результаты в моноцентровых рандомизированных исследованиях [6, 25, 27, 161]. Другие роботизированные экзоскелеты показали свою эффективность и безопасность в исследованиях за рубежом в реабилитации больных, перенесших инсульт [169, 172, 180], пациентов со спинальной травмой [97, 101, 170], детским церебральным параличом [76, 95, 96], рассеянным склерозом [59, 83, 149], генеродегенеративными заболеваниями [126, 132, 187].

Несмотря на приведенные данные о первых наблюдениях и проведенных исследованиях по применению экзоскелетов при неврологических заболеваниях, пока вопрос о применении таких устройств у неврологических больных однозначно не решен, поскольку данная технология возникла сравнительно недавно и в настоящий момент активно развивается.

Имеются данные и о негативном опыте применения экзоскелетов у неврологических пациентов. Так, у больных со спинальной травмой отмечены случаи травмирования вплоть до появления переломов костей стоп при ходьбе в «жестких» экзоскелетах, болей в верхних и нижних конечностях, нарастание скованности в мышцах, возникновение ортостатической гипотензии, а также повреждения кожи [6, 72, 87].

Несмотря на имеющиеся преимущества в использовании носимых роботизированных устройств, имеются серьезные ограничения для их широкого применения, такие как высокая стоимость устройств, необходимость постоянного технического обслуживания, высокое энергопотребление, ограниченный срок службы батареи, наличие барьеров и препятствий для передвижения, потребность использования верхних конечностей, длительное время экипировки. Поэтому широкое применение экзоскелетов будет тогда, когда будут созданы устройства более совершенной

конструкции с параметрами ходьбы как у здорового человека, а также будут решены проблемы безопасности [6, 144].

Хотя технологии использования роботизированных устройств несомненно дают положительный эффект, в частности - формирование правильного стереотипа ходьбы в результате многократных повторений определённых движений, повышают интенсивность тренировочной нагрузки, снижают экономические затраты, ускоряя процесс восстановления, учитывая неоднозначные результаты исследований, касающихся их применения, необходимо дальнейшее изучение этих технологий, правильный выбор показаний и противопоказаний для каждого устройства, а также определение критериев безопасности.

На основе анализа научной литературы по проблемам восстановительного лечения пациентов после ИИ мы можем заключить, что восстановление функции ходьбы остается одной из приоритетных задач для неврологов. Существует большое число перспективных технологий для реабилитации, включая роботизированные устройства. Однако, как выяснилось в результате анализа литературы, остается много вопросов по применению роботизированных устройств, таких как предикторы эффективности метода, оптимальные сроки использования, сравнение эффективности различных методов и др. В нашем исследовании мы попытаемся ответить на некоторые из этих вопросов.

ГЛАВА 2

Материалы и методы исследования

В неврологическом отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского с 2019 по 2022 гг. в было проведено ретроспективно-проспективное наблюдательное исследование, обследованы 83 человека в РВП ИИ, из них 23 пациента, получавших восстановительную терапию с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет (1 группа, основная), 26 пациентов - с применением роботизированной терапии (2 группа, сравнения), 34 пациента - с применением традиционной терапии (3 группа, контрольная). Полный курс реабилитационных занятий закончили 20 пациентов 1 группы, 21 пациент 2 группы, 28 пациентов 3 группы.

Протокол исследования был рассмотрен и одобрен независимым этическим комитетом при ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского (протокол № 6 от 15.06.2017 г., протокол № 7 от 17.06.2020 г.). Все пациенты, включенные в исследование, до момента включения проходили собеседование, на котором разъяснялись цели и задачи исследования, используемые диагностические и лечебные методы, затем пациенты заполняли бланки информированного согласия на участие в исследовании, нами проводилась оценка соответствия критериям отбора и заполнялась индивидуальная регистрационная карта пациента, далее в соответствии с дизайном выполнялись все процедуры исследования.

2.1. Этапы исследования

Исследование включало три этапа.

На первом этапе больные в РВП ИИ были рандомизированы в три группы в зависимости от использованных реабилитационных методов в комплексе восстановительного лечения: 1 группа (занятия с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет), 2 группа (занятия с использованием тренажера

«Орторент-МОТО», 3 группа (традиционные методы реабилитации). Была проведена сравнительная оценка эффективности включения роботизированных устройств в восстановительном лечении.

На втором этапе все включенные в исследование пациенты были разделены на две группы в зависимости от срока начала восстановительного лечения в РВП ИИ: группу 1-3 (пациенты, начавшие курс восстановительного лечения с 30 по 90 день от момента развития ИИ) и группу 4-6 (пациенты, начавшие курс восстановительного лечения с 91 по 180 день от момента развития ИИ). Была проведена сравнительная оценка эффективности курса восстановительного лечения в зависимости от срока начала курса.

На третьем этапе все включенные в исследование пациенты были разделены на три группы в зависимости от возраста: группу 45–59 (возраст 45–59 лет), группу 60-74 (возраст 60-74 года), группу 75 и старше (возраст 75 лет и старше). Была проведена сравнительная оценка эффективности курса восстановительного лечения в зависимости от возраста больных.

2.2. Используемые в исследовании критерии отбора

Критерии включения в исследование:

1. Лица мужского и женского пола в возрасте старше 18 и моложе 80 лет, которые ознакомились с информацией для пациентов и подписали информированное согласие на участие в исследовании;
2. Перенесенный ИИ в срок от 1 до 6 месяцев (РВП ИИ);
3. Наличие в неврологическом статусе спастического гемипареза или монопареза ноги со снижением силы не более чем до 3 баллов;
4. Готовность пациента выполнять все процедуры клинического исследования.

Критерии невключения в исследование:

1. Наличие стандартного набора противопоказаний к проведению роботизированной механотерапии: наличие острых инфекционных заболеваний, лихорадочного синдрома, соматическая патология в стадии

декомпенсации, болезни вен нижних конечностей, лимфедема нижних конечностей 2-3 ст., пролежни или трофические нарушения в местах крепления экзоскелета, невозможность 30 минут и более находиться в вертикальном положении, в результате патологических вегетативных реакций, эпилепсия и другие пароксизмальные нарушения сознания, сердечная недостаточность, фибрилляция предсердий, пароксизмальная форма, перенесенный менее 6 месяцев назад инфаркт миокарда, наличие стенокардии покоя или проявления на ЭКГ ишемии миокарда в покое, атриовентрикулярная блокада любой степени, синусовая брадикардия менее 50 ударов в мин. или тахикардия более 90 ударов в мин., артериальная гипертония, не купированная приемом гипотензивных препаратов, пороки сердца с клиническим проявлением, неконсолидированные переломы позвоночника, костей таза, нижних конечностей, остеопороз костей по данным рентгеновской денситометрии, заболевания суставов, состояние после операций эндопротезирования или артропластики суставов нижних конечностей;

2. выраженные эмоционально-аффективные, когнитивные и речевые нарушения, препятствующие выполнению инструкций;
3. перенесенный геморрагический инсульт, наличие артериальных аневризм или артериовенозных мальформаций сосудов головного мозга, критический стеноз брахиоцефальных артерий ($\geq 70\%$ диаметра просвета),
4. отсутствие мотивации к участию в восстановительном лечении.

Критерии исключения из исследования:

1. несоблюдение протокола исследования;
2. отклонение от протокола исследования.

Все пациенты, которые соответствовали критериям включения и не имели критериев невключения в исследование, получали стандартную терапию в соответствии с КСГ ST37002-ST37003 «Медицинская реабилитация

пациентов с заболеваниями нервной системы», лекарственную терапию для вторичной профилактики ИИ – антитромбоцитарную, гипотензивную, гиполипидемическую.

2.3. Состав обследуемых групп

Лечение больных в РВП ИИ проводилось в неврологическом отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского в рамках обязательного медицинского страхования (ОМС) в соответствии с параметрами, предусмотренными клинико-статистической группой (КСГ) ST37002-ST37003 «Медицинская реабилитация (МР) пациентов с заболеваниями нервной системы», что определяло объем и сроки лечения больных. В ходе исследования пациенты находились на стационарном лечении в течение не менее 14 суток. В этот период времени пациенты осматривались и им проводились клинικοметрические исследования до начала курса лечения (День 0), а затем в день, последующий за окончанием курса лечения (День 14). Все три группы пациентов получали комплексное лечение, включающее лечебную физкультуру (ЛФК) под руководством врача/методиста ЛФК, физиотерапевтические процедуры (магнитотерапия, лазеротерапия), лечебный массаж, занятия с психологом и логопедом, когнитивный тренинг и вторичную профилактику инсульта.

Во время исследования пациенты методом конвертов были случайным образом рандомизированы в три группы. В 1 группе в составе 23 пациентов курс восстановительного лечения включал занятия с использованием экзоскелета ExoAtlet. Занятия проводились пять дней в неделю в течение двух недель, и продолжительность занятий зависела от функциональных возможностей пациентов. Физическая нагрузка ежедневно повышалась, если это было возможно в зависимости от переносимости и готовности пациента. Для занятия с использованием экзоскелета формировалась команда в составе невролога, который контролировал витальные функции и неврологический статус пациентов в процессе занятия, врача лечебной физкультуры,

управлявшего экзоскелетом ЕхoAtlet во время тренировки и дающего задания на выполнение упражнений пациенту, и инструктора ЛФК, который занимался настройкой параметров экзоскелета под конкретного пациента и выполнял страховочную функцию. В комплекс восстановительного лечения пациентов 2 группы в составе 26 пациентов в РВП ИИ в качестве роботизированного механического приспособления использовали педальный тренажер "Орторент МОТО" для активно-пассивных тренировок мышц. Курс восстановительного лечения составлял 2 недели, в течение этого времени пациенты получали 10 занятий на тренажере продолжительностью от 10 минут до 40 минут в зависимости от физического состояния и возможностей пациентов. При этом у пациентов 2 группы также по возможности увеличивали физические нагрузки в зависимости от их состояния и выносливости.

Пациенты 3 группы ($n = 34$) получали стандартную терапию в соответствии с КСГ ST37002-ST37003 «Медицинская реабилитация пациентов с заболеваниями нервной системы», включающую лечебную физкультуру, физиотерапевтические процедуры (магнитно-лазерная терапия), массаж, занятия с психологом и логопедом, когнитивный тренинг, вторичную лекарственную профилактику инсульта. Демографические данные пациентов 1, 2 и 3 группы представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Состав пациентов основной (1), сравнения (2) и контрольной (3) групп

Показатель	1 группа	2 группа	3 группа
Число пациентов, включенных в группу	23	26	34
Число пациентов, закончивших исследование	20	21	28
Пол м/ж	12/8	11/10	12/16
Средний возраст	63,7±10,0 (p=0,844)	64,9±7,3	62,4±10,7
Срок от момента развития ИИ (мес.)	3,8±1,4 (p=0,86)	3,7±1,3	3,6±1,4
ИИ в бассейне левой/правой СМА	7/13	9/12	13/15

p – уровень значимости различий между показателями основной, сравнения и контрольной группы (критерий Краскела-Уоллеса)

У 12 пациентов, перенесших ИИ в бассейне левой СМА, при логопедическом обследовании были выявлены элементы моторной или сенсорной афазии, но выраженность таких нарушений не препятствовала вербальному общению с пациентами, больные адекватно понимали и правильно команды, могли сообщить о своем самочувствии.

Отметим причины досрочного прекращения участия в исследовании: у 3 пациентов основной группы было отклонение от протокола, у 5 пациентов

группы сравнения - ощущение недостаточной эффективности и отказ от продолжения участия в исследовании у 2, отклонение от протокола у 3, у 6 пациентов контрольной группы - ощущение недостаточной эффективности и отказ от продолжения участия в исследовании у 2, отклонение от протокола у 4. Далее в исследовании проанализированы данные только тех пациентов, которые прошли полный курс реабилитации и выполнили все предусмотренные процедуры.

2.4. Методы исследования

В исследовании анализировались клинические, инструментальные, лабораторные и клинικοметрические данные, в процессе реабилитационного лечения у больных в РВП ИИ проводили их сопоставление.

Клиническое обследование включало опрос со сбором жалоб, анамнез болезни и жизни, изучение медицинской документации, общесоматический осмотр и исследование неврологического статуса пациентов.

Перед началом восстановительного лечения у каждого пациента проводили сбор анамнеза, который включал данные предыдущей медицинской документации и информацию, полученную от пациента или его родственников. Также был проведен соматический и неврологический осмотр, включавший проведение клинικοметрических тестов, который позволил подтвердить диагноз последствия инсульта, выявить неврологический дефицит, в частности - степень снижения мышечной силы в ноге, установить степень когнитивных нарушений, уровень повседневной активности и степень инвалидизации. Для уточнения степени речевых и эмоционально-волевых нарушений выполнялся осмотр психолога и логопеда.

Дополнительно проводили общий клинический и биохимический анализы крови, общий анализ мочи и ЭКГ.

Оценку мышечной силы выполняли с применением шестибальной шкалы оценки мышечной силы Medical Research Council Weakness Scale (MRC) [147]. Если для оценки мышечной силы в верхних конечностях

доступны различные количественные методы с использованием динамометров и ручное мышечное тестирование, то для оценки силы мышц ног чаще используют последний метод. Отметим, что динамометрическое тестирование не подходит для слабых мышц, когда движение против сопротивления не может быть выполнено, поэтому ручное тестирование является единственным применимым методом измерения силы при выраженных парезах мышц нижних конечностей. Шкала MRC использует балльные оценки от 0 до 5. Наряду с простотой и воспроизводимостью, шкала имеет и недостатки: шкала не учитывает амплитуду движения и не определяет силу сопротивления, против которой может быть выполнено движение [125].

Постинсультная спастичность является одной из распространенных причин двигательных нарушений, вызванных инсультом. Примерно 20–25% пациентов, перенесших инсульт, страдают спастичностью, это ограничивает их физическую активность и повседневную жизнедеятельность, ухудшает качество жизни [104, 164, 183]. Поэтому выраженности спастичности и оценка динамики в процессе лечения важны для клиницистов. Степень нарушения мышечного тонуса измеряли с помощью модифицированной шкалы Ашворта (Modified Ashworth Scale, MAS). MAS может быть применена для оценки постинсультной спастичности в мышцах верхних и нижних конечностей, было показано, что MAS пригодна для обследования больных в динамике [71].

Поскольку наряду с уровнем мышечной силы, выраженностью спастичности на осуществление акта ходьбы у больных после инсульта влияет и уровень постуральной устойчивости, в комплексе обследования применяли шкалу равновесия Берга (Berg Balance Scale, BBS) [81, 82]. BBS была разработана в 1989 году для оценки постуральной устойчивости у лиц пожилого возраста. Шкала содержит 14 пунктов, оцениваемых от 0 до 4 баллов, причем более высокий балл указывает на лучшую устойчивость. BBS в настоящее время широко используется для исследования равновесия у лиц с различными состояниями в нейрореабилитации.

В соответствии с рекомендациями Национальной Ассоциации Борьбы с Инсультом (НАБИ) и Союза реабилитологов России (СРР) качественную оценку ходьбы выполняли, используя Индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index, HAI) [35, 40], позволяющий оценить активность жизнедеятельности, мобильность, возможности самообслуживания в быту лиц, перенесших инсульт. Первоначально предложенный для оценки ходьбы у больных рассеянным склерозом HAI в дальнейшем стал использоваться при других нозологиях, а в последние годы активно применяется для определения степени нарушения физиологического паттерна ходьбы в период восстановления нарушенных функций после инсульта [69].

Для определения количественного показателя функции ходьбы использовали 10-метровый тест ходьбы (10MWT). При этом с помощью секундомера измерялся промежуток времени, который требовался пациенту на преодоление расстояния в 10 метров [145]. Для выполнения теста была отмерена дистанция длиной 10 метров по прямой, отмечены линии старта и финиша. По команде пациент начинал движение в среднем, комфортном для него темпе, причем эту дистанцию он проходил дважды с 1–2 минутным интервалом для отдыха, поскольку ранее было отмечена большая валидность двукратного измерения времени прохождения дистанции [181].

Для оценки уровня инвалидизации и сохраненной функциональной активности больных применяли модифицированную шкалу Рэнкина (МШР) [43, 63]. При этом показатель МШР до 2 баллов включительно расценивали как хорошее функциональное восстановление.

Уровень повседневной активности и независимости от помощи окружающих измеряли с помощью индекса Бартел (ИБ), максимальная оценка по ИБ может составить 100 баллов [127, 177]. Считается, что оценка 0 - 20 баллов свидетельствует о необходимости постоянного ухода, 21 - 60 баллов – о выраженной зависимости от помощи окружающих, 61 - 90 баллов – об умеренной зависимости, при оценке, 91 - 99 баллов – пациент почти не зависит от помощи окружающих лиц в повседневной жизни. Увеличение

показателя ИБ после курса восстановительного лечения на 10 и более баллов расценивали как показатель функционального восстановления.

В качестве метода объективизации постуральных нарушений у пациентов в РВП ИИ использовали стабилметрическую методику, позволяющую оценить способность пациента неподвижно удерживать центр тяжести тела при нахождении в вертикальном положении. Для записи статокинезиограммы использовали отечественный стабилметрический комплекс «ST-150» (Мера – ТСП, Россия). Исследование проводили с использованием простой пробы Ромберга. Пациент вставал на стабиллоплатформу, использовалась «европейская» установка стоп (пятки вместе, носки разведены под углом в 30° в отличие от «американской», когда стопы располагаются параллельно друг другу), при этом сначала осуществлялась запись проекции центра массы тела пациента на поверхность стабиллоплатформы в течение 51 сек. с открытыми глазами, затем также 51 сек. с закрытыми глазами. Длина статокинезиограммы (L , мм) – путь, который совершала точка проекции центра массы тела пациента на поверхности стабиллоплатформы, площадь статокинезиограммы (S , мм²) – площадь, ограниченная внешним контуром статокинезиограммы на поверхности стабиллоплатформы, индекс энергозатрат (E_i , Дж) – показатель работы, затрачиваемой на сохранение проекции центра массы тела в пределах статокинезиограммы, эти показатели вычислялись автоматически программой комплекса статической стабилметрии «ST-150» [29, 36].

Оценка нейровизуализационных данных выполнялась с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) или компьютерной томографии (КТ) головного мозга, выполненным в предшествующий курсу лечения период.

МРТ головного мозга выполнялся специалистами лучевой диагностики на магнитно-резонансном томографе EXELART Vantage Atlas-X с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. В протокол исследования включали

режимы T1, T2, FLAIR и др. Регистрационное удостоверение № ФСЗ 2008/01545 от 18.04.2008, регистрационный № РОСС RU.0001.21 МЭ53. Производство «Toshiba Medical Systems Corporation», Япония.

КТ головного мозга выполняли на рентгеновском компьютерном томографе Aquilion 64. Регистрационное удостоверение № ФСЗ 2007/00891 от 24.12.2007, рег. № РОСС RU.0001.21МЭ53. Производство «Toshiba Medical Corporation», Япония.

2.5. Методы лечения

2.5.1. Методика занятий с использованием роботизированного устройства ExoAtlet

Пирамидный гемипарез является одним из наиболее тяжелых двигательных нарушений после инсульта. По мнению многих исследователей оптимальный результат реабилитации наблюдается в течение первых месяцев после ИИ [93, 171]. При этом РВП, продолжающийся до полугода после инсульта, является наиболее перспективным в плане восстановления нарушенных функций [17]. В последние годы разработано большое число эффективных методов реабилитации постинсультных двигательных нарушений: роботизированная механотерапия, опорная стимуляция, функциональная электростимуляция мышц при ходьбе, ортезирование и другие методы [153, 175]. Занятия по восстановлению ходьбы с использованием экзоскелета является одним из перспективных, но пока мало распространенных методик, используемых в восстановительном лечении больных после ИИ. В Российской Федерации в Робототехническом центре «Сколково» был впервые сконструирован и прошел клинические испытания отечественный экзоскелет «ЭкзоАтлет» (РУ № РЗН 2016/4360 от 14.06.2019 по ТУ 32.50.50-001-14576169-2015). В настоящее время экзоскелет «ЭкзоАтлет» успешно применяется в ряде медицинских учреждений страны при широком спектре заболеваний неврологического и ортопедического

профиля. Были даны клинические и биофизические обоснования применения экзоскелета у больных после инсульта [34].

Экзоскелет ExoAtlet, использованный в данном исследовании, представляет собой роботизированный комплекс для реабилитации нижних конечностей и восстановления навыка ходьбы у пациентов в РВП ИИ, что приводило к нарушению акта ходьбы, возможности передвижения и ограничивало независимость больных. Экзоскелет ExoAtlet продемонстрировал высокую эффективность при использовании людьми с нарушением функции нижних конечностей при достаточно сохранном функционировании мышц рук и верхней части туловища (рис. 1).

Целью тренировок с использованием экзоскелета ExoAtlet было восстановление моторики нижних конечностей и повышение физической активности, что должно способствовать активизации самостоятельных перемещений, повышению качества жизни и ресоциализации пациента. ExoAtlet является устройством, оказывающим постуральную поддержку для перехода пациента из положения сидя в стоячее, а также поддерживает тело в вертикальном положении. Важным аспектом тренировок является необходимость выполнения пациентом активных движений по поддержанию вертикальной позы и выполнения шагов, при этом осуществляется роботизированная поддержка ходьбы. Поскольку данный экзоскелет автономен, это позволяет пациенту выполнять ходьбу по ровной поверхности без использования устройств для разгрузки веса или тредмила.

Поскольку экзоскелет ЭкзоАтлет является высокотехнологическим медицинским изделием, для проведения тренировок требуется наличие команды, состоящей из невролога, врача лечебной физкультуры и инструктора ЛФК.

До начала занятия выполнялась настройка экзоскелета в соответствии с антропометрическими данными пациента для достижения наибольшего эффекта и предупреждения нежелательных явлений во время тренировки. У экзоскелета настраивали размеры стельки, лонгет голени и бедра, длину

голени и бедра, поперечный размер таза для каждого конкретного пациента. Затем в заранее подготовленную спортивную обувь пациента устанавливали на устройстве, фиксируя стельки экзоскелета в обуви пациента. Пациент садился на специальный стул, на котором предварительно устанавливался экзоскелет, и персонал добивался прилегания таза пациента к спинке устройства. Обувь плотно фиксировалась на стопах пациента, затем с помощью ремней фиксировали голени, затем бедра пациента. С помощью пояса и наплечных ремней экзоскелет фиксировали к туловищу. Далее пациенту передавали костыли с упором под локоть (канадские) для повышения постуральной устойчивости при ходьбе. Врач ЛФК оповещал пациента о каждом предстоящем действии, устройство также подавало звуковые сигналы. Инструктор ЛФК ассистировал пациенту при подъеме со стула и во время ходьбы для предупреждения падений. Во время ходьбы пациент активно переносил центр тяжести с одной ноги на другую и передвигал костыли для поддержания вертикального положения.

Врач ЛФК руководил работой экзоскелета, задавая параметры ходьбы, высоту и длину шага путем программирования углов сгибания в коленных и тазобедренных суставах, а пациент осуществлял ходьбу, последовательно перенося вес тела с одной ноги на другую, опираясь на костыли. Пациенты с выраженным парезом верхней конечности во время первых двух-трех занятий использовали вместо костылей опору на специальный роллатор с площадкой для паретичной руки.

Занятия проводились 5 дней в неделю в течение 2 недель. Общее время занятия в соответствии с самочувствием пациента и его гемодинамическими показателями варьировало в пределах 10–30 минут (включая предварительные и завершающие мероприятия), при этом срок, дистанцию и темп ходьбы во время тренировки определяли в зависимости от самочувствия пациента, его настроения, показателей гемодинамики и сатурации крови кислородом. Физическая нагрузка повышалась ежедневно, в зависимости от состояния и самочувствия пациента. Скорость ходьбы составляла 0,2–0,3 м/с, длина

двойного шага 0,6-0,7 м, темп - около 40 шагов/мин. За время одной тренировки пациенты совершали от 250 до 1000 и более шагов, проходя расстояние до 400 м.



Рис. 1. Общий вид экзоскелета ExoAtlet

2.5.2. Методика занятий с использованием тренажера «Орторент МОТО»

Занятия на тренажере «Орторент МОТО», предназначенном для проведения механотерапии в активном или пассивном режиме, выполнялись пациентами под руководством врача/инструктора ЛФК, и заключались в выполнении стереотипных циклических движений верхними и нижними конечностями, что позволяло пациентам восстанавливать физиологический паттерн движений и закреплять вновь приобретенные двигательные навыки. Проведение регулярных занятий в течение двух недель на тренажере в активно-пассивном режиме оказывало положительное влияние в виде

укрепления паретичных мышц, улучшения трофических процессов в них, повышения уровня функционирования сердечно-сосудистой системы. Все эти изменения благотворно влияли на восстановление двигательных функций паретичных мышц руки и ноги пациента. Немаловажным фактором является то, что большинство пациентов отмечали улучшение настроения, повышение интереса к жизни в процессе курса занятий. Активный режим тренировки позволял пациентам выполнять циркулярные движения верхними и нижними конечностями против дозированного сопротивления, в то время как в режиме пассивной тренировки, который использовали при существенном снижении силы мышц в паретичных конечностях, движение мотора, контролируемого микропроцессором, заставляло конечности пациента выполнять такие же циклические вращательные движения, продолжительность, число оборотов, и направление движения которых определялись врачом. А.И. Федин и соавт. [45] указывают, что пассивное растяжение мышц в процессе использования роботизированных тренажеров способствует снижению возбудимости рецепторов мышц и сухожилий, это позволяет снизить рефлекс на растяжение мышц и снижает спастичность паретичных мышц. Дополнительным лечебным фактором является улучшение трофики тканей.

Таким образом, пациент мог участвовать в занятиях при любом уровне функциональных возможностей, а также на дисплее аппарата сам мог видеть симметричность движений во время пассивной и активной тренировок, тонус мышц и другие данные.

Реабилитационный курс включал 10 занятий на педальном тренажере «Орторент МОТО» (5 дней в неделю в течение 2 недель). Время каждого занятия составляла 10–30 минут в зависимости от переносимости, показателей гемодинамики и сатурации крови кислородом, настроая пациента на продолжение занятия, причем тренировочная нагрузка могла варьировать как между последующими, так и в течение одного занятия.

2.5.3. Методика занятий с использованием стандартной терапии

Методика реабилитационных занятий с использованием стандартной терапии была направлена на восстановление двигательных нарушений и вторичную профилактику ИИ. Реабилитационные занятия проводились командой специалистов: невролог, реабилитолог, врач ЛФК, психолог, логопед (по показаниям) и включали стандартную реабилитационную помощь: ЛФК, физиотерапию, когнитивный тренинг, массаж, лекарственную терапию (антиагрегантную, гиполипидемическую, антигипертензивную).

2.5.4. Методы обследования пациента и оценка двигательной функции нижней конечности до и после курса восстановительного лечения

- Шестибалльная шкала оценки мышечной силы Medical Research Council (MRS) для оценки мышечной силы;
- Модифицированная шкала Ашворта (Modified Ashworth Scale, MAS) для оценки мышечного тонуса;
- Шкала равновесия Берга (Berg Balance Scale, BBS) для оценки баланса;
- Индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index) для оценки качества ходьбы;
- Десятиметровый тест ходьбы (10MWT) для оценки скорости ходьбы;
- Модифицированная шкала Рэнкина (МШР) для оценки степени инвалидизации и уровня функциональной активности больных;
- Индекс Бартел (ИБ) использовали для оценки повседневной активности;
- Стабилометрия. Данный метод использовали для объективизации состояния локомоторных функций.

В процессе тренировок нами выполнялось наблюдение за самочувствием и состоянием пациентов, измерялись основные витальные показатели (АД, ЧСС, сатурация крови кислородом), причем во время проведения исследования мы наблюдали стабильные измеряемые показатели, а у пациентов не появлялись жалобы или клинические признаки, свидетельствующие о плохой переносимости физической нагрузки. При

проведении тренировок с применением механических роботизированных устройств отмечено, что пациенты хорошо переносили предлагаемые физические нагрузки в интервале времени 10–40 минут, при этом пациенты активно участвовали в занятии, справлялись с заданиями, объективных признаков нарушения состояния не наблюдали.

При обследовании в День 0 по всем клинικοметрическим шкалам не было выявлено существенных отличий в показателях у пациентов 1-й (пациенты, проходившие курсы тренировок на экзоскелете ЭкзоАтлет), 2-й (пациенты, получавшие занятия на аппарате активно-пассивной механотерапии Орторент МОТО) и 3-ей группы (пациенты, получавшие стандартный курс терапии, включавший ЛФК, массаж, физиотерапию).

2.6. Статистическая обработка результатов

Статистическую обработку материала выполняли на персональном компьютере с использованием пакетов прикладных программ MS Office 365 и StatPlus 7.4.6. Количественные данные в работе представлены в виде средних значений и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$), категориальные порядковые данные – в виде медианы и квартилей ($Me [Q1, Q3]$). Для определения нормальности распределения использовали критерий Д'Агостино–Пирсона. Для сравнения категориальных порядковых данных, распределенных по закону, отличному от нормального закона распределения, применяли непараметрический тест Уилкоксона для двух зависимых выборок, для сравнения двух независимых выборок – тест Манна-Уитни, для попарного сравнения трех выборок – односторонний дисперсионный анализ (ANOVA) с поправкой Бонферрони, для сравнения трех и более выборок – тест Краскела-Уоллеса, для сравнения данных до, во время и после тренировок – тест Фридмана. Для сравнения бинарных показателей до и после проведенного лечения использовали критерий χ^2 МакНемара. Уровень статистической значимости принят равным 0,05.

ГЛАВА 3

Изучение динамики двигательных функций у больных в РВП ИИ

3.1. Общая характеристика больных на момент включения в исследование

В исследование были включены 83 пациента в РВП полушарного ИИ, из них 23 пациента, получавших восстановительную терапию с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет (1 группа, основная), 26 пациентов - с применением роботизированной терапии (2 группа, сравнения), 34 пациента - с применением традиционной терапии (3 группа, контрольная). Полный курс реабилитационных занятий закончили 20 пациентов 1 группы, 21 - 2 группы, 28 - 3 группы. Причиной исключения из исследования у 6 пациентов было субъективное ощущение недостаточно эффективной проводимой терапии, а у 8 – отклонение от протокола. В последующем изложении материала мы анализировали данные только пациентов, которые прошли полный курс реабилитации.

У пациентов 1 (основной) группы в курс восстановительного лечения наряду с лекарственной терапией, занятиями с логопедом и психологом, физиотерапией и лечебной физкультурой, входили также занятия с использованием роботизированного устройства ExoAtlet, пациенты проходили в течение двух недель 10 занятий. Занятия длились 10–30 минут, в процессе каждого занятия пациенты выполняли различные упражнения – подъем из сидячего положения, ходьбу по прямой, «змейку» и др.

У пациентов 2 группы (группа сравнения) курс восстановительного лечения наряду с лекарственной терапией, занятиями с логопедом и психологом, физиотерапией и лечебной физкультурой, включал также занятия на тренажере «Орторент МОТО», при этом осуществлялись тренировки как нижних, так и верхних конечностей, использовались активный и пассивный режимы, вопрос о целесообразности их применения решал врач ЛФК. Всего курс включал 10 занятий. Занятия длились 10 - 40 минут, за это время пациент

выполнял предлагаемые врачом упражнения. Осуществлялось динамическое наблюдение за самочувствием и состоянием пациентов.

Пациенты 3 (контрольной) группы получали стандартный реабилитационный курс, включавший занятия с врачом или методистом лечебной физкультуры - тренировки ходьбы по ровной поверхности с использованием односторонней и двусторонней поддержки, параллельных брусьев, роллатора, системы подвески, которые проводились 5 дней в неделю в течение 2 недель, дополнительно – другие методы физической терапии. Продолжительность занятий - 20–40 минут в зависимости от переносимости нагрузок пациентами. У пациентов основной, группы сравнения и контрольной, физическую нагрузку повышали ежедневно, в зависимости от субъективных и объективных показателей пациента.

При сборе жалоб у пациентов, принимавших участие в исследовании, указывали на следующие субъективные проявления, беспокоящие с момента перенесенного инсульта: слабость в руке и ноге, больше выраженная в мышцах нижней конечности, препятствующая свободному передвижению, пациенты не могли сделать шаг без опоры или посторонней помощи, нарушение чувствительности в ноге. Выраженность этих жалоб соответствовала степени пареза нижней конечности, от легкого до умеренно выраженного.

До начала курса тренировок на экзоскелете пациенты всех трех групп предъявляли жалобы на тупые боли в ноге, затрудненную ходьбу, частичную зависимость от посторонних, головные боли давящего, распирающего характера, общую слабость, субъективные симптомы в виде эпизодов интенсивных головокружений во всех группах. Жалобы на затруднение речи в виде нечеткости произношения или затруднений при общении предъявляли 28 (33,7%) из всех пациентов обследуемых групп.

При объективном обследовании пациентов у всех отмечался односторонний гемипарез, сопровождающийся у 41 расстройствами чувствительности по центральному типу. Также в неврологическом статусе

выявлялись признаки центрального пареза мышц, иннервируемых VII и XII парами черепных нервов - асимметрия улыбки, опущение угла рта, отклонение языка. Дизартрия отмечена у 8 пациентов основной, у 9 – группы сравнения и у 11 пациентов контрольной группы.

Таблица 2.

Показатели мышечной силы (по MRC), уровня спастичности (по MAS), равновесия (по BBS), сохранности функции ходьбы (по HAI), скорости ходьбы (по 10MWT) больных 1, 2 и 3 группы в День 0

		Группа 1 n=20	Группа 2 n=21	Группа 3 n=28
MRCs, Me [Q1,Q3]		4,0 [3,0, 4,0] A = 0,417	4,0 [4,0, 4,0]	4,0 [3,0, 4,0]
MAS, Me [Q1,Q3]		4,0 [2,0, 4,0] A = 0,534	4,0 [3,0, 4,0]	3,0 [3,0, 4,0]
BBS, Me [Q1,Q3]		41,0 [40,75, 46,0] A = 0,816	41,0 [41,0, 46,0]	41,0 [41,0, 45,25]
HAI Me [Q1,Q3]		4,0 [4,0, 5,0] A = 0,872	4,0 [4,0, 5,0]	4,0 [4,0, 5,0]
10MWT M±SD		21,3±3,1 A = 0,648	21,8±3,9	21,7±3,6

Примечание: A - значение p для критерия Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп

При обследовании больных перед началом курса восстановительного лечения у пациентов всех групп выявлено умеренное снижение силы мышц

конечностей на стороне пареза, повышение в них тонуса по спастическому типу, дефицит устойчивости, нарушение скорости ходьбы и ее качества, причем статистически значимых отличий по данным критерия Краскела-Уоллиса выявлено не было (табл. 2). Таким образом, исходно как по демографическим, так и по клинικοметрическим показателям статистически значимых различий не обнаружено.

Таблица 3.

Показатели независимости и инвалидизации по данным МШР и повседневной активности поданным ИБ у больных 1, 2 и 3 группы в День 0

		Группа 1 n=20	Группа 2 n=21	Группа 3 n=28
МШР, [Q1,Q3]	Me	3,0 [3,0, 3,0] A = 0,960	3,0 [3,0, 3,0]	3,0 [3,0, 3,0]
ИБ, [Q1,Q3]	Me	82,5 [70,0, 90,0] A = 0,803	80,0 [70,0, 85,0]	80,0 [73,75, 85,0]

Примечание: A - значение p для критерия Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп

При оценке показателя функциональной независимости было отмечено, что этот показатель в среднем по группам составлял 3,0 [3,0, 3,0], причем различий по критерию Краскела-Уоллиса получено не было. Это подтверждает, что во всех группах уровень инвалидизации был одинаков (табл. 3).

Исследование уровня повседневной активности с помощью ИБ позволило обнаружить его снижение у всех пациентов 1, 2 и 3 группы. В среднем было выявлено снижение на 15–25 баллов, преимущественно в результате нарушения способности к передвижению и необходимости

использования помощи третьих лиц. Осуществление гигиенических процедур (в частности, принятие ванны) было затруднено, что приводило к ухудшению показателей. Отметим, что по критерию Краскела-Уоллеса существенных различий по ИБ между группами не выявлено.

Поскольку у пациентов всех обследованных групп средний возраст превышал 60 лет, то у большинства из них при соматическом обследовании были обнаружены сопутствующие заболевания, при этом в большинстве случаев - сердечно-сосудистые заболевания (артериальная гипертония, ишемическая болезнь сердца, диффузный и постинфарктный кардиосклероз, атеросклероз магистральных артерий шеи, фибрилляция предсердий и другие нарушения ритма сердца), сахарный диабет и др. Спектр сопутствующих заболеваний у обследованных нами пациентов представлен в табл. 8.

Таблица 4.

Число выявленных сопутствующих заболеваний у пациентов 1,2 и 3 группы

Сопутствующий диагноз	1 группа (n= 20)	2 группа (n=21)	3 группа (n=28)
Сахарный диабет 2-го типа	8	9	13
Гипертоническая болезнь III ст.	20	21	28
Атеросклероз магистральных артерий шеи	16	17	16
Ишемическая болезнь сердца. Диффузный и/или постинфарктный кардиосклероз	8/0	9/1	7/0
Ишемическая болезнь сердца. Стенокардия напряжения I-II ФК	3	5	7
Ишемическая болезнь сердца. Постоянная форма фибрилляции предсердий	1/1	2/1	2/2
Сердечная недостаточность 2А функционального класса	6	4	7

Как следует из приведенных в табл. 4 данных, гипертоническая болезнь была диагностирована у всех обследуемых пациентов, у большинства - наличие атеросклероза магистральных артерий шеи, не достигавший критического уровня по результатам проведенного ультразвукового исследования, величина стенозов составляла 20–35%. В связи с имеющимися соматическими заболеваниями пациенты до начала исследования и в процессе

проведения исследования получали необходимую медикаментозную терапию в соответствии с клиническими рекомендациями ведения таких больных.

Курс лечения всех пациентов, участвовавших в исследовании, был проведен в неврологическом отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф.Владимирского в сроки 15–21 день в стационарных условиях.

Хорошая переносимость нагрузок в пределах 20–40 мин. была выявлена как по субъективным отзывам пациентов, так и по данным объективного контроля во всех трех группах. Все пациенты были настроены положительно в отношении проведения занятий и постепенного увеличения нагрузок. Пациенты успешно выполняли предлагаемые задания, а их самочувствие не ухудшалось во время и после занятий. В ходе исследования наблюдали за состоянием пациентов и отслеживали основные витальные показатели, такие как ЧСС, АД и сатурация крови кислородом. Все измеряемые показатели в процессе занятий существенно не изменялись, а признаков плохой переносимости физической нагрузки мы не отмечали. Каких-либо серьезных нежелательных явлений в течение срока наблюдения мы не выявляли. Отметим, что субъективное впечатление пациентов, окончивших курс лечения, были положительны.

В табл. 5 мы приводим данные показателей гемодинамики и сатурации крови у пациентов трех групп в процессе выполнения первого - пятого занятий, до, во время и после их окончания. Как можно увидеть в таблице, значительных изменений эти показатели в ходе тренировки не претерпели. У пациентов всех групп показатели статистически значимо не отличались. Отмечено только небольшое увеличение ЧСС у пациентов 1 и 3 группы во время выполнения занятия, но при этом изменения самочувствия отмечено не было. В процессе проведения шестого-десятого занятий показатели существенно не отличались.

Таблица 5.

Результаты измерения САД, ДАД, ЧСС и сатурации крови кислородом у обследованных больных до начала, во время и после окончания первого - пятого занятий

	Группа 1 n=20	Группа 2 n=21	Группа 3 n=28
Систолическое артериальное давление мм рт. ст. до начала занятия	130, 6±8,1 A=0,915 p=0,779	131,1±9,3 p=0,949	132,2±8,3 p=0,203
Систолическое артериальное давление мм рт. ст. во время занятия	139, 9±11,7 A=0,988	141,3±12,2	144,4±11,3
Систолическое артериальное давление мм рт. ст. после занятия	129,1±8,7 A=0,534	130,1±7,4	133,9±9,6
Диастолическо е артериальное давление мм рт. ст. до начала занятия	75,4±10,6 A=0,197 p=0,202	82,8±7,8 p=0,301	80,8±8,0 p=0,202
Диастолическо е артериальное давление мм	80,0±10,9 A=0,722	83,4±4,4	82,5±9,6

рт.ст. во время занятия			
Диастолическое артериальное давление мм рт. ст. после занятия	77,8±7,4 A=0,199	83,2±7,1	82,6±7,7
Число сердечных сокращений уд/мин до начала занятия	82,0±6,2 A=0,377 p=0,202	83,6±7,3 p=0,729	78,4±8,8 p=0,301
Число сердечных сокращений уд/мин во время занятия	87,4±3,8 A=0,564	87,6±8,9	86,2±4,7
Число сердечных сокращений уд/мин после занятия	80,6±4,0 A=0,268	80,0±3,8	78±4,7
Сатурация крови % до начала занятия	94,6±1,7 A=0,727 p=0,135	94,4±2,1 p=0,347	94,0±1,5 p=0,082
Сатурация крови % во время занятия	94,1±1,5 A=0,985	93,6±1,5	93,8±1,7

Сатурация крови % после занятия	93,8±1,2 A=0,06	94,2±0,8	92,8±1,4
---------------------------------------	--------------------	----------	----------

Примечание: A - значение χ^2 для критерия Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп; p - значение p для критерия Фридмана при сравнении показателей до, во время и после занятия

После окончания курса лечения у обследованных пациентов в День 14 мы отметили улучшение двигательной функции нижних конечностей вследствие увеличения устойчивости и способности поддержания вертикальной позы, нарастания силы в паретичных мышцах и качественных и количественных показателей ходьбы как это явствует из данных, приведенных в таблице 6. Повышение тонуса спастического типа, которое было отмечено в начале курса реабилитации, уменьшилось у пациентов первой группы, в то время как у пациентов второй и третьей группы оно существенно не изменилось. Все пациенты отмечали положительные изменения в функциях ходьбы, устойчивости и силе мышц, однако у пациентов из первой группы эти изменения были статистически значимо более ярко выражены.

Таблица 6.

Показатели мышечной силы (по MRC), уровня спастичности (по MAS), равновесия (по BBS), сохранности функции ходьбы (по HAI), скорости ходьбы (по 10MWT) больных 1, 2 и 3 группы после проведения курса лечения и динамика показателей

	Группа 1 n=20		Группа 2 n=21		Группа 3 n=28	
	День 14	Динамика	День 14	Динамика	День 14	Динамика
MRC, Me [Q1,Q3]	4,0 [4,0, 5,0]	1,0 [0,0, 1,0]	4,0 [4,0, 4,0]	0,0 [0,0, 1,0]	4,0 [4,0, 4,0]	0,0 [0,0, 1,0]
P	A = 0,097 E = 0,001	A = 0,034	E = 0,028 B = 0,277	B = 0,028	E = 0,028 C = 0,001 D = 0,528	C = 0,028 D = 0,928
MAS, Me [Q1,Q3]	3,0 [2,0, 4,0]	0,0 [0,0, 0,0]	3,0 [3,0, 4,0]	0,0 [0,0, 0,0]	3,0 [3,0, 3,0]	0,0 [0,0, 0,0]
P	A = 0,545 E = 0,043	A = 0,133	E = 0,068 B = 0,934	B = 1,0	E = 0,109 C = 1,0 D = 1,0	C = 0,021 D = 0,021
BBS, Me [Q1,Q3]	46,0 [44,75, 56,0]	7,5 [5,0, 8,25]	46,0 [44,75, 54,0]	5,0 [4,0, 6,25]	45,6 [45,6, 50,3]	4,6 [4,6, 5,0]
P	A = 0,682 E = 0,002	A = 0,014	E <0,001 B = 0,011	B = 1,0	E <0,001 C = 1,0 D = 1,0	C <0,001 D = 0,687
HAI Me [Q1,Q3]	3,0 [3,0, 4,0]	1,0 [0,0, 1,0]	4,0 [3,75, 4,0]	0,0 [0,0, 1,0]	4,0 [4,0, 4,0]	0,0 [0,0, 0,0]

P	A = 0,103 E = 0,001	A = 0,01	E = 0,18 B = 0,257	B = 0,014	E = 0,068 C = 0,099 D = 1,0	C <0,001 D = 1,0
10MWT M±SD	17,5±4,0	3,7±1,5	19,2±4,8	2,6±0,9	19,3 ±4,6	2,4±1,3
P	A = 0,364 E <0,001	A = 0,025	E <0,001 B = 0,703	B = 0,03	E <0,001 C = 0,624 D = 1,0	C = 0,007 D = 1,0

Примечание:

A - Значение p для критерия Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп.

B - Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 2 групп.

C - Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 3 групп.

D - Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 2 и 3 групп.

E - Значение p для критерия Вилкоксона до и после курса лечения.

Как показывают данные, приведенные в табл. 6, после проведенного курса лечения у пациентов 1, 2 и 3 групп было получено существенное улучшение клинικοметрических показателей, однако степень выраженности положительной динамики по разным показателям была различной. В первую очередь отметим, что, хотя имелся разброс показателей, но критерий Краскела-Уоллиса не продемонстрировал статистически значимых отличий в показателях пациентов 1, 2 и 3 групп. Но при оценке динамики показателей отмечено статистически значимое различие в трех группах по показателям нарастания мышечной силы в паретичных конечностях (рис. 2), увеличению устойчивости (рис. 3, 4), качественным и скоростным показателям ходьбы

(рис. 5, 6, 7). При этом различие было достигнуто в результате большего, чем в двух других группах, увеличения показателей силы, устойчивости и ходьбы у пациентов 1 группы.

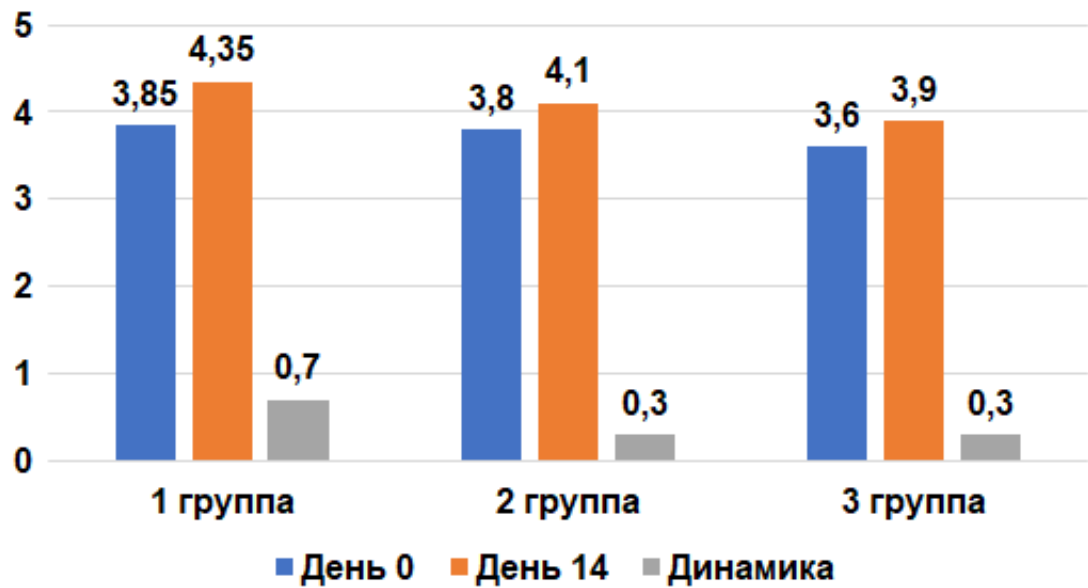


Рис. 2. Оценка силы мышц ноги на стороне пареза и динамика показателя до и после курса лечения (здесь и далее данные приведены в количественном выражении для наглядности)

На рис. 2 продемонстрировано наибольшее нарастание силы в мышцах паретичных конечностей у пациентов, получавших в комплексе лечения занятия с экзоскелетом.

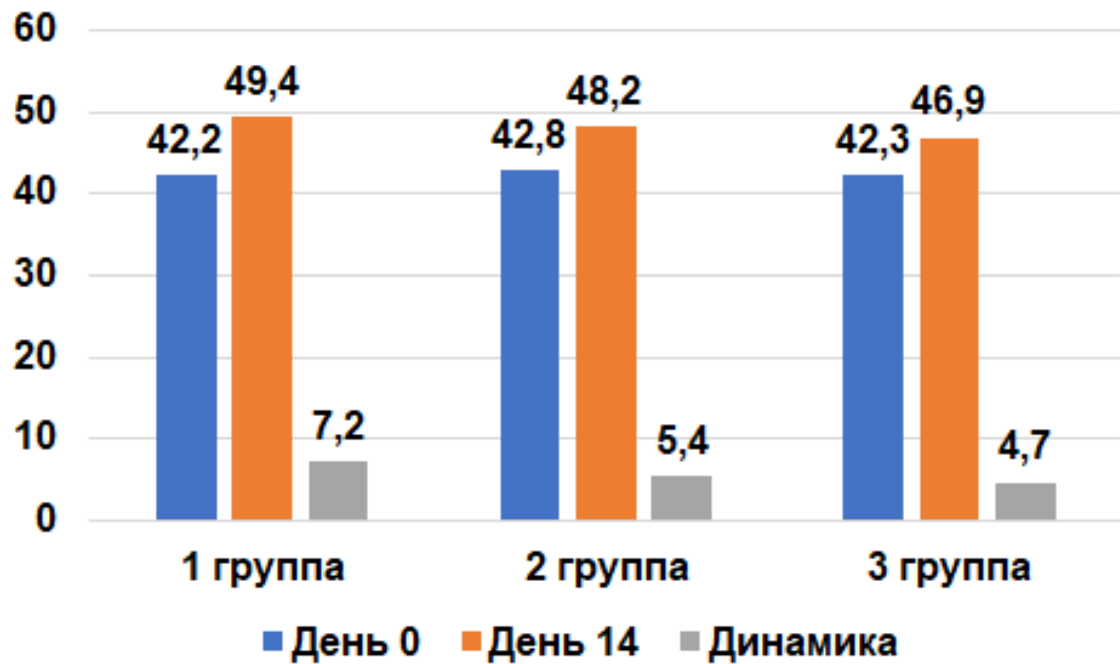


Рис. 3. Показатели постуральной устойчивости и динамика показателя (в баллах) по результатам оценки по шкале баланса Берга до и после курса лечения

Как видно на рис. 3, если до начала лечения показатели были примерно одинаковы, то после окончания курса наибольшее увеличение устойчивости было отмечено у пациентов 1 группы, получавших в комплексе лечения занятия с использованием экзоскелета.

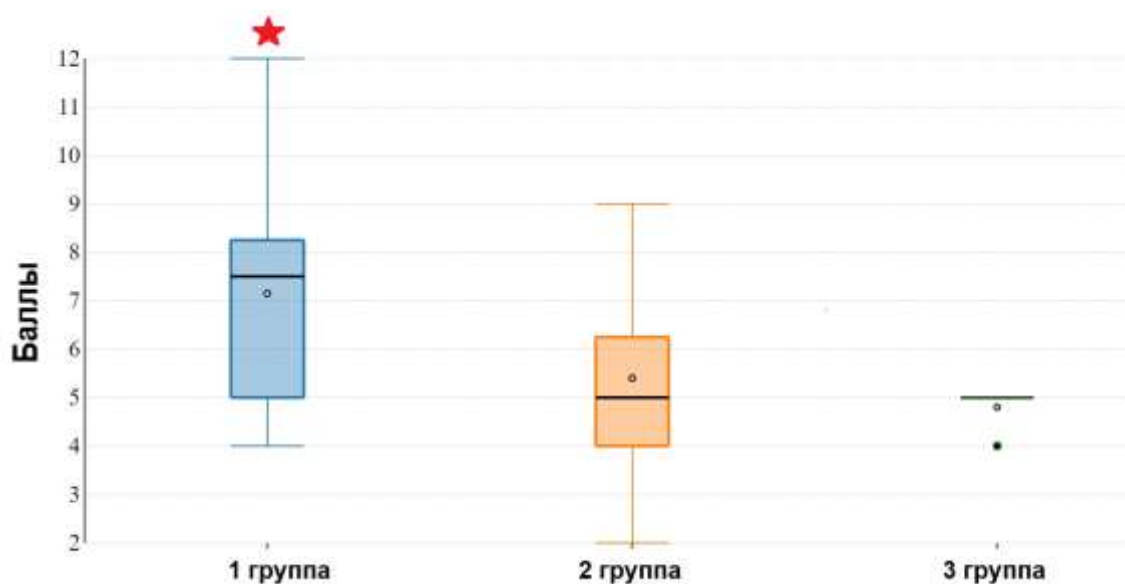


Рис. 4. Динамика индекса баланса Берга у пациентов 1, 2 и 3 групп, * - $p=0,011$ между 1 и 2 группами, $p<0,001$ между 1 и 3 группами. Здесь и далее в графиках «box-plot»: о – среднее, — - медиана, □ – 25%75%, I – min-max, * - $p<0,017$ (с поправкой Бонферрони)

На рис. 4 динамика этого показателя представлена в виде «box-plot», у пациентов 1 группы наблюдалась наиболее выраженная динамика постуральной устойчивости после курса лечения. Отметим, что наибольший прогресс у них составлял 12 баллов, у пациентов 2 группы – 9 баллов, в то время как в 3 группе у пациентов динамика составляла не более 5 баллов.

Особое внимание в исследовании было уделено оценке функции ходьбы. Проведение двухнедельного курса реабилитации с дополнительным включением в программу 10 занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет привело к значимому улучшению двигательной активности. Улучшение функции ходьбы по индексу Хаузера установлено в 15 случаях (75%) в 1 группе, при этом нарушения походки к концу курса были незначительными и почти незаметными. Тест с определением скорости ходьбы на дистанции 10 метров также подтвердил эффективность реабилитации на экзоскелете. В среднем в 1 группе 10-метровая дистанция стала преодолеваться на 18% (почти 4 секунды)

быстрее, сократившись с 22 секунд в День 0 до 18 секунд в День 14 ($p < 0001$). Скорость ходьбы пациентов 2 и 3 группы также увеличилась, но это улучшение было менее выражено.

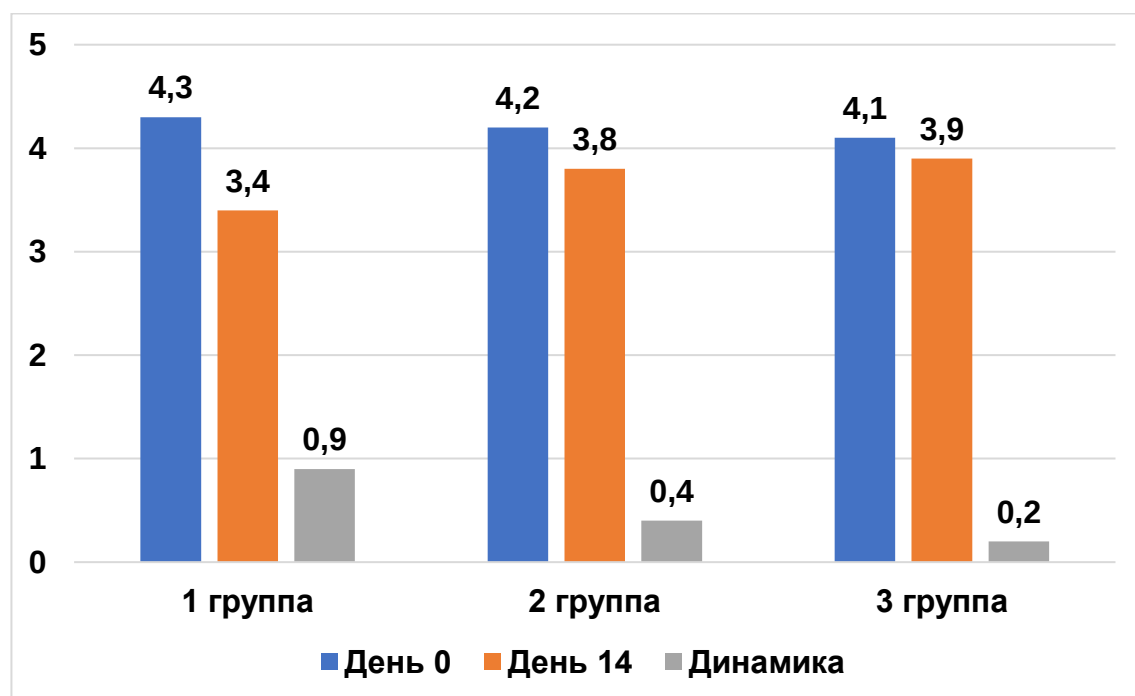


Рис. 5. Показатели качества ходьбы (в баллах) до и после курса восстановительного лечения, динамика показателя по данным индекса Хаузера

Наиболее выраженное увеличение качества ходьбы продемонстрировали пациенты 2 группы, возможно вследствие того, что роботизированный экзоскелет навязывал во время занятий правильный паттерн ходьбы.

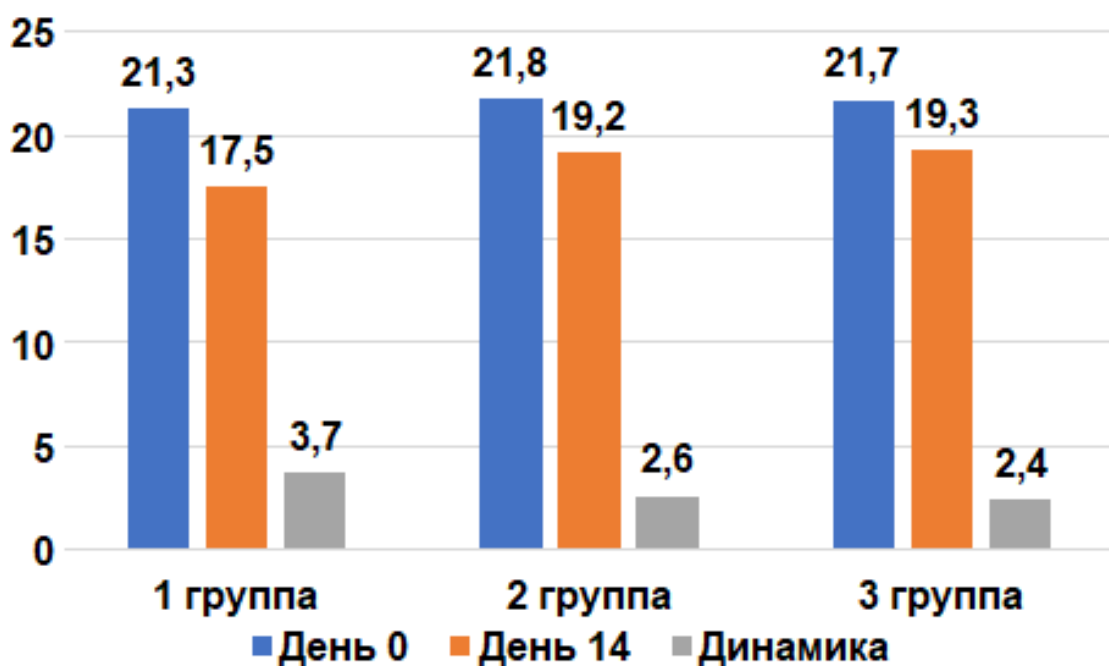


Рис. 6. Показатели скорости ходьбы (в секундах) до и после курса восстановительного лечения, динамика показателя по данным десятиметрового теста ходьбы

На рис. 6 показано наибольшее нарастание скорости ходьбы у пациентов 1 группы, в то время как во 2 и 3 группах динамика была приблизительно одинакова.

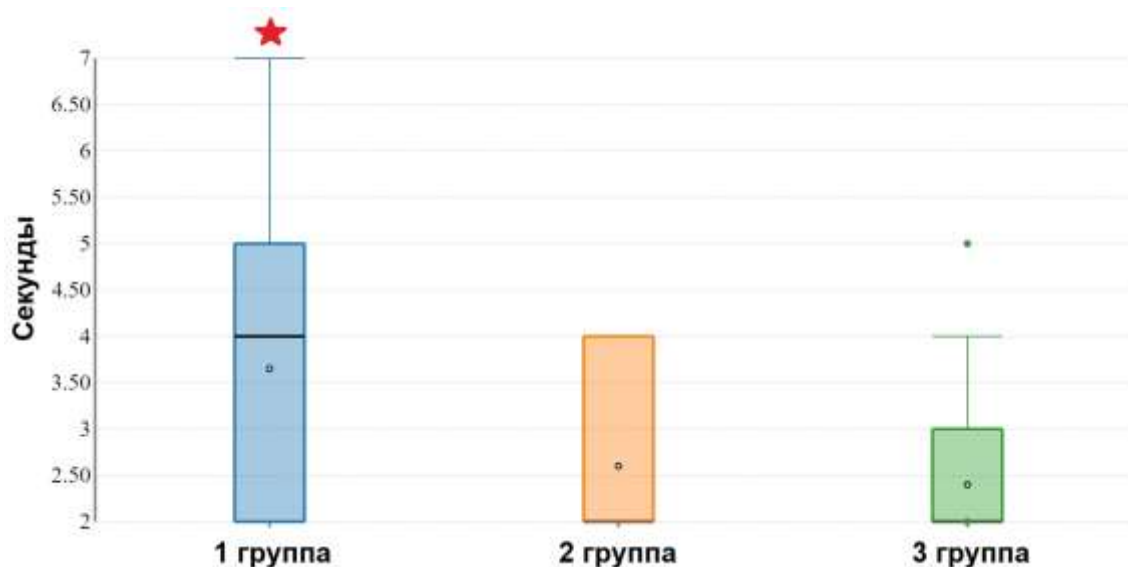


Рис. 7. Динамика скорости ходьбы у пациентов 1, 2 и 3 групп, * - $p=0,007$ между 1 и 3 группами.

На рис. 7 продемонстрирована динамика сокращения срока прохождения дистанции 10 метров, при этом наибольшее нарастание скорости

ходьбы отмечено у больных 1 группы, при этом снижение времени на преодоление десятиметровой дистанции у них достигало 7 секунд, в то время как во 2 и 3 группах – 4 секунды.

Для изучения степени инвалидизации и способности обходиться без помощи окружающих до и после курса лечения использовали показатели МШР и ИБ (табл. 7). В результате было отмечено существенное расширение возможностей пациентов к самообслуживанию, повышение повседневной активности у пациентов всех трех групп при сравнении показателей до и после проведенного лечения в отношении повседневной активности, измеренной по ИБ, причем статистически значимые сдвиги по этим критериям были выявлены только у пациентов 1 группы. Отметим, что по результатам проверки критерия Краскела-Уоллиса отличия между группами были незначимы.

Таблица 7.

Показатели оценки инвалидизации и независимости (по МШР), активности повседневной жизни (по ИБ) больных в основной, контрольной и группе сравнения и динамика показателей до и после проведения реабилитации.

	1 группа		2 группа		3 группа	
	День 14	Динамика	День 14	Динамика	День 14	Динамика
МШР, Ме [Q1Q3]	2,0 [2,0, 3,0]	0,0 [0,0, 1,0]	3,0 [2,75, 3,0]	0,0 [0,0, 0,0]	3,0 [3,0; 3,0]	0,0 [0,0; 0,0]
Р	A = 0,106 E = 0,008	A = 0,161	E = 0,18 B = 0,141	B = 0,025	E = 0,11 C = 0,141 D = 1,0	C = 0,067 D = 1,0
ИБ, Ме [Q1Q3]	89,5 [75,0, 100,0] A=0,455	5,0 [5,0, 9,5] A=0,151	82,5 [75,0, 95,7]	5,0 [4,0, 7,5]	82,5[75,0; 95,7]	5,0[4,0; 7,5]
Р	A = 0,455 E <0,001	A = 0,151	E =0,03 B = 0,223	B = 1,0	E <0,001 C =1,0 D = 0,554	C =0,322 D = 0,857

Примечание:

A =Значение p для критерия Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп.

B = Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 2 групп.

C =Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 3 групп.

D = Значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 2 и 3 групп.

E = Значение p для критерия Вилкоксона при сравнении показателей до и после курса реабилитации.

Для иллюстрации эффективности терапии с включением роботизированных устройств приводим следующий клинический пример.

Клинический пример 1.

Пациентка Г., 62 года поступила в неврологическое отделение ГБУЗ МО МОНИКИ для проведения курса восстановительного лечения через 2 месяца после инсульта, с диагнозом: РВП ИИ от 10.05.2019 г в бассейне левой СМА. Правосторонний гемипарез с повышением тонуса по спастическому типу и умеренным нарушением двигательной функции. Сопутствующий диагноз: Хроническая ишемия головного мозга. Гипертоническая болезнь 3 ст., ИБС, диффузный кардиосклероз. Сахарный диабет 2 типа, компенсированный.

Жалобы на слабость в правых конечностях, затрудненную ходьбу.

Анамнез заболевания. Считает себя больной с 10.05.2019г, когда днем почувствовала дискомфорт, слабость в правой половине тела. После короткого отдыха произошел эпизод упускания мочи. Родственники отметили опущение уголка рта, нарушение речи (шепелявила). Вечером того же дня была госпитализирована БПНЦ РАН г. Пущино, где был диагностирован ИИ в бассейне левой СМА. Направлена в КДО, госпитализирован в неврологическое отделение МОНИКИ для реабилитационных мероприятий.

Общий статус: Общее состояние относительно удовлетворительное. Гиперстеническое телосложение. Рост 160см. Вес 80 кг. Кожные покровы не изменены, видимые слизистые чистые, лимфоузлы не увеличены. По органам без особенностей. АД - 120/80 мм рт. ст. ЧСС – 72 удара в мин.

Неврологический статус: Сознание ясное. Общемозговых и менингеальных симптомов нет. Обоняние не нарушено. Глазные щели D=S. Движения глазных яблок не ограничены во всех направлениях, безболезненные. Зрачки правильной формы, D=S. Фотореакции прямая и содружественная живые, OD=OS. Конвергенция не нарушена. Реакция зрачков при конвергенции с аккомодацией также сохранена. Нистагм отсутствует. При пальпации точек выхода тройничного нерва болезненность отсутствует. Чувствительные расстройства на лице не выявлены, вкус: сохранен. Лицо асимметричное вследствие опущения угла рта и сглаженности правой носогубной складки. Слух: громкая речь 10 м, шепотная речь 5 м.

Вестибулярных нарушений не выявлено. Функция мышц, иннервируемых 9, 10 и 11 парами черепных нервов, не нарушена. Язык при высовывании не отклоняется. Двигательная система: пассивные движения в конечностях не ограничены, объем активных движений снижен справа. Правосторонний гемипарез до 4,0 б. Мышечный тонус справа повышен по пирамидному типу. Гипотрофий мышц не выявлено. Повышены сухожильные и периостальные рефлексы с рук справа, рефлексогенные зоны расширены. Коленные рефлексы оживлены, $D \geq S$, с расширением рефлексогенных зон справа, ахилловы рефлексы равномерно оживлены. Брюшные рефлексы - abs. Патологических стопных знаков не обнаружено. При проверке пальценосовой пробы нарушений не отмечено, при проверке пяточно-коленной пробы – хуже выполняет правой ногой. В позе Ромберга неустойчива, легкая атаксия. Походка изменена по типу гемипаретической. Нарушений поверхностной и глубокой чувствительности не обнаружено. Вегетативная нервная система не изменена. Психический статус не изменен. Патологии высших корковых функций не отмечено.

Данные лабораторно-инструментальных исследований - в пределах нормальных значений.

На обзорной рентгенограмме органов грудной клетки без патологии.

ЭЭГ. Заключение: выявляются диффузные изменения - нерегулярность альфа-ритма, снижение средней частоты альфа-ритма, нарушение зонального распределения корковой ритмики, доминирует медленноволновая активность. Явления межполушарной асимметрии за счет угнетения основного ритма слева.

Терапевт. Заключение: Гипертоническая болезнь 3 ст. Скорректирована гипотензивная терапия.

Кардиолог. Заключение: ИБС. Кардиосклероз.

Эндокринолог. Заключение: Сахарный диабет 2 типа, компенсированный.

КТ-картина соответствует постишемическим изменениям в бассейне передней корковой ветви левой СМА (рис. 8).

ЭКГ. Ритм синусовый, ЧСС 61–66 уд в мин. Признаки неполной блокады правой ножки пучка Гиса. Горизонтальное направление ЭОС на вдохе становится нормальным.

УЗИ БЦА. Заключение: Нестенозирующий атеросклероз.

Консультация логопеда: Афферентно-моторная афазия средней степени тяжести. Доступна ситуативная беседа.



Рис. 8. Данные РКТ пациентки Г. В корково-подкорковых областях левой лобной доли отмечается гиподенсивный участок в области кровоснабжения передней ветви СМА

Лечение: Диета стол №9. Табл. Периндоприл 8мг 1р/сут утром в 8:00, Табл. Бисопролол 10мг по ½ 2р/сут внутрь в 9:00 и 18:00, Гептор 800мг 2 р/сут, Розувостатин 10мг/сут, Тромбо-АСС 100 мг/сут, Метформин 500 мг 1 р/сут,

Амитриптилин 25мг 1 р/сут, в 22:00, Церкард 2,0 в/м , занятия на экзоскелете (10 ежедневных тренировок), ЛФК, массаж.

Пациентка Г. проходила 10 тренировок по 5 дней в неделю в течение 2 недель с помощью экзоскелета ЭкзоАтлет. В течение курса лечения пациентка была настроена положительно, спокойно переносила нагрузки при проведении тренировок в течении 20–40 мин. Состояние в процессе процедуры не ухудшалось, ЧСС, АД, сатурация крови кислородом были в пределах нормы.

Для оценки результатов лечения в динамике, до и в конце курса лечения пациентке был проведен клинимоетрический анализ двигательной функции (табл. 8).

Таблица 8. Клинимоетрические показатели пациентки Г до и после окончания курса восстановительного лечения с включением занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет

Параметры	День 0	День 14	Динамика
MRC, баллы	4	5	1
MAS, баллы	2	2	0
BBS, баллы	46	52	6
NAI, баллы	3	2	1
10MWT, сек.	21	18	3
ИБ, баллы	75	85	10
МШР, баллы	3	2	1

Как видно из приведенных в табл. 8 данных, у пациентки Г к концу курса лечения отмечен прогресс двигательной функции ноги преимущественно в результате восстановления движения в проксимальных и дистальных отделах

ноги: нарастание силы паретичных мышц по шкале MRC, повышение устойчивости по шкале BBS, увеличение скорости ходьбы при пробе 10MWT, улучшение паттерна ходьбы по шкале HAI. У пациентки после проведенного лечения отмечено восстановление физиологических синкинезий, существенно возросли скорости движений в коленном и голеностопном суставах паретичной ноги. Значительно снизилась зависимость от посторонней помощи и повысилась повседневная активность.

Представленный клинический пример иллюстрирует комплексное воздействие курса восстановительного лечения с включением занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет на регресс двигательных нарушений и улучшение активности и самообслуживания больных.

3.2. Стабилографическое исследование постуральной устойчивости у обследованных больных в процессе курса восстановительного лечения

Наиболее заметным неврологическим дефектом, обусловленным ИИ, является нарушение двигательной функции, проявляющееся в нарушении или ограничении произвольных движений и свободы передвижения, при этом контралатеральный инфаркту мозга гемипарез выявляется примерно у 80% пациентов [178]. До 2/3 выживших после инсульта пациентов имеют дефицит передвижения в остром периоде, но и спустя шесть месяцев после инсульта более 30% из них неспособны самостоятельно ходить [77]. Немаловажным фактором, нарушающим функцию ходьбы, является утрата постуральной устойчивости. Отмечено, что у 70% пациентов, перенесших инсульт, в течение года имелись эпизоды падений [57]. Вследствие односторонней мышечной слабости возникают нарушения равновесия и координации движений в результате неравномерного распределения массы тела, расстройств глубокой и поверхностной чувствительности, постинсультной спастичности, повышенного мышечного тонуса и страха падений [54, 93]. Мышечная слабость в сочетании со спастичностью и нарушением правильной реципрокной иннервации ведут к невозможности осуществления

автоматизированного паттерна ходьбы и нарушению баланса, что значительно ограничивает физическую активность больных, ограничивает повседневную активность [110, 171].

Для объективизации состояния постуральной устойчивости пациентам до и после окончания курса лечения проводили стабилметрическое исследование.

Таблица 9. Результаты стабилметрического обследования у пациентов 1, 2 и 3 группы до начала курса занятий

Показатель статокинезиограмм ы	Проба	1 группа	2 группа	3 группа	Значение критерия Краскела -Уоллиса
L	ГО	496,6±108,7	522,6±60,3	520,5±73,3	0,18
S	ГО	403,6±187,0	296,9±55,3	374,6±147,9	0,226
Ei	ГО	10,2±7,4	10,5±3,6	9,33±4,4	0,526
L	ГЗ	612,0±169,2	718,8±123,9	757,6±256,1	0,054
S	ГЗ	317,8±124,8	393,1±128,8	385,0±170,4	0,335
Ei	ГЗ	15,1±5,4	16,6±3,9	18,9±5,0	0,051

Примечание: L - длина статокинезиограммы (мм), S – площадь статокинезиограммы (мм²), Ei - индекс энергозатрат (Дж), ГО – глаза открыты, ГЗ – глаза закрыты

При выполнении пробы Ромберга с открытыми и закрытыми глазами на стабиллоплатформе при первичном исследовании в День 0 статистически значимых различий показателей не было обнаружено (табл. 9).

Повторное обследование проводили после завершения курса лечения (День 14). Результаты представлены в табл. 10.

Таблица 10.

Результаты стабилметрического обследования у пациентов 1, 2 и 3 группы после окончания курса занятий

Показатель статокинезиограмм ы	Проба	1 группа	2 группа	3 группа	Значение критерия Краскела -Уоллиса
L	ГО	343,0±82,7 p <0,001	430,7±63,1 p <0,001	500,0±90,3 p=0,314	<0,001
S	ГО	175,1±55,1 p <0,001	186,9±33,0 p <0,001	287,5±77,9 p=0,004	<0,001
Ei	ГО	4,1±2,1 p <0,001	7,5±2,8 p <0,001	8,3±3, p=0,024	<0,001
L	ГЗ	453,3±168,8 p <0,001	536,0±195,4 p=0,002	616,5±207,5 p <0,001	<0,001
S	ГЗ	184,7±75,4 p <0,001	233,4±44,6 p <0,001	296,2±108,4 p=0,01	0,008
Ei	ГЗ	7,8±4,5 p <0,001	9,6±1,2 p <0,001	13,5±5,2 p <0,001	<0,001

Примечание: L - длина статокинезиограммы (мм), S – площадь статокинезиограммы (мм²), Ei - индекс энергозатрат (Дж), ГО – глаза открыты, ГЗ – глаза закрыты, p - значение p для критерия Вилкоксона при сравнении данных до и после курса лечения

В таблице 11 представлены данные пациентов всех трех групп, при этом было выявлено существенное улучшение показателей постральной устойчивости при проведении пробы Ромберга на стабилплатформе как с открытыми, так и закрытыми глазами за исключением одного параметра – длины статокинезиограммы у пациентов 3 группы при пробе с открытыми глазами, причем все остальные показатели у пациентов этой группы статистически значимо улучшились. Отметим, что если до начала занятий по данным критерия Краскела-Уоллиса в показателях статокинезиограммы не

было отмечено существенной разницы, то после курса восстановительного лечения было обнаружено статистически значимое отличие при пробе с открытыми глазами вследствие существенно большей динамики показателей у пациентов, получавших терапию с использованием экзоскелета и активно-пассивного педального тренажера (табл. 11).

Таблица 11. Динамика показателей статокинезиограммы у пациентов 1, 2 и 3 группы

Показатель статокинезиограмм ы	Проб а	1 группа	2 группа	3 группа	Значение p
L	ГО	153,7±52,7	91,9±22,0	20,5±92,9	p1-2 =0,009 p1-3 <0,001 p2-3=0,002
S	ГО	228,5±140,0	110,05±53,4	87,1±109,4	p1-2=0,003 p1-3=0,003 p2-3=1,0
Ei	ГО	6,2±6,1	3,0±2,4	1,1±1,8	p1-2=0,04 p1-3 <0,001 p2-3=0,376
L	ГЗ	158,8±99,7	182,8±185,1	141,1±95,2	p1-2=1,0 p1-3=1,0 p2-3=0,979
S	ГЗ	133,2±147,3	159,7±88,0	88,8±97,5	p1-2=0,764 p1-3=0,473 p2-3=0,154
Ei	ГЗ	7,33±5,0	7,0±3,0	5,3±4,6	p1-2=1,0 p1-3=0,438 p2-3=0,65

Примечание: L - длина статокинезиограммы (мм), S – площадь статокинезиограммы (мм²), Ei - индекс энергозатрат (Дж), ГО – глаза открыты, ГЗ – глаза закрыты, p1-2 - значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 2 группы, p1-3 - значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 1 и 3 группы, p2-3 - значение p для критерия Манна-Уитни с поправкой Бонферрони при сравнении показателей 2 и 3 группы,

В пробе с открытыми глазами пациенты 1 группы продемонстрировали лучшую, чем пациенты 2 и 3 групп динамику сокращения длины и площади статокинезиограммы (рис. 9, 10). Следует отметить значительное снижение энергозатрат для поддержания центра тяжести у пациентов 1 группы (рис. 11). При пробе с закрытыми глазами была отмечена тенденция к преобладанию динамических сдвигов показателей стабилотографии у пациентов 1 и 2 групп, однако полученные данные были статистически не значимы, вероятно, вследствие большого разброса показателей у отдельных пациентов.

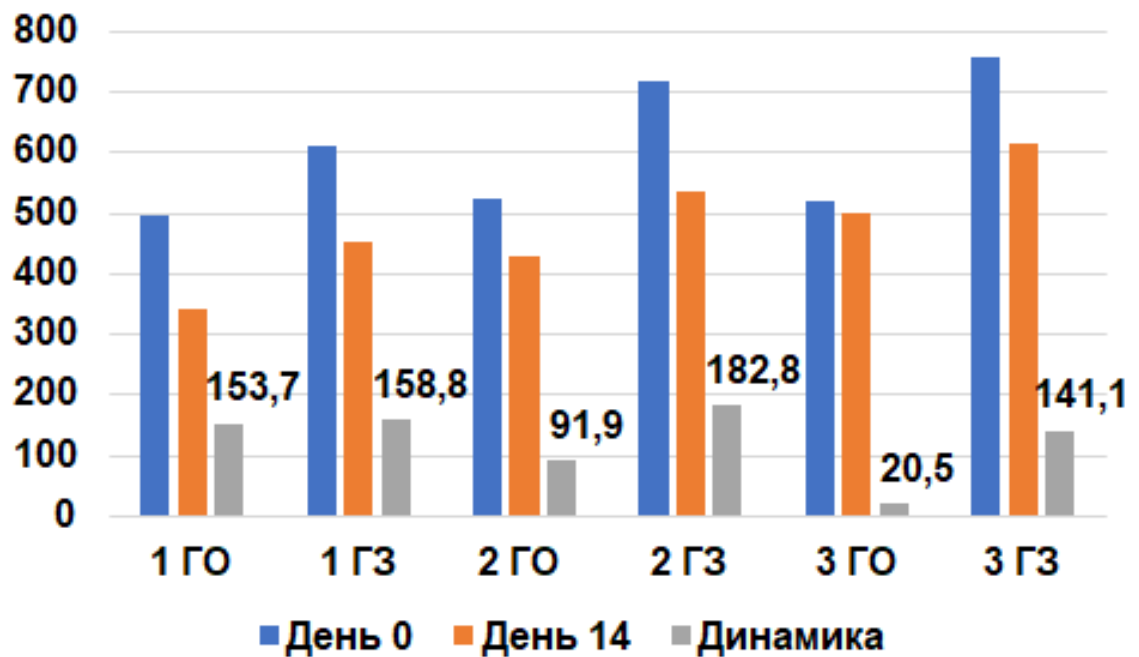


Рис. 9. Показатели длины статокинезиограммы (в мм) при пробе с открытыми (ОГ) и закрытыми глазами (ГЗ) у пациентов до и после окончания курса лечения и динамика показателя

Как видно на рис. 9, у пациентов всех групп происходило снижение расстояния, которое проходила проекция центра тяжести тела на поверхность стабилотформы. Наиболее выраженными изменения были у пациентов 1 группы, в то время как у пациентов 3 группы они были незначительными.

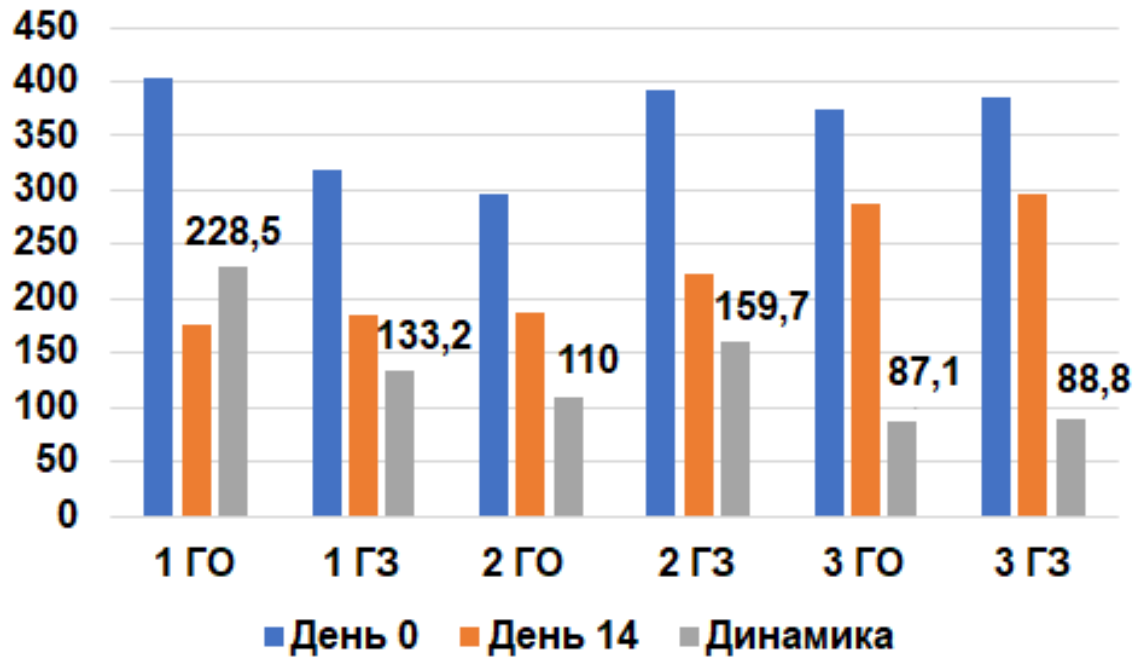


Рис. 10. Показатели площади статокинезиограммы (в мм²) при пробе с открытыми (ГО) и закрытыми глазами (ГЗ) у пациентов до и после окончания курса лечения и динамика показателя

Площадь статокинезиограммы является важным показателем сохранения постуральной устойчивости. Наиболее выраженное уменьшение площади статокинезиограммы было обнаружено у пациентов 1 группы.

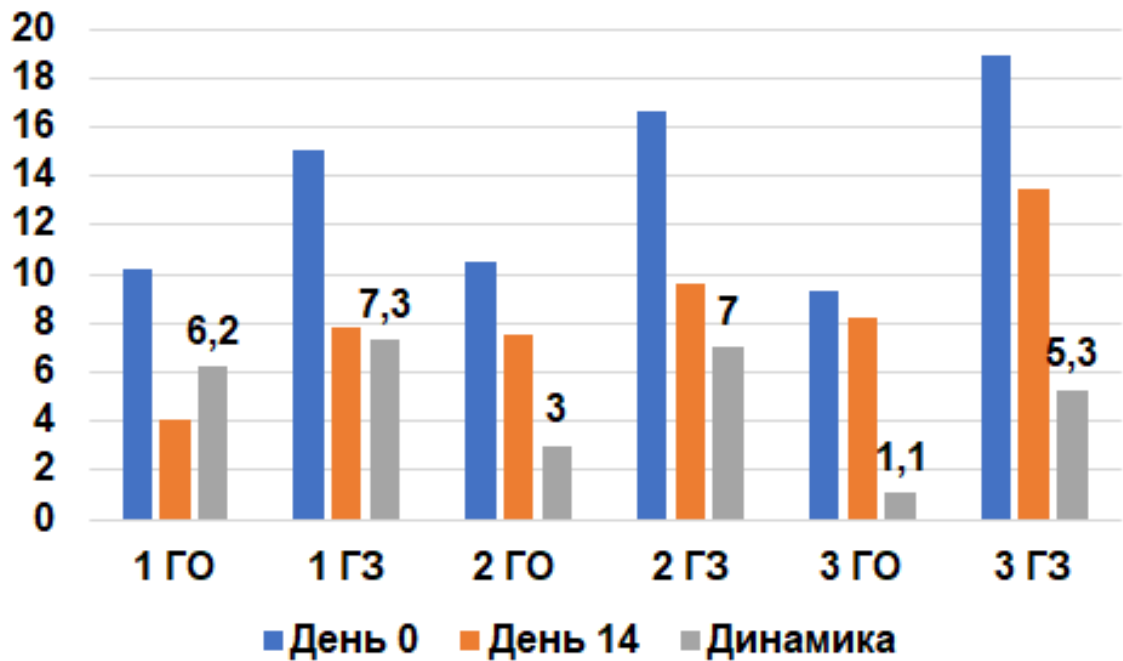


Рис. 11. Показатели индекс энергозатрат на поддержание вертикальной позы (в Дж) при пробе с открытыми (ОГ) и закрытыми глазами (ГЗ) у пациентов до и после окончания курса лечения и динамика показателя

Энергозатраты на поддержание вертикальной позы существенно снизились у пациентов 1, в меньшей степени 2 группы. Отметим, что больше снижались энергозатраты на поддержание позы в положении с закрытыми глазами, что имеет существенное значение при восстановлении функции ходьбы.

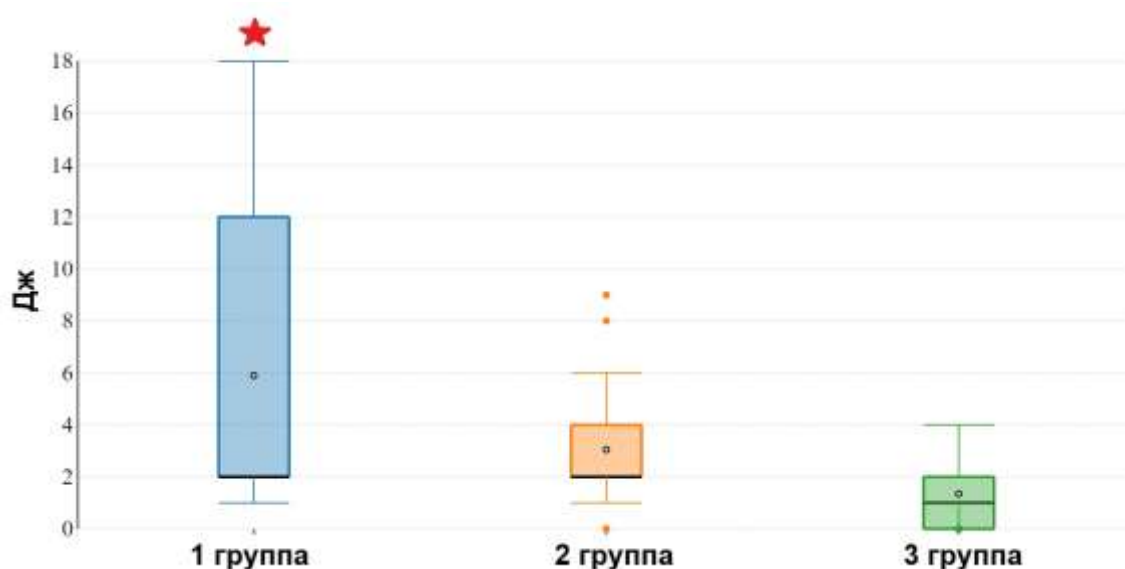


Рис. 12. Динамика снижения энергозатрат на поддержание вертикальной позы у пациентов 1, 2 и 3 групп, * - $p < 0,001$ между 1 и 3 группами.

На рис. 12 представлена динамика снижения энергозатрат при поддержании вертикальной позы у пациентов с открытыми глазами. Как видно на представленном графике наибольшее снижение отмечено у пациентов 1 группы, в то время как статистически значимого различия у пациентов 2 и 3 групп не обнаружено.

Таким образом, в результате стабилметрического обследования пациентов 1, 2 и 3 группы в динамике было обнаружено, что у всех пациентов были получено существенное улучшение показателей постральной устойчивости, что коррелировало с улучшением показателей баланса по ВВІ, и, несомненно, способствовало улучшению функции ходьбы. При этом наиболее выраженные положительные сдвиги были обнаружены у пациентов, получавших восстановительное лечение с включением роботизированных устройств.

Для иллюстрации воздействия курса терапии с применением роботизированных устройств на показатели постральной устойчивости приводим следующий клинический пример.

Клинический пример 2.

Пациент Д. 58 лет поступил в неврологическое отделение ГБУЗ МО МОНИКИ для проведения курса лечения на тридцатый день после ИИ с диагнозом: ИИ в бассейне левой СМА от 04.09.2019 г, лакунарный подтип, с развитием подкоркового инфаркта в базальных ганглиях слева. Правосторонний гемипарез с умеренным нарушением функции движения. Сопутствующий диагноз: Гипертоническая болезнь 3ст. Жалобы при поступлении на слабость и онемение в правых конечностях, шаткость и затрудненную походку.

Анамнез заболевания: заболел остро утром 04.09.19г, когда после сна обнаружил слабость в правых конечностях. За медицинской помощью обратился по месту работы, 05.09.19 г направлен в ПСО Луховицкой ЦРБ, госпитализирован в экстренном порядке для дообследования и лечения. Проходил курс лечения в неврологическом отделении для больных с ОНМК Первичного сосудистого отделения Луховицкой ЦРБ с 05.09.19 г по 26.09.19 г с диагнозом: ИИ в бассейне левой СМА от 04.09.19 г, лакунарный подтип, с развитием подкоркового инфаркта в базальных ганглиях слева, на фоне гипертонической болезни и атеросклероза с преимущественным поражением прецеребральных и церебральных артерий с умеренным правосторонним гемипарезом.

Соматический статус: общее состояние относительно удовлетворительное. Конституция нормостеническая. Рост 174 см. Вес-91 кг. ИМТ –30 кг/м². Кожные и слизистые чистые, обычной окраски. По органам без патологии, ЧСС - 76 в мин, АД 140/90 мм рт. ст.

Неврологический статус. Сознание ясное. Контакт доступен. Адекватен. Ориентирован во времени и пространстве. Общемозговых и менингеальных симптомов не выявлено. Движения глазных яблок не ограничены, безболезненны. Зрачки округлой формы, D=S, фотореакции: прямая и содружественная живые, равномерные. Конвергенция ослаблена с 2-х сторон. Нистагма нет. Жевательные мышцы в норме. Асимметрии лица не

выявлено. Фонация и глотание не нарушены. Язык по средней линии. Легкая асимметрия носогубных складок. Правосторонний гемипарез до 3,5 в проксимальных отделах, до 3,0 б в дистальных отделах. Мышечный тонус в правых конечностях повышен по спастическому типу. Сухожильные и периостальные рефлексy с рук высокие, справа выше, коленные рефлексy высокие, справа выше, ахилловы – равномерные, снижены. Патологические рефлексy отсутствуют. Координаторные пробы: пальценосовую и коленно-пяточную пробы выполняет с промахиванием справа. В позе Ромберга не может стоять без опоры. Высшие корковые функции сохранены. Функции тазовых органов не нарушены.

Данные общего анализа крови, общего анализа мочи, биохимического анализа крови, коагулограммы, ЭКГ без особенностей.

На рентгенограмме органов грудной клетки без патологии.

РКТ головного мозга (рис. 13): выявлен гиподенсивный очаг в области кровоснабжения лентикулостриарных ветвей левой СМА.



Рис 13. Данные нейровизуализации пациента Д.

Пациент Д проходил 10 тренировок по 5 дней в неделю в течение 2 недель с помощью экзоскелета ЭкзоАтлет. Пациент был позитивно настроен, спокойно переносил нагрузки при проведении тренировок в течении 20-40 мин. Состояние в процессе процедуры не ухудшалось, ЧСС, АД, сатурация крови кислородом были в пределах нормы.

При повторном осмотре клинически у пациента наблюдалась положительная динамика: отмечено увеличение силы в паретичных мышцах нижней конечности, уменьшалась анизорефлексия, выраженность нарушения равновесия, стал лучше выполнять координаторные пробы, более устойчив в позе Ромберга. Отмечено улучшение и клиникметрических показателей (табл. 12).

Таблица 12.

Клиникометрические показатели пациента Д до и после окончания курса восстановительного лечения с включением занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет

Параметры	День 0	День 14	Динамика
MRC, баллы	3	4	1
MAS, баллы	2	2	0
BBS, баллы	37	44	7
NAI, баллы	3	2	1
10MWT, сек.	23	19	4
ИБ, баллы	70	80	10
МШР, баллы	3	2	1

С целью объективно оценить состояние постуральной устойчивости до начала и после проведенного курса лечения пациенту было проведено стабилметрическое исследование (табл. 13).

Таблица 13.

Показатели статокинезиограммы пациента Д до и после окончания курса лечения

Показатель статокинезиограммы	Проба	День 0	День 14
L мм	ГО	506	376
S мм ²	ГО	657	235
Ei Дж	ГО	16,0	3,6
L мм	ГЗ	507	348
S мм ²	ГЗ	258	242
Ei Дж	ГЗ	12,5	6,1

Как видно из данных, приведенных в табл. 13, после окончания курса лечения были отмечены заметные сдвиги статокинезиограммы – снижение длины, уменьшение площади и значительное снижение расхода энергии для поддержания центра тяжести при пробе с открытыми глазами. При пробе с закрытыми глазами также выявлены положительные сдвиги после курса лечения.

В представленном клиническом примере мы проиллюстрировали воздействие терапии с включением занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет не только в отношении восстановления силы мышц нижней конечности, улучшение паттерна и скорости ходьбы, но и воздействие на показатели поструральной устойчивости.

Результаты представленного исследования показали, что использование роботизированной механотерапии в ранней реабилитации после инсульта приводило к улучшению способности поддержания вертикальной позы, увеличению силы паретичных мышц, возрастанию скорости ходьбы, а также к увеличению повседневной активности и независимости от помощи

окружающих. При этом положительные изменения были замечены как при использовании экзоскелета и педального тренажера, так и при стандартном объеме восстановительного лечения. Однако, у пациентов, которые проходили реабилитацию с помощью экзоскелета, были выявлены более значительные положительные изменения в виде нарастания мышечной силы, повышения уровня баланса, улучшения качества и повышения скорости ходьбы. Это позволяет сделать вывод, что использование экзоскелета для нижних конечностей может привести к более выраженным положительным изменениям не только в функции ходьбы, но и в общей дееспособности в течение адекватного временного промежутка. В исследовании участвовали пациенты, которые проходили реабилитацию в РВП после инсульта, что, по мнению исследователей, способствовало наибольшему достижению положительных результатов. В большинстве предыдущих клинических исследований анализировались результаты лечения пациентов в позднем восстановительном периоде ИИ, тогда как в РВП ИИ результаты восстановления нарушенных функций были лучше.

3.3. Срок начала курса восстановительного лечения после инсульта и уровень восстановления нарушенных функций в РВП ИИ

На втором этапе исследования мы постарались ответить на вопрос: насколько срок начала курса восстановительного лечения повлияет на его результаты, когда предпочтительней начинать такой курс?

Поскольку обследованные нами пациенты поступали для проведения курса восстановительного лечения в сроки от 30 до 180 суток после перенесенного ИИ, мы провели сравнение эффективности курса, проводимого пациентам в течение первых 1–3 месяцев и последующих 4–6 месяцев после ИИ. Поскольку ранее была продемонстрирована эффективность применения как роботизированных методик, так и стандартной терапии, но с преимуществом первых, то все пациенты 1, 2 и 3 групп были объединены, а

затем их разделили в зависимости от времени начала курса восстановительного лечения в первом или втором триместрах РВП ИИ.

На этапе заболевания, предшествующем курсу стационарного восстановительного лечения в нашем лечебном учреждении, пациенты обеих групп проходили раннюю реабилитацию первого этапа реабилитационных мероприятий в тех сосудистых отделениях для больных с инсультом, в которые они были госпитализированы с острой симптоматикой ИИ. Далее они получали помощь на амбулаторно-поликлиническом уровне в ЛПУ по месту жительства. В зависимости от срока, прошедшего после развития симптоматики ИИ, всех пациентов разделили на две группы: «1-3» и «4-6». При этом в группу «1-3» вошли 36 пациентов, которые поступили в отделение не позднее 3 месяцев от момента развития ИИ, а 33 пациента - в группу «4-6», у них этот срок составил более 3, но менее 6 месяцев.

До начала курса лечения с использованием различных схем реабилитации у пациентов групп 1-3 и 4-6 не было отмечено статистически значимых отличий по возрасту, силе мышц паретичных конечностей, степени нарушения функции ходьбы, показателям устойчивости и уровню независимости. Но тонус мышц у пациентов группы 4-6 только один показатель, мышечный тонус, был незначимо выше. Показатель уровня повседневной активности в группе 4-6 был статистически значимо больше, чем в группе 1-3 (табл. 14).

Таблица 14.

Показатели состояния больных групп 1–3 и 4-6 в День 0

Показатели	Всего, n=69	Группа 1–3, n=36	Группа 4–6, n=33
Возраст, лет	63,8±9,1	64,1±7,8	63,8±10,3 (0,721)
Срок от момента ИИ до начала курса	3,7±1,3	2,6±0,5	4,9±0,8 (p<0,0001)
MRC, баллы	3,0 [0,0; 4,0]	3,0 [0,0; 4,0]	3,0 [0,0; 4,0] (p=0,912)
MAS, баллы	4,0 [2,0; 4,0]	3,0 [2,0; 4,0]	4,0 [3,0; 4,0] (p=0,061)
VBI, баллы	41,0 [41,0; 46,0]	41,0 [40,75; 46,0]	41,5 [41,0; 46,0] (p=0,355)
NAI, баллы	4,0 [4,0; 5,0]	4,0 [3,75; 5,0]	4,0 [4,0; 5,0] (p=0,244)
10MWT, сек.	21,6±3,5	21,2±3,4	21,9±3,7 (p=0,375)
МШР, баллы	3,0 [3,0; 3,0]	3,0 [3,0; 3,0]	3,0 [2,0; 3,0] (p=0,133)
ИБ, баллы	75,0 [70,0; 81,0]	82,5 [80,0; 90,0]	75,0 [70,0; 81,0] (p=0,01)

Примечание: p -показатель статистической значимости различия между показателями групп 1-3 и 4-6

Результаты, полученные у пациентов групп 30-90 и 91-120 после окончания курса восстановительного лечения, представлены в таблице 15.

Таблица 15.

Показатели состояния больных групп 1-3 и 4-6 после курса восстановительного лечения

Показатели	Всего, n=69	Группа 1-3, n=36	Группа 4-6, n=33
MRC, баллы	4,0 [4,0; 4,0] (0,001)	4,0 [4,0; 4,0] (0,001)	4,0 [0,0; 4,0] (0,01)
MAS, баллы	3,0 [2,0; 4,0] (0,002)	3,0 [2,0; 3,0] (0,008)	4,0 [3,0; 4,0] (0,108)
BBI, баллы	46,0 [45,0; 52,0] (0,001)	45,7 [44,3; 51,1] (0,001)	46,3 [45,4; 54,0] (0,001)
NAI, баллы	4,0 [3,0; 4,0] (0,001)	4,0 [3,0; 4,0] (0,003)	4,0 [3,0; 4,0] (0,001)
10MWT, сек.	18,6±4,5 (0,001)	18,1±4,2 (0,001)	19,2±4,7 (0,001)
МШР, баллы	3,0 [2,0; 3,0] (0,001)	3,0 [2,0; 3,0] (0,001)	3,0 [2,0; 3,0] (0,067)
ИБ, баллы	80,0 [75,0; 83,0] (0,001)	95,0 [80,0; 100,0] (0,001)	80,0 [75,0; 83,0] (0,001)

Примечание: в скобках приведены значения показателя статистической значимости p между данными до и после курса восстановительного лечения

В табл. 19 приведены данные клинометрических показателей пациентов обеих групп. Как видим, при сравнении показателей в День 0 и День 14 были получены статистически значимые сдвиги исследуемых параметров после проведенного курса лечения. Отмечено увеличение силы мышц, повышение способности поддерживать вертикальную позу, приближение картины ходьбы к физиологическому паттерну, увеличение проходимой дистанции. Отмечено повышение повседневной активности у пациентов обеих

групп, но у пациентов группы 4-6 после курса лечения не получено существенного снижения инвалидизации.

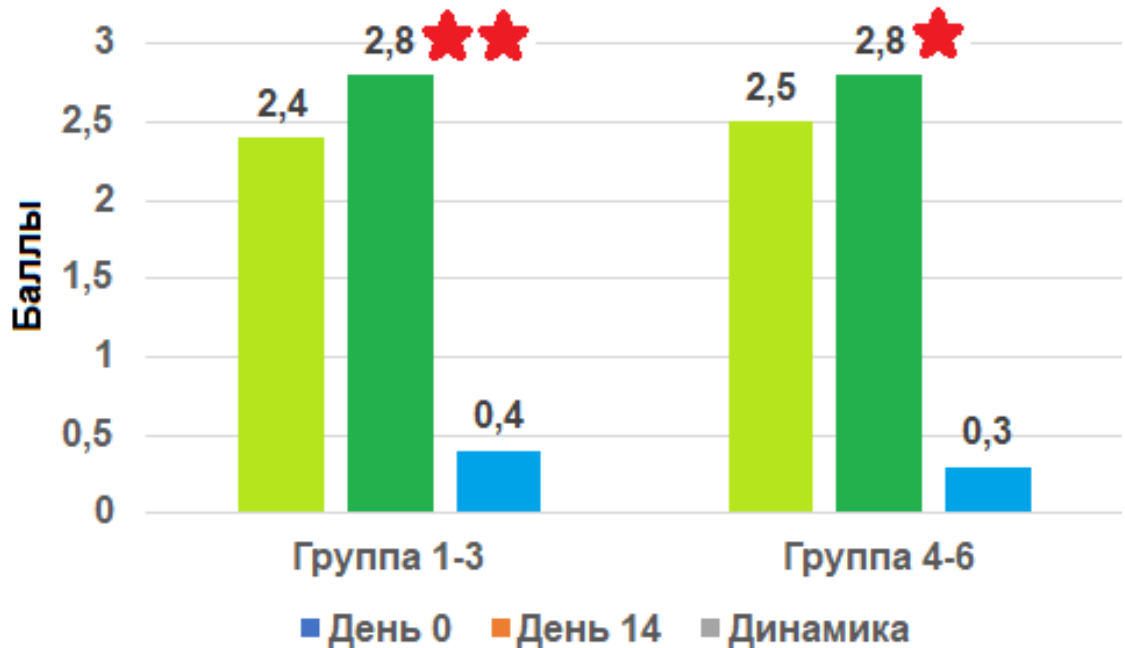


Рис. 14. Показатели силы паретичных мышц до и после курса лечения у больных групп 1–3 и 4-6. ** - $p=0,001$, * - $p=0,01$ с показателями до лечения.

На рис. 14 представлены показатели и динамика силы мышц у больных обеих групп, наблюдается статистически значимое увеличение силы мышц нижней конечности после курса в обеих группах, больше у начавших лечение в более ранние сроки.

Таблица 16.

Динамика показателей у больных в РВП ИИ в зависимости от срока начала курса восстановительного лечения.

Показатели	Группа 1-3, n=36	Группа 4-6, n=33
MRC, баллы	0,0 [0,0; 1,0]	0,0 [0,0; 1,0] (0,523)
MAS, баллы	0,0 [0,0; 0,0]	0,0 [0,0; 0,0] (0,341)
BBI, баллы	4,9 [4,0; 5,3]	5,16 [4,6; 8] (0,059)
NAI, баллы	0,0 [0,0; 1,0]	0,5 [0,0; 1,0] (0,285)
10MWT, сек.	3,0±1,4	2,7±1,3 (0,437)

Примечание: в скобках указаны значения статистической значимости (p) различия между показателями групп 1-3 и 4-6.

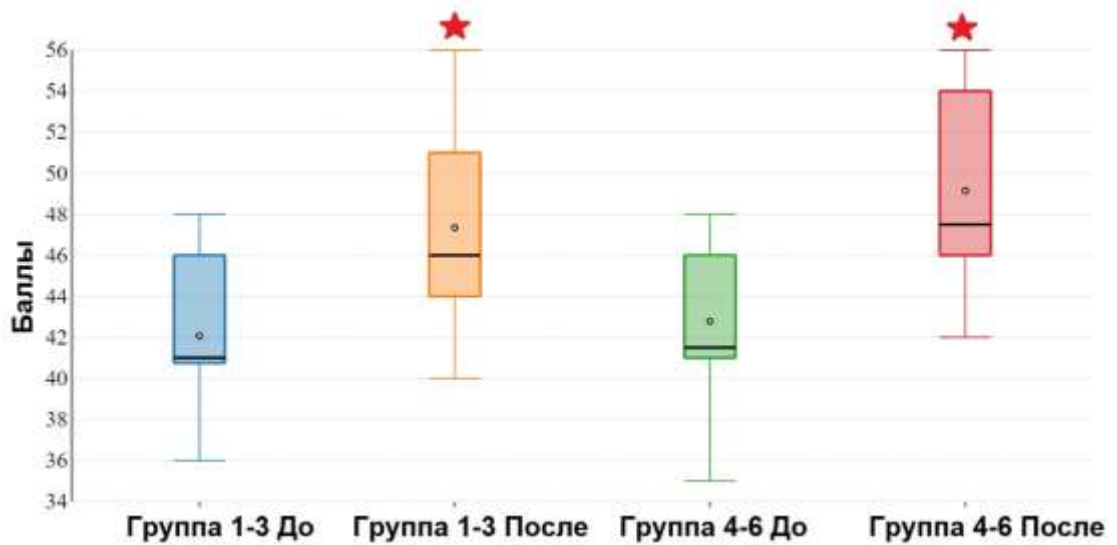


Рис. 15. Результаты оценки постуральной устойчивости по данным шкалы Берга у пациентов, начавших курс терапии в первом и втором триместрах РВП ИИ. * - $p=0,001$ с показателями до начала терапии.

На рис. 15 представлены результаты оценки постуральной устойчивости по данным шкалы Берга у пациентов, начавших курс терапии в первом (30–90 дней) и втором (91-180 дней) триместрах РВП ИИ. Видно отчетливое увеличение показателя в обеих группах, однако статистически значимого различия между результатами лечения в группах не выявлено.

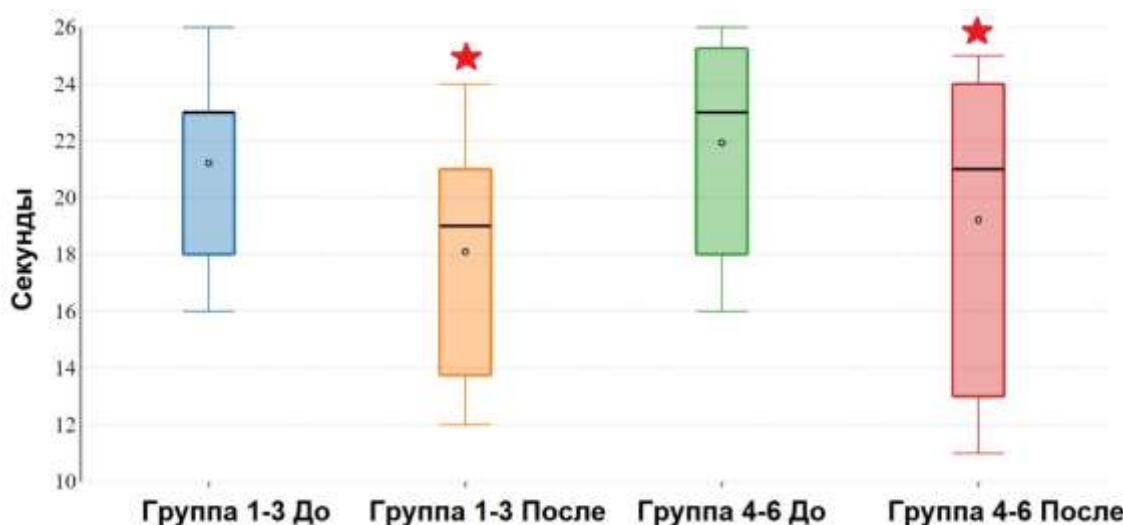


Рис. 16. Результаты изменения времени преодоления десятиметровой дистанции у пациентов, начавших курс терапии в первом и втором триместрах РВП ИИ. * - $p=0,001$ с показателями до начала терапии.

На рис. 16 представлены результаты измерения временных промежутков, которые затрачивали пациенты групп 1–3 и 4–6 на прохождение дистанции в 10 метров до и после курса лечения. Как видим, в обеих группах получено статистически значимое снижение срока преодоления десятиметровой дистанции после курса. Статистически значимого различия между группами получено не было, но лучше были результаты у пациентов группы 1–3.

Хотя при оценке динамики ни по одному из клиникметрических показателей не было получено статистически значимых различий (табл. XX), но следует отметить, что наблюдалась тенденция большего улучшения скорости ходьбы у пациентов группы 1-3, в то время как показатель устойчивости по шкале Берга и восстановление структуры ходьбы было несколько больше у пациентов группы 4-6.

Конечной целью восстановительного лечения у пациентов, перенесших ИИ, является повышение качества жизни путем увеличения независимости от окружающих. Поэтому эти показатели, оцененные по данным ИБ и МШР были оценены подробнее.

Таблица 17.

Динамика изменения уровня повседневной активности (по ИБ) у больных групп 1-3 и 4-6 на 14 сутки исследования (n, %).

	Группа 1-3, n=36	Группа 4-6, n=33	p
Me	5,0	5,0	0,12
[Q1; Q3]	[5,0; 10,0]	[0,0; 15,0]	
M±m	7,34±4,40	5,54±4,58	
Балл			0,212
15	4 (11,1%)	3 (9,1%)	
10	13 (36,1%)	5 (15,2%)	
5	14 (38,9%)	17 (51,2%)	
Без изменений	5 (13,9%)	8 (24,2%)	0,08
Улучшение	31 (86,1%)	25 (75,8%)	

Для большей наглядности проиллюстрируем полученные данные графиком «box-plot» (рис. 17)

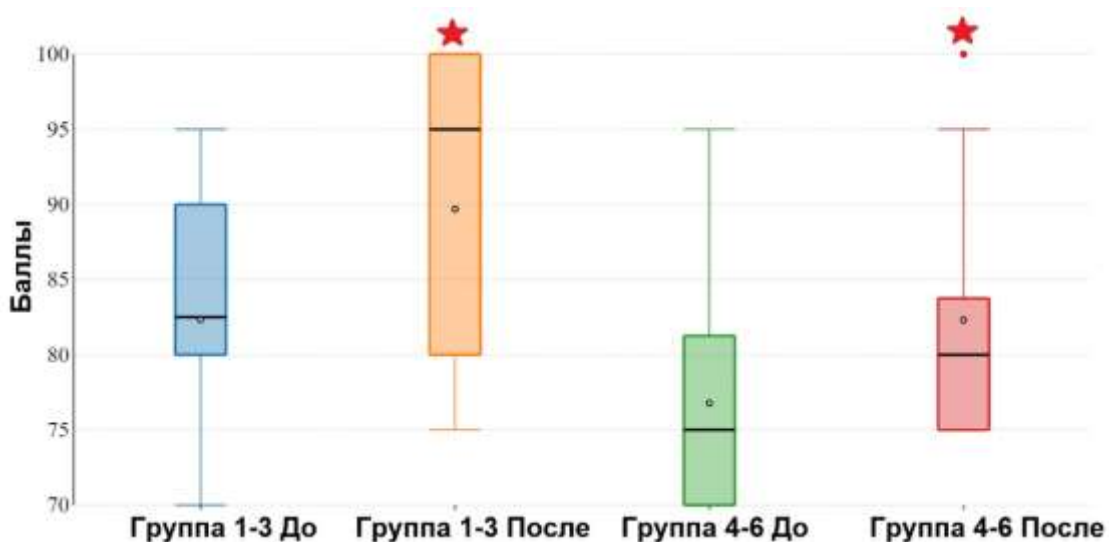


Рис. 17. Результаты изменения повседневной активности по ИБ у пациентов, начавших курс терапии в первом и втором триместрах РВП ИИ. * - $p=0,001$ с показателями до начала терапии.

При оценке динамики показателей ИБ было получено улучшение у большинства пациентов в обеих сравниваемых группах. Из данных,

приведенных в табл. 17, видно, что хотя увеличение показателя в группе 1–3 было выше, чем в группе 4–6, однако это увеличение не было статистически значимым. Тем не менее, число пациентов, у которых выявлено улучшение показателя ИБ на 10 и более баллов, было вдвое больше в группе 1–3 по сравнению с группой 4–6, хотя критерий Хи-квадрат для многопольных таблиц не показал значимого статистического отличия между группами. Мы посмотрели число легко зависимых (имевших оценку по ИБ 95 баллов) среди пациентов групп 1–3 и 4–6 до и после курса лечения. До начала курса восстановительного лечения среди пациентов группы 1–3 было 4 пациента (11,1%), а после окончания курса – 19 (52,8%), критерий χ^2 МакНемара составил 4,445, при $p=0,035$, то есть число легко зависимых пациентов статистически значимо возросло более чем в 5 раз. В группе 4–6 число легко зависимых до начала курса восстановительного лечения составляло 48,5% (16 пациентов), а после окончания курса лечения возросло – до 54,5% (18 пациентов) (критерий χ^2 МакНемара 0,034, $p=0,853$, статистически незначимо).

Таблица 18.

Динамика изменения уровня инвалидизации (по МШР) у больных групп 1-3 и 4-6 на 14 сутки исследования (n, %).

	Группа 30-90	Группа 91-120	p
Me	0,0	0,0	0,293
[Q1; Q3]	[0,0; 1,0]	[0,0; 0,0]	
$M \pm m$	$0,31 \pm 0,47$	$0,14 \pm 0,36$	
Без изменений	22 (68,8%)	24 (85,7%)	0,102
Улучшение	10 (31,2%)	4 (14,3%)	

Как представлено в табл. 18, по данным МШР после проведенного курса лечения было отмечено увеличение независимости от помощи окружающих, причем у пациентов группы 1-3 отмечено увеличение оценки по МШР на $0,31 \pm 0,47$ ($p=0,005$), в то время как у пациентов группы 4-6 – лишь на $0,14 \pm 0,36$

($p=0,067$), то есть статистически незначимо. Отсутствие изменений показателя МШР было отмечено более чем у 2/3 пациентов группы 1-3—68,8%, в то время как в группе 4-6 - у 6/7 пациентов (85,7%), то есть в группе пациентов, начавших стационарный курс восстановительного лечения в первом триместре РВП ИИ эффект воздействия терапии на показатель инвалидизации был более выражен. Число независимо передвигающихся пациентов, у которых оценка по МШР была ≤ 2 балла в День 0, в группе 1-3 составляло 9,4%, а после проведенного лечения возросло до 40,6% (значение критерия χ^2 МакНемара 11,636, $p<0,0001$). В группе 4-6 в День 0 таких пациентов, было 28,6%, а после завершения курса лечения в День 14 их количество составило 35,7% (значение критерия χ^2 МакНемара 3,846, $p=0,05$), таким образом по показателю достижения независимости от ухода окружающих и свободы передвижения у пациентов группы 1-3 были получены значительно лучшие результаты.

Итак, исследование эффективности курса восстановительного лечения в РВП ИИ, показало, что проведение курса как в первые, так и в последующие три месяца позволило получить клиническое улучшение состояния больных в виде снижения выраженности пирамидного пареза конечностей, улучшения походки и укрепления равновесия, что получило отражение в динамике клинικοметрических показателей. Хотя существенных различий в статистических показателях между группами пациентов, получавших лечение в первые 30-90 дней и последующие 91-180 дней после перенесенного ИИ выявлено не было, однако была выявлена отчетливая тенденция к большим сдвигам в повышении повседневной активности и уровне независимости у пациентов, получавших терапию в более ранние сроки после ИИ.

3.4. Влияние возрастного фактора на уровень восстановления неврологических нарушений, повседневной активности и независимости больных в РВП ИИ

На третьем этапе исследования нами были изучены результаты курса восстановительного лечения у 69 пациентов в РВП (3–6 месяцев) после каротидного ИИ в зависимости от возраста больных. Поскольку ранее было продемонстрирована эффективность применения как роботизированных методик, так и стандартной терапии, но с преимуществом первых, а разделение пациентов 1, 2 и 3 групп по возрасту приводило к статистически незначимым результатам вследствие количественной неоднородности подгрупп, все пациенты были объединены и затем распределены в зависимости от возраста. В группу среднего возраста (45–59 лет) вошли 18, пожилого возраста (60–74 лет) – 30, старческого возраста (75 и старше) – 21 пациент.

При сравнении данных пациентов до начала курса реабилитации было отмечено, что группа больных пожилого возраста была наибольшей, что соответствовало возрастному распределению в популяции больных инсультом (табл. 19). Отметим, что пациенты этой группы несколько раньше поступали для проведения стационарного курса реабилитации. Исходно сила в мышцах паретичной нижней конечности была снижена до 3–4 баллов у пациентов всех возрастных групп, но у лиц среднего возраста отмечено статистически значимое снижение по сравнению с другими возрастными категориями, однако исходно они показали лучший уровень равновесия по шкале Берга. У больных старческого возраста показатели качества ходьбы были выше, чем у пожилых и пациентов среднего возраста, но скорость была выше у лиц среднего возраста. Уровни повседневной активности и инвалидизации существенно не отличались.

Таблица 19.

Демографические показатели и показатели состояния пациентов до начала курса реабилитации

	45-59 лет n=18	60-74 лет n=30	75 и старше n=21
Возраст, лет ($M \pm \sigma$)	51,1 $\pm$ 4,9	65,4 $\pm$ 3,3	76,9 $\pm$ 1,3
Срок от момента развития ИИ, мес.	4,3 $\pm$ 1,7	3,2 $\pm$ 0,7	4,4 $\pm$ 1,7 p=0,032
Сила мышц нижних конечностей, баллы	3,3 $\pm$ 0,5 3,0[3,0, 3,75]	3,7 $\pm$ 0,4 4,0[3,5, 4,0]	3,8 $\pm$ 0,4 4,0[4,0, 4,0] p=0,013
Спаستичность (шкала Ашворта), баллы	3,3 $\pm$ 0,9 4,0[2,25, 4,0]	3,2 $\pm$ 0,9 3,0[2,0, 4,0]	3,8 $\pm$ 0,4 4,0[4,0, 4,0]
Шкала равновесия Берга, баллы	46,4 $\pm$ 1,5 46,5[45,0, 48,0]	41,5 $\pm$ 3,7 41,0[40,0, 46,0]	41,1 $\pm$ 0,5 41,0[40,0, 42,0] p=0,011
Индекс ходьбы Хаузера, баллы	4,0 $\pm$ 0,0 4,0[4,0, 4,0]	4,1 $\pm$ 0,9 4,0[3,0, 5,0]	4,9 $\pm$ 0,3 5,0[4,0, 5,5] p=0,004
10-метровый тест ходьбы, сек.	24,3 $\pm$ 1,5 24,0[23,0, 26,0]	21,1 $\pm$ 3,4 23,0[18,0, 23,0]	20,3 $\pm$ 3,8 21,0[16,0, 23,0] p=0,008
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	2,8 $\pm$ 0,4 3,0[3,0, 3,0]	2,8 $\pm$ 0,4 3,0[3,0, 3,0]	2,8 $\pm$ 0,4 3,0[3,0, 3,0]
Индекс Бартел, баллы	81,9 $\pm$ 9,1 80,0[74,0, 90,0]	78,9 $\pm$ 8,5 80,0[70,0, 85,0]	81,5 $\pm$ 5,9 82,0[81,0, 85,0]

Примечание: p – значение уровня статистической значимости критерия Краскела -Уоллиса)

Все пациенты, включенные в статистический анализ, полностью завершили курс лечения, при этом как во время проведения курса, так и после него не было выявлено никаких нежелательных явлений. Клиникометрические данные пациентов после реабилитации представлены в таблице 20.

Показатели состояния пациентов после курса реабилитации

	45-59 лет n=18	60–74 лет n=39	75 и старше n=23
Сила мышц нижних конечностей, баллы	4,1±0,7 4,0[4,0, 5,0] (0,07)	4,2±0,4 4,0[4,0, 4,0] (0,04)	4,0±0,4 4,0[4,0, 4,0] (0,07)
Спастичность (шкала Ашворта), баллы	3,3±0,9 4,0[2,0, 4,0] (0,369)	2,9±0,7 3,0[2,0, 3,0] (0,03)	3,5±0,5 4,0[3,0, 4,0] (0,04)
Шкала равновесия Берга, баллы	53,7±2,5 54,[52,0, 56,0] (0,02)	46,0±7,9 45,0[44,0, 51,0] (0,01)	46,1±0,7 46,0[45,0, 46,0] (0,01)
Индекс ходьбы Хаузера, баллы	3,6±0,7 4,0[3,0, 4,0] (0,047)	3,6±0,8 4,0[3,0, 4,0] (0,01)	3,9±0,5 4,0[4,0, 4,0] (0,01)
10-метровый тест ходьбы, сек.	22,5±2,0 24,0[21,0, 24,0] (0,07)	17,9±4,3 18,0[13,0, 21,0] (0,01)	16,8±4,7 16,0[13,0, 21,0] (0,01)
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	2,4±0,8 3,0[2,0, 3,0] (0,04)	2,6±0,5 3,0[2,0, 3,0] (0,01)	2,6±0,5 3,0[2,0, 3,0] (0,03)
Индекс Бартел, баллы	86,4±10,5 83,0[76,0, 99,0] (0,04)	84,8±10,6 80,0[75,0, 98,0] (0,01)	89,4±8,5 87,0[85,0, 96,0] (0,01)

Примечание: в скобках приведены значения p - показателя статистической значимости различия между данными до и после курса реабилитации

Полученные данные демонстрируют (табл. 20), что после проведенного курса лечения у пациентов всех возрастных групп отмечены положительные сдвиги в виде статистически значимого нарастания оценки независимости по МШР и уровня повседневной активности по ИБ. Увеличение мышечной силы было статистически значимо у пациентов среднего и пожилого возраста, а у лиц 75 и старше – лишь тенденция к увеличению силы. Не было выявлено у пациентов моложе 60 лет статистически значимого снижения спастического тонуса в паретичных конечностях, в то время как у пожилых и лиц 75 лет и старше отмечено снижение спастического тонуса. Отметим, что с учетом поправки Бонферрони при сравнении динамики, продемонстрированной пациентами трех возрастных групп, статистически значимых различий не выявлено (табл. 21).

В отношении же равновесия, качества и скорости ходьбы все пациенты продемонстрировали статистически значимое улучшение показателей (рис. 18).

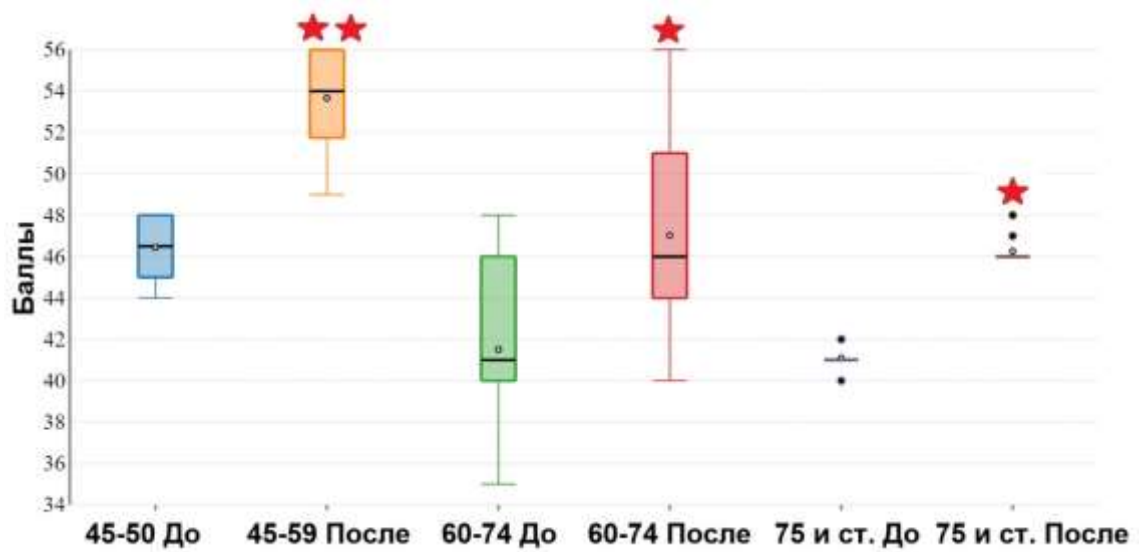


Рис. 18. Результаты оценки поструральной устойчивости по данным шкалы Берга у пациентов возрастных групп 45–59, 60–74, 75 и старше до и после курса лечения. * - $p=0,01$, ** - $p=0,02$ с показателями до начала терапии.

Таблица 21.

Динамика показателей состояния пациентов после курса реабилитации

	45-59 лет n=18	60–74 лет n=39	75 и старше n=23
Сила мышц нижних конечностей, баллы	0,8±0,4 1,0[1,0, 1,0]	0,4±0,5 0,0[0,0, 1,0]	0,2±0,4 0,0[0,0, 0,0] p=0,02
Спастичность (шкала Ашворта), баллы	0,0±0,0 0,0[0,0, 0,0]	0,1±0,5 0,0[0,0, 0,0]	0,3±0,5 0,0[0,0, 1,0]
Шкала равновесия Берга, баллы	7,2±2,1 7,0[5,0, 8,0]	5,5±2,0 5,0[4,0, 7,0]	5,0±1,0 5,0[4,5, 5,0] p=0,04
Индекс ходьбы Хаузера, баллы	0,4±0,7 0,0[0,0, 0,75]	0,4±0,6 0,0[0,0, 1,0]	1,0±0,6 1,0[1,0, 1,0] p=0,03
10-метровый тест ходьбы, сек.	1,8±1,0 2,0[2,0, 2,0]	3,1±1,3 3,0[2,0, 4,0]	3,2±1,3 2,0[2,0, 4,0] p=0,04
Модифицированная шкала Рэнкина, баллы	0,3±0,5 0,0[0,0, 1,0]	0,2±0,4 0,0[0,0, 0,0]	0,3±0,4 0,0[0,0, 0,5]
Индекс Бартел, баллы	4,0±4,0 4,0[2,0, 5,0]	6,0±4,2 5,0[3,5, 8,5]	7,9±3,8 6,0[4,5, 10,5] p=0,03

Примечание: p – значение уровня статистической значимости критерия Краскела -Уоллиса)

Таким образом, динамика исследованных нами параметров у больных разного возраста в РВП ИИ была положительной во всех группах. У пациентов среднего возраста (45–60 лет) было отмечено наибольшее увеличение силы паретичных мышц нижней конечности, что сопровождалось статистически

значимо большим по сравнению со старшими группами увеличением постуральной устойчивости. В то же время у пациентов старшей возрастной группы (75 лет и старше) несмотря на незначительный прирост силы зафиксировано статистически значимое нарастание показателей качества и скорости ходьбы, что закономерно отразилось и на показатели повседневной активности – статистически значимом увеличении показателя индекса Бартел по сравнению с другими возрастными группами. Полученные данные свидетельствуют о важности проведения восстановительного лечения у пациентов любого возраста, перенесших ИИ. Также полученные данные могут косвенно указывать о необходимости выбора дифференцированной в зависимости от возраста пациентов стратегии восстановительного лечения, в частности – увеличения мероприятий, направленных на повышение постуральной устойчивости в старшей возрастной категории, и упражнений для восстановления паттерна ходьбы у лиц среднего возраста.

ГЛАВА 4

Обсуждение и заключение

В XXI веке инсульт в экономически развитых странах, где роль инфекционных заболеваний мала, является главной проблемой здравоохранения и всего общества, что обусловлено его большим вкладом в структуру заболеваемости и смертности населения, значительно ограничивает повседневную активность и приводит к инвалидизации, снижает качество жизни пациента. По данным ВОЗ инсульт занимает лидирующую позицию в мире среди причин смертности. На 2021 г ОНМК в структуре смертности населения составляет 21,4%. Однако проблемы лиц, выживших после инсульта, обусловлены теми функциональными расстройствами, которые существенно влияют на качество жизни, ограничивая пациента в его повседневной активности и вызывая зависимость от окружающих его людей. Одним из главных нарушений является снижение двигательной функции – моно- или гемипарез. Следует подчеркнуть, что при своевременно проведенной адекватной восстановительной терапии большая часть пациентов с легким и умеренным парезом мышц нижней конечности вследствие ИИ, добивается полного или значительного восстановления, тогда как у пациентов с грубым парезом после ИИ значимого восстановления функции ходьбы может не наступить. В связи с этим остается актуальной разработка новых приемов и методов восстановления нарушенной двигательной функции ноги. Количество инсультов растет прежде всего в экономически развитых странах и не только за счет увеличения средней продолжительности жизни [80, 176]. Увеличение информационного потока, интенсификация социальных процессов в современном обществе, повышение числа стрессорных событий создают благоприятные условия для развития артериальной гипертензии, атеросклероза и сахарного диабета, что ведет к увеличению числа сердечно-сосудистых заболеваний и, в частности, инсульта стрессы [18, 55, 99]. Успехи в лечении ИИ, основанные на внедрении новых

фармакологических, хирургических и рентгенэндоваскулярных технологий, привели к новой проблеме - значительному увеличению в популяции числа лиц, переживших инсульт [37, 85].

Основной инвалидизирующей проблемой после инсульта является нарушение двигательной функции, причем нарушение способности к передвижению резко снижает как способность к самообслуживанию, так и социальную активность [66, 167, 168]. Вследствие перенесенного инсульта у пациентов в дополнение к односторонней мышечной слабости возникают нарушения равновесия и координации движений в результате неравномерного распределения массы тела, расстройства чувствительности, постинсультной спастичности, усугубляющие страх падений [54, 110, 146, 171]. Именно поэтому восстановление функции ходьбы является важной составляющей для ресоциализации и повышения качества жизни таких пациентов. Однако несмотря на возрастающее число центров реабилитации и появления новых современных методов, способствующих восстановить утраченные двигательные функции, более трети пациентов не восстанавливают способность самостоятельной ходьбы после перенесенного инсульта. Поэтому одним из перспективных направлений, появившихся на стыке техники и медицины, является создание роботизированных устройств со встроенными электронными системами, которые позволяют частично протезировать утраченные в результате болезни двигательные функции. Техническая реализация этих устройств идет разными путями и создаются как относительно простые механические устройства, так и сложные решения с использованием нейроинтерфейсов «мозг-компьютер» [8, 47, 117, 137].

Целью нашей работы являлось изучение динамики неврологического статуса и ходьбы у больных в РВП ИИ под воздействием комплексного лечения, включающего роботизированную механотерапию с использованием экзоскелета и активно-пассивного педального тренажера в сравнении с традиционными методами восстановления. В нашем исследовании принимали участие 83 пациента в РВП ИИ, 69 закончили полный курс восстановительного

лечения, из них 20 пациентов, получавших комплексную терапию с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет (1 группа), 21 пациент с применением роботизированной терапии на активно-пассивном педальном тренажере (2 группа), 28 пациентов - с применением традиционной терапии (3 группа).

Обязательными критериями включения были подписание пациентов добровольного информированного согласия, подтвержденный КТ или МРТ головного мозга ИИ в системе СМА, наличие спастического гемипареза или монопареза ноги, сила мышц не менее 3 баллов по MRC (модифицированная шкала оценки мышечной силы). Критериями невключения были стандартные противопоказания для роботизированной механотерапии [7, 9]. Организация лечебного процесса осуществлялась в соответствии с параметрами клинικο-статистической группы (КСГ) ST37002-ST37003 «Медицинская реабилитация (МР) пациентов с заболеваниями нервной системы», что определяло объем и сроки лечения больных. Протокол исследования предусматривал пребывание пациента в стационаре не менее 2 недель, при этом предусматривались два временных интервала, в которые проводились клинικοметрические исследования: визит 1 - до начала курса восстановительного лечения (День 0) и визит 2 - на 14 день, после окончания курса (День 14). Пациенты всех трех групп получали лечение включающее лечебную физкультуру (ЛФК) при участии врача/методиста ЛФК, физиотерапевтические процедуры (магнитотерапия, лазеротерапия), занятия с психологом и логопедом, тренировки когнитивных функций, лечебный массаж, лекарственную вторичную профилактику инсульта, при этом пациентам 1 группы дополнительно подключались занятия на экзоскелете ЭкзоАтлет, пациентам 2 группы – занятия на тренажере «Орторент МОТО», предназначенном для тренировки мышц рук и ног. Занятия проводились 5 дней в неделю в течение 2 недель (10 занятий). Продолжительность занятий – 10–40 минут в зависимости от переносимости нагрузок. Для объективизации состояния обследуемых был использован ряд шкал и тестов - шкала оценки мышечной силы (Medical Research Council Weakness Scale, MRC), модифицированная

шкала Ашворта (Modified Ashworth Scale, MAS), индекс равновесия Берга (Berg Balance Scale, BBI), индекс ходьбы Хаузера (Hauser Ambulation Index, HAI), тест ходьбы на 10 метров (10-Meter Walk Test, 10MWT), индекс Бартел (ИБ), модифицированная шкала Рэнкина (Modified Rankin Scale, МШР). Для объективизации состояния локомоторных функций использовали стабилometriю с помощью стабилметрического комплекса «ST-150».

При обследовании больных перед началом курса восстановительного лечения как по демографическим, так и по клинометрическим показателям не было выявлено существенных различий между группами.

При проведении занятий все пациенты имели положительный настрой к проведению занятий, было показано, что пациенты хорошо переносили тренировочные нагрузки в пределах 10–40 мин. пациентами всех трех групп. Пациенты свободно выполняли предложенные задания, без каких-либо изменений самочувствия по ходу занятий. При мониторинговании гемодинамических показателей и сатурации крови в процессе занятий значимых изменений этих показателей выявлено не было.

После проведенного курса лечения у пациентов всех групп было получено статистически значимое улучшение клинометрических показателей, но у пациентов, получавших лечение с включением занятий на экзоскелете ЭкзоАтлет, отмечено большее, чем в двух других группах, увеличения силы в паретичных мышцах, постуральной устойчивости, восстановление физиологического рисунка и скорости ходьбы. В отношении самообслуживания и повседневной активности было выявлено статистически значимое возрастание всех трех групп по ИБ, но только у пациентов 1 группы - переход на амбулаторный режим и независимость от помощи окружающих и (по результатам МШР).

В научной литературе отмечается, что традиционная лечебная физкультура оказывает положительное, но небольшое действие [86, 139]. Это делает актуальным поиск новых подходов, в том числе и роботизированных технологий. Отмечено, что активно-пассивные тренировки на тренажерах

оказывают в первую очередь воздействие на сердечно-сосудистую систему [113, 114]. Наши данные свидетельствуют о положительном действии таких мероприятий на восстановление повседневной активности и повышение независимости пациентов, что позволяет рекомендовать их для включения в программы восстановительного лечения. Возможно, что полученные нами результаты были лучше вследствие более раннего начала проведения тренировок после ИИ, в то время как зарубежные исследователи писали о «хроническом инсульте», то есть о резидуальном периоде. В отношении же тренировок с использованием экзоскелета, можно подчеркнуть его преимущества по сравнению с устройствами типа «Lokomat», не предоставляющего пациенту возможности активного участия в процессе передвижения [73, 174]. Поэтому преимущество роботизированной терапии с использованием экзоскелета по сравнению с другими методами вполне объяснимо.

При стабилметрическом исследовании постуральной устойчивости при проведении пробы Ромберга на стабилоплатформе как с открытыми, так и закрытыми глазами, было выявлено статистически значимое изменение показателей в сторону нормализации. Однако, если до начала занятий по данным критерия Краскела-Уоллиса в показателях статокинезиограммы существенных различий выявлено не было, то после курса восстановительного лечения было обнаружено статистически значимое отличие вследствие существенно большей динамики показателей у пациентов, получавших терапию с использованием экзоскелета и активно-пассивного pedalного тренажера. Предшествующие исследования [146] показали существенное нарушение постуральной устойчивости у пациентов после инсульта, поэтому изучение этого показателя в процессе восстановительного лечения кажется практически важным. В нашем исследовании было показано более выраженное воздействие на это нарушение современных роботизированных методов.

Далее нами была проведена оценка влияния срока начала физической реабилитации на уровень восстановления неврологических нарушений, повседневной активности и независимости пациентов в РВП ИИ. Поскольку была показана эффективность применения как роботизированных методик, так и стандартной терапии, но с преимуществом первых, а разделение пациентов 1, 2 и 3 групп по времени начала терапии приводило к статистически незначимым результатам вследствие количественной неоднородности подгрупп, все пациенты были объединены и затем распределены в зависимости от срока начала проведения курса восстановительного лечения на лиц, получавших лечение в течение первых 30–90 суток (группа 1–3) и 91–180 суток (группа 4–6) после ИИ. После курса восстановительного лечения у пациентов групп 1–3 и 4–6 был получен статистически значимый положительный результат, что проявлялось в увеличении силы мышц паретичной конечности, повышении устойчивости, сдвигов в положительную сторону показателей качества и скорости ходьбы, причем отмечена тенденция больших сдвигов в отношении устойчивости и качества ходьбы у пациентов группы 4–6 и скорости ходьбы у пациентов группы 1–3. У пациентов группы 4–6 после курса лечения несмотря на увеличение уровня повседневной активности не было зарегистрировано существенного снижения инвалидизации. Однако при анализе числа независимых в быту и передвижении пациентов после проведенного курса лечения обнаружено, что число таких пациентов в группе 30–90 было в 4–5 раз больше.

Несмотря на длительную историю изучения проблемы срока начала мероприятий по восстановлению утраченных функций, объема и оптимального дозирования реабилитационных методов у пациентов, перенесших ИИ, эти вопросы до сих пор активно обсуждаются [108, 182]. Выбор наиболее раннего начала восстановительных мероприятий имеет как сторонников, так и противников [124, 185, 189]. В остром периоде ИИ наблюдаются значительные колебания гемодинамических показателей,

поэтому ранняя мобилизация в остром периоде ИИ может отрицательно отразиться на показателях мозгового кровотока и жизнеспособности зоны пенумбры, что может быть связано с нарушением ауторегуляции мозгового кровотока [65, 136]. В нашем исследовании не было зарегистрировано существенных колебаний гемодинамики в процессе занятий у больных, получавших терапию с использованием роботизированных систем и традиционной терапии. Поэтому, учитывая то, что у пациентов, начинавших лечение в первом триместре после болезни, эффективность терапии была выше, можно рекомендовать начало восстановительного лечения (естественно, на раннем этапе, в остром периоде ИИ пациенты уже получили помощь в сосудистых отделениях для больных с инсультом).

Для оценки влияния возрастного фактора на уровень восстановления неврологических нарушений, повседневной активности и независимости пациентов в РВП ИИ общая группа была разделена по возрастному признаку на группы лиц среднего возраста, пожилых и лиц старческого возраста. В группу среднего возраста (45–59 лет) вошли 18, пожилого возраста (60–74 лет) – 30, старческого возраста (75 и старше) – 21 пациент. Исходно у пациентов всех возрастных групп сила в мышцах паретичной нижней конечности была снижена до 3–4 баллов, но у лиц среднего возраста отмечено статистически значимое снижение по сравнению с другими возрастными категориями, но они показали лучший уровень равновесия по шкале Берга. У больных старческого возраста показатели качества ходьбы были выше, чем у пожилых и пациентов среднего возраста, но скорость была выше у лиц среднего возраста. Уровни повседневной активности и инвалидизации существенно не отличались.

После проведенного курса лечения у пациентов всех возрастных групп отмечены положительные сдвиги в виде статистически значимого нарастания оценки независимости по МШР и уровня повседневной активности по ИБ. Увеличение мышечной силы было статистически значимо у пациентов среднего и пожилого возраста, а у лиц 75 и старше – лишь тенденция к увеличению силы. В отношении же равновесия, качества и скорости ходьбы

все пациенты продемонстрировали статистически значимое улучшение показателей. Полученные нами данные отличаются от результатов других исследователей, считавших, что у лиц старческого возраста процессы восстановления были заведомо хуже [70, 143].

Таким образом, динамика исследованных нами параметров была положительной во всех группах. У пациентов среднего возраста (45–60 лет) было отмечено наибольшее увеличение силы паретичных мышц нижней конечности, что сопровождалось статистически значимо большим по сравнению со старшими группами увеличением постуральной устойчивости. У пациентов старшей возрастной группы (75 лет и старше) зафиксировано статистически значимое нарастание показателей качества и скорости ходьбы, что закономерно отразилось и на показатели повседневной активности по сравнению с другими возрастными группами. Полученные данные свидетельствуют о важности проведения восстановительного лечения у пациентов любого возраста, перенесших ИИ. Также полученные данные могут косвенно указывать о необходимости дифференцированного подхода к выбору направления терапии в зависимости от возраста пациентов, в частности – увеличения мероприятий, направленных на повышение постуральной устойчивости в старшей возрастной категории, и упражнений для восстановления паттерна ходьбы у лиц среднего возраста.

ВЫВОДЫ

1. При исследовании переносимости и безопасности роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета, активно-пассивного велотренажера, и традиционной терапии у пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта показана хорошая переносимость и безопасность данных методов, проявлявшаяся в отсутствии значимых изменений показателей гемодинамики и сатурации крови ($p > 0,05$), отрицательной динамики самочувствия и неврологического статуса в процессе и после занятий.
2. При сравнении эффективности роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета, активно-пассивного pedalного тренажера и традиционной терапии выявлено нарастание силы паретичных мышц, равновесия, качества и скорости ходьбы ($p < 0,05$) у пациентов всех групп, при этом у пациентов, получавших терапию с включением экзоскелета, положительная динамика данных показателей была наиболее выражена ($p = 0,001-0,04$). Стабилометрическое исследование показало статистически значимое повышение поструральной устойчивости у пациентов всех групп.
3. Исследование показателей инвалидизации и независимости по модифицированной шкале Рэнкина, активности повседневной жизни по индексу Бартел выявило статистически значимое расширение возможностей к самообслуживанию, повышение активности у пациентов всех трех групп ($p = 0,025-0,001$), но повышение уровня независимости от помощи окружающих – только у пациентов, получавших роботизированную механотерапию с использованием экзоскелета ($p = 0,008$).
4. При изучении влияния срока начала физической реабилитации на уровень восстановления неврологических нарушений у пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта обнаружено, что у пациентов, начавших лечение как в первом, так и втором триместрах после ИИ, отмечена положительная динамика без статистически значимых отличий.

Выявлено что среди пациентов, начавших лечение в первом триместре, большее число достигли восстановления повседневной активности (критерий χ^2 МакНемара 4,445, $p=0.035$), а также большее число достигли независимости (критерий χ^2 МакНемара 11,636, $p<0,0001$).

5. При изучении влияния возрастного фактора на уровень восстановления неврологических нарушений, повседневной активности и независимости пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта отмечены положительные сдвиги в виде статистически значимого нарастания оценки независимости по модифицированной шкале Рэнкина и уровня повседневной активности по индексу Бартел ($p=0,01-0,04$). Сила паретичных мышц и постуральная устойчивость больше возрастали у лиц среднего и пожилого возраста, в то время как качественные и количественные показатели ходьбы – у лиц старческого возраста ($p=0,03-0,04$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. На втором этапе медицинской реабилитации рекомендуется включение роботизированной механотерапии с использованием экзоскелета и/или активно-пассивного pedalного тренажера в комплекс восстановительного лечения пациентов с нарушением функции ходьбы в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта. Такой курс лечения желательно проводить в первом триместре после перенесенного инсульта в виде 10 занятий по 5 занятий длительностью 20–40 минут каждое в неделю.
2. Для контроля переносимости физических нагрузок рекомендуется измерение гемодинамических показателей и сатурации крови кислородом до, во время и после каждого занятия.
3. Пациентам среднего и пожилого возраста в комплекс лечения следует включать упражнения для формирования правильного паттерна ходьбы, у лиц старческого возраста – упражнения для повышения постуральной устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азиатская Г.А., Клочков А.С., Люкманов Р.Х., Мокиенко О.А., Пойдашева А.Г., Супонева Н.А., Союз реабилитолог России. Инсульт у взрослых: центральный парез верхней конечности. Клинические рекомендации – М.: 2017. – 106с
2. Белова А.Н., Богданов Э.И., Вознюк И.А., Жаднов В.А., Камчатнов П.Р., Курушина О.В., Маслова Н.Н. Терапия умеренных когнитивных расстройств в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.- 2021.- 121.- №5.- С.33-39. <https://doi.org/10.17116/jnevro202112105133>
3. Белова А.Н., Прокопенко С.В. Нейрореабилитация. 3-е издание., перераб. и дополн. // М.: Антидор.-2010 М.-1288с
4. Бернштейн Н.А. О построении движений. М, Медгиз, 1947: 255с.
5. Восстановительная неврология: Инновационные технологии в нейрореабилитации / Под ред. Л.А. Черниковой. — М.: МИА, 2016. — 344 с.
6. Геворкян А.А. Применение роботизированных и механотерапевтических устройств в комплексной терапии больных с рассеянным склерозом / Дисс. канд. наук. – М., 2022:208 с.
7. Гусарова С.А., Стяжкина Е.М., Гуркина М.В., Чесникова Е.И., Сычева А.Ю. Новые технологии кинезитерапии в реабилитации пациентов с постинсультными двигательными нарушениями // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. - 2016.- 93.- №2.- С.4-8. <https://doi.org/10.17116/kurort201624-8>
8. Даминов В. Д., Письменная Е. В., Горохова И. Г., Шаталова О. Г., Родыгин М. А., Даминова И. О. и др.; Шевченко Ю. Л., ред. Применение экзоскелета «Экзоатлет» в клинической нейрореабилитации: Метод. пособие. М.- 2016.- 36с.

9. Даминов В.Д. Роботизированная локомоторная терапия в нейрореабилитации // Вестник восстановительной медицины.- 2012.- № 1 (47).- С. 54-59.
10. Дамулин И.В., Екушева Е.В. Процессы нейропластичности после инсульта // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2014.- №3.- С. 69-74
11. Епифанов В.А., Епифанов А.В., Левин О.С. Реабилитация больных, перенесших инсульт. М, МедПресс-Информ; 2014, 248с.
12. Захаров В.В. Нейропсихологические тесты. Необходимость и возможность применения. // Consilium medicum. – 2011.- т. 13, №2.- С. 98-106.
13. Иванова Г.Е., Бушкова Ю.В., Суворов А.Ю., Стаховская Л.В., Джалагония И.З., Варако Н.А., Ковязина М.С., Бушков Ф.А. Использование тренажера с многоканальной биологической обратной связью «ИМК-экзоскелет» в комплексной программе реабилитации больных после инсульта. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2017.- Т. 67.- № 4.- С. 464-472.
<https://doi.org/10.7868/S0044467717040086>
14. Иванова Г.Е., Корвяжкина Е.А. Применение аппарата МОТОмед фирмы RECK Medizintechnik (Германия) в клинической практике // Доктор.Ру.- 2008.- № 7 (44).- С. 45-51
15. Иванова Г.Е., Шкловский В.М., Петрова Е.А. Принципы и организация ранней реабилитации больных с инсультом // Качество жизни. Медицина.- 2006.- 2.- 62-70
16. Инсульт. Руководство для врачей / Котов С.В., Стаховская Л.В., Исакова Е.В.- М., МИА.- 2014.- 400 с.
17. Кадыков А.С., Черникова Л.А., Шахпаронова Н.В. Реабилитация неврологических больных. М.: МЕДпресс-информ.- 2008.- 560 с.
18. Калашникова Л.А., Добрынина Л.А. Ишемический инсульт в молодом возрасте // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.

- Спецвыпуски.- 2017.- 117.- №8-2.- С.3-12.
<https://doi.org/10.17116/jnevro2017117823-12>
19. Камчатнов П.Р., Абусуева Б.А., Евзельман М.А., Осмаева З.Х., Митяева Е.В. Течение острого ишемического инсульта у больных, получавших цитофлавин // Доктор.Ру.- 2019.- № 6(161).- С.23-26.
<https://doi.org/10.31550/1727-2378-2019-161-6-23-26>
 20. Камчатнов П.Р., Осмаева З.Х., Чугунов А.В., Шахпаронова Н.В., Измайлов И.А. Когнитивные нарушения у больных с цереброваскулярными заболеваниями // Нервные болезни.- 2019.- № 3. - С. 25-29. <https://doi.org/10.24411/2226-0757-2019-12122>
 21. Ковальчук В. В.. Пациенты после инсульта: особенности ведения и реабилитация // Сибирское медицинское обозрение. 2017.- (1).- С. 99-106. <https://doi.org/10.20333/2500136-2017-1-99-106>.
 22. Кодзокова Л.Х., Котов С.В., Исакова Е.В., Котов А.С. Возрастные аспекты реабилитации пациентов с постинсультными двигательными нарушениями // Клиническая геронтология.- 2022.- 28.- №5-6.- С.36-42
 23. Козловская И.Б. Афферентный контроль произвольных движений. - М., Наука.- 1976.- 296с
 24. Костенко Е.В., Петрова Л.В. Постинсультная спастичность нижней конечности: комплексная реабилитация пациентов с применением ботулотоксина (онаботулотоксин А) // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.- 2014.- 114.- №10.- С.39-48.
 25. Котов С.В., Исакова Е.В., Лиждвой В.Ю., Петрушанская К.А., Письменная Е.В., Романова М.В., Кодзокова Л.Х. Роботизированное восстановление функции ходьбы у больных в раннем восстановительном периоде инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.- 2020.- 120.- (8-2).- С. 73-80. <https://doi.org/10.17116/jnevro202012008273>
 26. Котов С.В., Кодзокова Л.Х., Исакова Е.В., Котов А.С. Влияние срока начала физической реабилитации в раннем восстановительном периоде

- ишемического инсульта (второй этап медицинской реабилитации) на уровень повседневной активности и независимости пациентов // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.- 2021.- 13.- №6.- С.41-47.
<https://doi.org/10.14412/2074-2711-2021-6-41-47>
27. Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б., Петрушанская К.А., Письменная Е.В. Эффективность применения экзоскелета ЕхоAtlet для восстановления функции ходьбы у больных рассеянным склерозом. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.- 2017.- 117.- №10-2.- С.41-47.
<https://doi.org/10.17116/jnevro201711710241-47>
28. Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Фролов А.А., Павлова О.Г., Курганская М.Е., Бирюкова Е.В. Применение комплекса «Интерфейс мозг-компьютер» и «экзоскелет» и техники воображения движения для реабилитации после инсульта. // Альманах клинической медицины. - 2015.- №39.- С.15-21
29. Кубряк О.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Романова М.В., Гроховский С.С. Повышение вертикальной устойчивости пациентов в остром периоде ишемического инсульта // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.- 2014.- 114.- №12-2.- С.61-65.
<https://doi.org/10.17116/jnevro201411412261-65>
30. Левин О.С., Боголепова А.Н. Постинсультные двигательные и когнитивные нарушения: клинические особенности и современные подходы к реабилитации // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.- 2020.- 120.- № 11.- С. 99-107.
<https://doi.org/10.17116/jnevro202012011199>
31. Макарова М.Р., Лядов К.В., Турова Е.А., Кочетков А.В. Возможности современной механотерапии в коррекции двигательных нарушений неврологических больных // Вестник восстановительной медицины. – 2014.- №1.- С. 54-62

32. Методические рекомендации для Пилотного проекта «Развитие системы медицинской реабилитации в Российской Федерации» «Практическое применение оценочных шкал в медицинской реабилитации» /ред. Г.Е.Иванова.- 2015-2016.- Режим доступа: <https://vrachirf.ru/storage/db/6d/b8/10/6e/89/38/92/49b0-0eaacd-8fd4e7.pdf>
33. Новикова Л.Б., Акопян А.П., Шарапова К.М., Минибаева Г.М. Реабилитация двигательных функций у больных , перенесших мозговой инсульт, с использованием комплекса Lokomat // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.- 2013.- №5.- С. 50-51
34. Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Котов С.В., Аведиков Г.Е., Митрофанов И.Е., Толстов К.М., Ефаров В.А. Клинико-биомеханическое обоснование применения экзоскелета «ЭкзоАтлет» при ходьбе больных с последствиями ишемического инсульта // Российский журнал биомеханики.- 2019.- 23.- №2.- С.204–230. <https://doi.org/10.15593/RZhBiomeh/2019.2.04>
35. Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Шапкова Е.Ю. Инструментальная оценка ходьбы в экзоскелете. В сб. «Технологические инновации в травматологии, ортопедии и нейрохирургии: интеграция науки и практики». Саратов, ООО «Амирит».- 2017.- С.273-276.
36. Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Гроховский С.С., Котов С.В. Объективизация нарушений равновесия и устойчивости у пациентов с инсультом в раннем восстановительном периоде // Анналы клинической и экспериментальной неврологии.- 2014.- 8.- №2.- С.12-15. <https://doi.org/10.17816/psaic184>
37. Румянцева С.А., Силина Е.В., Свищева С.П., Комаров А.Н. Медицинские и организационные проблемы до- и постинсультной инвалидизации // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.- 2013.- 113.- №9-2.- С.43-49.

38. Сергеева С.П., Савин А.А., Литвицкий П.Ф., Люндуп А.В., Киселева Е.В., Горбачева Л.Р., Бреславич И.Д., Куценко К.И., Балясин М.В. Апоптоз как системный адаптивный механизм при ишемическом инсульте // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. Спецвыпуски.- 2018.- 118.- №12-2.- С.38-45.
<https://doi.org/10.17116/jnevro201811812238>
39. Сидякина И.В., Добрушина О.Р., Лядов К.В., Шаповаленко Т.В., Ромашин О.В. Доказательная медицина в нейрореабилитации: инновационные технологии (обзор) // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.- 2015.-№3.-С.53-56
40. Скворцов Д.В. Объективная оценка функции ходьбы. Клинические рекомендации РФ 2013-2017 (Россия). 2016.
<https://diseases.medelement.com/disease/объективная-оценка-функции-ходьбы-рекомендации-рф/15376>
41. Скворцова В.И., Гудкова В.В., Иванова Г.Е, Кирильченко Т.Д. Квасова О.В., Апасова Н.Г. Принципы ранней реабилитации больных с инсультом // Инсульт. Приложение к Журн. неврологии и психиатрии. - 2002.- №7.- С.28–33.
42. Скворцова В.И., Евзельман М.А. Ишемический инсульт. – Орел : Труд.- 2006г – 404 с..
43. Супонева Н.А., Юсупова Д.Г., Жирова Е.С., Мельченко Д.А., Таратухина А.С., Бутковская А.А., Ильина К.А., Зайцев А.Б., Зимин А.А., Клочков А.С., Люкманов Р.Х., Калинкина М.Э., Пирадов М.А., Котов-Смоленский А.М., Хижникова А.Е. Валидация модифицированной шкалы Рэнкина (The Modified Rankin Scale, MRS) в России // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.- 2018.- 10.- №4.- С.36-39. <https://doi.org/10.14412/2074-2711-2018-4-36-39>
44. Суслина З. А., Варакин Ю.Я., Верещагин Н.В. Сосудистые заболевания головного мозга: эпидемиология, патогенетические механизмы, профилактика // М., МЕДпресс-информ.- 2009.- 350с.

45. Федин А.И., Солопова И.А., Тихонова Д.Ю., Гришин А.А. Медицинские технологии нейрореабилитации двигательных нарушений в остром периоде инсульта. // Вестник Российского Государственного Медицинского Университета. – 2012. -№1.- С . 47-52.
46. Фролов А.А., Бирюкова Е.В. Биомеханические параметры движений как численная оценка функционального состояния больных с двигательными нарушениями. Патент РФ на изобретение № 2406437. Дата публикации патента 20.12.2010
47. Фролов А.А., Козловская И.Б., Бирбкова Е.В., Бобров П.Д. Роботизированные устройства в реабилитации после инсульта: физиологические предпосылки и клиническое применение. // Журнал высшей нервной деятельности. – 2017. –67. № 4. – С 394-413. <https://doi.org/10.7868/S004446771704-0017>
48. Харченко Е.П., Клименко М.Н. Пластичность и регенерация мозга // Неврологический журнал. – 2006. – 11. - №6. -С37-45
49. Черникова Л.А., Демидова А.Е., Домашенко М.А., Труханов А.И. Эффект применения роботизированных устройств («Эриго» и «Локомат») в ранние сроки ишемического инсульта // Вестник восстановительной медицины. - 2008.- № 5 (27).- С.73-75
50. Шастин А.С., Малых О.Л., Газимова В.Г., Цепилова Т.М., Устюгова Т.С. Заболеваемость трудоспособного населения Российской Федерации в 2015–2019 годах // Гигиена и санитария.- 2021; 100(12): 1487-1494. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1487-1494>
51. Ada L, Dean CM, Vargas J, Ennis S. Mechanically assisted walking with body weight support results in more independent walking than assisted overground walking in non-ambulatory patients early after stroke: a systematic review// J Physiother.- 2010.- 56.- №3.- P.153-161. [https://doi.org/10.1016/s1836-9553\(10\)70020-5](https://doi.org/10.1016/s1836-9553(10)70020-5)
52. Aisen M.L., Krebs H.I., Hogan N., McDowell F, Volpe B T. The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following

- stroke // Archives of neurology. – 1997. – 54.- №4.- P.443-446.
<https://doi.org/10.1001/archneur.1997.00550160075019.P>
53. Alon G.I., Conroy V.M., Donner T.W. Intensive training of subjects with chronic hemiparesis on a motorized cycle combined with functional electrical stimulation (FES) : a feasibility and safety study. // Physiotherapy research International.- 2011.-16.- №2.- P.81-91. <https://doi.org/10.1002/pri.475>
54. Barer, D., Watkins, C. Could upright posture be harmful in the early stages of stroke?//Lancet.- 2015.- 386.- №10005.- : 1734.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00691-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00691-1)
55. Béjot Y, Bailly H, Durier J, Giroud M. Epidemiology of stroke in Europe and trends for the 21st century// Presse Med.- 2016.- 45.- №12, Pt2.- e391-e398. <https://doi.org/10.1016/j.lpm.2016.10.003>
56. Bernhardt J, English C, Johnson L, Cumming TB. Early mobilization after stroke: early adoption but limited evidence///Stroke.- 2015.- 46.- №4.- P1141-1146. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.114.007434>
57. Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. Gait post-stroke: Pathophysiology and rehabilitation strategies//Neurophysiol Clin.- 2015.- 45.- №4-5.- P.335-55. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2015.09.005>
58. Bijleveld-Uitman M, van de Port I, Kwakkel G. Is gait speed or walking distance a better predictor for community walking after stroke?//J Rehabil Med.- 2013.- 45.- №6.- P.535-540. <https://doi.org/10.2340/16501977-1147>
59. Binshalan T, Nair KPS, McNeill A. The Effectiveness of Physiotherapy Interventions for Mobility in Severe Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis//Mult Scler Int.- 2022.- 2022.- e2357785. <https://doi.org/10.1155/2022/2357785>
60. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review//Phys Ther.- 2008.- 88.- №5.- P.559-566. <https://doi.org/10.2522/ptj.20070205>

61. Boehme AK, Esenwa C, Elkind MS. Stroke Risk Factors, Genetics, and Prevention//Circ Res.- 2017.- 120.- №3.- P.472-495.
<https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308398>
62. Brock L.G., Eccles J.C., Rail W. Experimental investigations on the afferent fibres in muscle nerve//Proc R Soc Lond B Biol Sci.- 1951.- 138.- №893.- P.453-75. <https://doi.org/10.1098/rspb.1951.0035>
63. Broderick J. P., Adeoye O., Elm J. Evolution of the Modified Rankin Scale and Its Use in Future Stroke Trials//Stroke.- 2017.- 48.- №7.- P.2007–2012.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.017866>
64. Calabro R.S. Naro A., Russo M., Bramanti P., Carioti L., Baletta T. Shaping neuroplasticity by using powered exoskeletons in patients with stroke : a randomized clinical trail // J Neuroeng Rehabil.- . 2018.- 15.- №1.- P35.
<https://doi.org/10.1186/s12984-018-0377-8>
65. Cantone M, Lanza G, Puglisi V, Vinciguerra L, Mandelli J, Fisicaro F, Pennisi M, Bella R, Ciurleo R, Bramanti A. Hypertensive Crisis in Acute Cerebrovascular Diseases Presenting at the Emergency Department: A Narrative Review//Brain Sci.- 2021.- 11.- №1.- P.70.
<https://doi.org/10.3390/brainsci11010070>
66. Caproni S, Colosimo C. Movement disorders and cerebrovascular diseases: from pathophysiology to treatment//Expert Rev Neurother.- 2017.- 17.- №5.- P.509-519. <https://doi.org/10.1080/14737175.2017.1267566>
67. Carin-Levy G, Kendall M, Young A, Mead G. The psychosocial effects of exercise and relaxation classes for persons surviving a stroke. Can J Occup Ther//2009.- 76.- №2.- P. 73-80.
<https://doi.org/10.1177/000841740907600204>
68. Carpio G, Pezzola A, Urbano M, Guglielmelli E. Assessing Effectiveness and Costs in Robot-Mediated Lower Limbs Rehabilitation: A Meta-Analysis and State of the Art//J Healthc Eng.- 2018.- ;2018.- P.7492024.
<https://doi.org/10.1155/2018/7492024>

69. Cattaneo D, Regola A, Meotti M. Validity of six balance disorders scales in persons with multiple sclerosis// Disabil Rehabil.- 2006.- 28.- №12.- P.789-795. <https://doi.org/10.1080/09638280500404289>
70. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Prevalence of stroke-- United States, 2006-2010//MMWR Morb Mortal Wkly Rep.- 2012.- 61.- №20.- P.379-382
71. Chen CL, Chen CY, Chen HC, Wu CY, Lin KC, Hsieh YW, Shen IH. Responsiveness and minimal clinically important difference of Modified Ashworth Scale in patients with stroke//Eur J Phys Rehabil Med.- 2019.- 55.- №6.- P.754-760. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.19.05545-X>
72. Chen S, Wang Z, Li Y, Tang J, Wang X, Huang L, Fang Z, Xu T, Xu J, Guo F, Wang Y, Long J, Wang X, Liu F, Luo J, Wang Y, Huang X, Jia Z, Shuai M, Li J. Safety and Feasibility of a Novel Exoskeleton for Locomotor Rehabilitation of Subjects With Spinal Cord Injury: A Prospective, Multi-Center, and Cross-Over Clinical Trial//Front Neurobot.- 2022.- 16.- P. 848443. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2022.848443>
73. Cho JE, Yoo JS, Kim KE, Cho ST, Jang WS, Cho KH, Lee WH. Systematic Review of Appropriate Robotic Intervention for Gait Function in Subacute Stroke Patients//Biomed Res Int.- 2018.- 2018.- P.4085298. <https://doi.org/10.1155/2018/4085298>
74. Clarkson AN, Huang BS, Macisaac SE, Mody I, Carmichael ST. Reducing excessive GABA-mediated tonic inhibition promotes functional recovery after stroke//Nature.- 2010.- 468.- №7321.- P.305-309. <https://doi.org/10.1038/nature09511>
75. Coleman ER, Moudgal R, Lang K, Hyacinth HI, Awosika OO, Kissela BM, Feng W. Early Rehabilitation After Stroke: a Narrative Review///Curr Atheroscler Rep.- 2017.- 19.- №12.- P.59. <https://doi.org/10.1007/s11883-017-0686-6>
76. Conner BC, Schwartz MH, Lerner ZF. Pilot evaluation of changes in motor control after wearable robotic resistance training in children with cerebral

- palsy//J Biomech.- 2021.- 126.- P.110601.
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110601>
77. Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review//J Physiother. - 2015.- 61.- №3.- P.117-124. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2015.05.017>
78. Cui Q, Naikoo NA. Modifiable and non-modifiable risk factors in ischemic stroke: a meta-analysis//Afr Health Sci.- 2019.- 19.- №2.- P.2121-2129. <https://doi.org/10.4314/ahs.v19i2.36>
79. Dobkin BH, Duncan PW. Should body weight-supported treadmill training and robotic-assistive steppers for locomotor training trot back to the starting gate?//Neurorehabil Neural Repair.- 2012.- 26.- №4.- P.308-317. <https://doi.org/10.1177/1545968312439687>
80. Donkor ES. Stroke in the 21st Century: A Snapshot of the Burden, Epidemiology, and Quality of Life//Stroke Res Treat.- 2018.- №2018.- P.3238165. <https://doi.org/10.1155/2018/3238165>
81. Downs S, Marquez J, Chiarelli P. The Berg Balance Scale has high intra- and inter-rater reliability but absolute reliability varies across the scale: a systematic review//J Physiother.- 2013.- 59.- №2.- P.93-99. [https://doi.org/10.1016/S1836-9553\(13\)70161-9](https://doi.org/10.1016/S1836-9553(13)70161-9)
82. Downs S. The Berg Balance Scale//J Physiother.- 2015.- 61.- №1.- P.46. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2014.10.002>
83. Drużbicki M, Guzik A, Przysada G, Phd LP, Brzozowska-Magoń A, Cygoń K, Boczula G, Bartosik-Psujek H. Effects of Robotic Exoskeleton-Aided Gait Training in the Strength, Body Balance, and Walking Speed in Individuals With Multiple Sclerosis: A Single-Group Preliminary Study//Arch Phys Med Rehabil.- 2021.- 102.- №2.- P.175-184. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.10.122>
84. Feigin VL, Nguyen G, Cercy K et al. GBD 2016 Lifetime Risk of Stroke Collaborators. Global, Regional, and Country-Specific Lifetime Risks of

- Stroke, 1990 and 2016//N Engl J Med.- 2018.- 379.- №25.- P.2429-2437.
<https://doi.org/0.1056/NEJMoa1804492>
85. Feigin VL, Norrving B, Mensah GA. Global Burden of Stroke// Circ Res.- 2017.- 120.- №3.- P.439-448.
<https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.116.308413>
86. French B, Leathley M, Sutton C, McAdam J, Thomas L, Forster A, Langhorne P, Price C, Walker A, Watkins C. A systematic review of repetitive functional task practice with modelling of resource use, costs and effectiveness// Health Technol Assess.- 2008.- 12.- №30.- iii, ix-x, P.1-117.
<https://doi.org/10.3310/hta12300>
87. Gagnon DH, Escalona MJ, Vermette M, Carvalho LP, Karelis AD, Duclos C, Aubertin-Leheudre M. Locomotor training using an overground robotic exoskeleton in long-term manual wheelchair users with a chronic spinal cord injury living in the community: Lessons learned from a feasibility study in terms of recruitment, attendance, learnability, performance and safety // J Neuroeng Rehabil.- 2018.- 15.- №1.- P.12. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0354-2>
88. Gama GL, Celestino ML, Barela JA, Forrester L, Whittall J, Barela AM. Effects of Gait Training With Body Weight Support on a Treadmill Versus Overground in Individuals With Stroke // Arch Phys Med Rehabil.- 2017.- 98.- №4.- P.738-745. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.11.022>
89. Gassert R, Dietz V. Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective// J Neuroeng Rehabil.- 2018.- 15.- №1.- P.46. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0383-x>
90. Gauthier LV, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark VW, Uswatte G. Remodeling the brain: ic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke// Stroke. - 2008.- 39.- №5.- 1520-1525.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.107.502229>
91. GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic

- analysis for the Global Burden of Disease Study 2016// Lancet.- 2017.- 390.- №10100.- P.1151-1210. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32152-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32152-9)
92. Geng X, Wang Q, Lee H, Huber C, Wills M, Elkin K, Li F, Ji X, Ding Y. Remote Ischemic Postconditioning vs. Physical Exercise After Stroke: an Alternative Rehabilitation Strategy? // Mol Neurobiol. 2021.- 58.- №7.- P.3141-3157. <https://doi.org/10.1007/s12035-021-02329-6>
93. Georgakis MK, Duering M, Wardlaw JM, Dichgans M. WMH and long-term outcomes in ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis. Neurology//2019.- 92.- №12.- e1298-e1308. <https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000007142>
94. Gizzi L, Nielsen JF, Felici F, Moreno JC, Pons JL, Farina D. Motor modules in robot-aided walking // J Neuroeng Rehabil.- 2012.- 9.- P.76. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-9-76>
95. Gonzalez A, Garcia L, Kilby J, McNair P. Robotic devices for paediatric rehabilitation: a review of design features // Biomed Eng Online.- 2021.- 20.- №1.- P.89. <https://doi.org/10.1186/s12938-021-00920-5>
96. Goo A, Laubscher CA, Wiebrecht JJ, Farris RJ, Sawicki JT. Hybrid Zero Dynamics Control for Gait Guidance of a Novel Adjustable Pediatric Lower-Limb Exoskeleton // Bioengineering (Basel).- 2022.- 9.- №5.- P.208. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9050208>
97. Guanziroli E, Cazzaniga M, Colombo L, Basilico S, Legnani G, Molteni F. Assistive powered exoskeleton for complete spinal cord injury: correlations between walking ability and exoskeleton control // Eur J Phys Rehabil Med.- 2019.- 55.- №2.- P.209-216. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.18.05308-X>
98. Harb A, Kishner S. Modified Ashworth Scale. 2021 May 9. In: StatPearls [Internet].- Treasure Island (FL).- StatPearls Publishing.- 2023 Jan.
99. Hathidara MY, Saini V, Malik AM. Stroke in the young: a Global update // Curr. Neurol. Neurosci. Rep.- 2019.- 19.- №11.- P.91. <https://doi.org/http://doi.org/10.1007/s11910-019-1004-1>

100. Hauser SL, Dawson DM, Lehigh JR, Beal MF, Kevy SV, Propper RD, Mills JA, Weiner HL. Intensive immunosuppression in progressive multiple sclerosis. A randomized, three-arm study of high-dose intravenous cyclophosphamide, plasma exchange, and ACTH // *N Engl J Med.*- 1983.- 308.- №4.- P.173-80. <https://doi.org/10.1056/NEJM19830127308040>
101. Hayes SC, James Wilcox CR, Forbes White HS, Vanicek N. The effects of robot assisted gait training on temporal-spatial characteristics of people with spinal cord injuries: A systematic review // *J Spinal Cord Med.*- 2018.- 41.- №5.- P.529-543. <https://doi.org/10.1080/10790268.2018.1426236>
102. Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, Brady K, Campbell DD, Kahn JH, Hornby TG. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke // *Neurorehabil Neural Repair.*- 2009.- 23.- №1.- P.5-13. <https://doi.org/10.1177/1545968308326632>
103. Hobbs B, Artemiadis P. A Review of Robot-Assisted Lower-Limb Stroke Therapy: Unexplored Paths and Future Directions in Gait Rehabilitation // *Front Neurobot.*- 2020.- 14.- P.19. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2020.00019>. eCollection 2020
104. Hou L, Du X, Chen L, Li J, Yan P, Zhou M, Zhu C. Exercise and quality of life after first-ever ischaemic stroke: a two-year follow-up study // *Int J Neurosci.*- 2018.- 128.- №6.- P.540-548. <https://doi.org/10.1080/00207454.2017.1400971>
105. Hu L, Liu G. Effects of early rehabilitation nursing on neurological functions and quality of life of patients with ischemic stroke hemiplegia // *Am J Transl Res.*- 2021.- 13.- №4.- P.3811-3818
106. Huybrechts KF, Caro JJ. The Barthel Index and modified Rankin Scale as prognostic tools for long-term outcomes after stroke: a qualitative review of the literature // *Curr Med Res Opin.*- 2007.- 23.- №7.- P. 1627-1636. <https://doi.org/10.1185/030079907x210444>
107. Jang MU, Kang J, Kim BJ, Hong JH, Yeo MJ, Han MK, Lee BC, Yu KH, Oh MS, Choi KC, Lee SH, Hong KS, Cho YJ, Park JM, Cha JK, Kim

- DH, Park TH, Lee KB, Lee SJ, Lee J, Kim JT, Kim DE, Choi JC, Lee J, Lee JS, Gorelick PB, Bae HJ. In-Hospital and Post-Discharge Recovery after Acute Ischemic Stroke: a Nationwide Multicenter Stroke Registry-base Study // J Korean Med Sci.- 2019.- 34.- №36.- e240. <https://doi.org/10.3346/jkms.2019.34.e240>
108. Jette AM. The Importance of Dose of a Rehabilitation Intervention // Phys Ther.- 2017.- 97.- №11.- P.1043. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx085>
109. John J. Grading of muscle power: comparison of MRC and analogue scales by physiotherapists. Medical Research Council // Int J Rehabil Res.- 1984.- 7.- №2.- P.173-81.
110. Kal E., Prosée R., Winters M., van der Kamp J. Does implicit motor learning lead to greater automatization of motor skills compared to explicit motor learning? A systematic review // PloS one.- 2018.- 13.- №9.- e0203591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203591>
111. Kasner SE. Clinical interpretation and use of stroke scales // Lancet Neurol.- 2006.- 5.- №7.-P.603-612. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70495-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70495-1)
112. Kawamoto H, Kamibayashi K, Nakata Y, Yamawaki K, Ariyasu R, Sankai Y, Sakane M, Eguchi K, Ochiai N. Pilot study of locomotion improvement using hybrid assistive limb in chronic stroke patients // BMC Neurol.- 2013.- 13.- P.141. <https://doi.org/10.1186/1471-2377-13-141>
113. Kelly LP, Devasahayam AJ, Chaves AR, Curtis ME, Randell EW, McCarthy J, Basset FA, Ploughman M. Task-Oriented Circuit Training as an Alternative to Ergometer-Type Aerobic Exercise Training after Stroke // J Clin Med.- 2021.- 10.- №11.- P.2423. <https://doi.org/10.3390/jcm10112423>
114. Kelly LP, Devasahayam AJ, Chaves AR, Wallack EM, McCarthy J, Basset FA, Ploughman M. Intensifying Functional Task Practice to Meet Aerobic Training Guidelines in Stroke Survivors // Front Physiol.- 2017.- №8.- P.809. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00809>

115. Kim, J., Thayabaranathan, T., Donnan, G. A., Howard, G., Howard, V. J., Rothwell, P. M., Feigin, V., Norrving, B., Owolabi, M., Pandian, J., Liu, L., Cadilhac, D. A., Thrift, A. G. Global Stroke Statistics 2019 // *Int J Stroke*.- 2020.- 1747493020909545. <https://doi.org/10.1177/1747493020909545>
116. Kiper P, Rimini D, Falla D, Baba A, Rutkowski S, Maistrello L, Turolla A. Does the Score on the MRC Strength Scale Reflect Instrumented Measures of Maximal Torque and Muscle Activity in Post-Stroke Survivors?//*Sensors (Basel)*.- 2021.- 21.- №24.- P.8175. <https://doi.org/10.3390/s21248175>
117. Klamroth-Marganska V. Stroke Rehabilitation: Therapy Robots and Assistive Devices. In: Kerkhof P., Miller V. (eds) *Sex-Specific Analysis of Cardiovascular Function* // *Adv Exp Med Biol*.- 2018.- 1065.- P.579-587. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77932-4_35
118. Kong KH, Lee J. Temporal recovery of activities of daily living in the first year after ischemic stroke: a prospective study of patients admitted to a rehabilitation unit // *NeuroRehabilitation*.- 2014.- 35.- №2.- P.221-226. <https://doi.org/10.3233/NRE-141110>
119. Kotov S. V., Isakova E. V., Ljldvoy V. Yu., Petrushanskaya K. A., Pismennaya E. V., Romanova M. V., Kodzokova L. Kh. Robotic Restoration of Gait Function in Patients in the Early Recovery Period of Stroke // *Neuroscience and Behavioral Physiology*.- 2021.- 51.- №5.- P.583-589. <https://doi.org/10.1007/s11055-021-01109-y>
120. Kotov S.V., Romanov A.I., Silina E.V., Stupin V.A., Isakova E.V., Ljldvoy V.Yu., Petrushanskaya K.A., Kotov A.S., Kodzokova L.Kh., Filatov N.A., Pismennaya E.V. Efficiency of leg exoskeleton use in rehabilitation of cerebral stroke patients // *Serbian Journal of Experimental and Clinical Research*.- 2021.- 22.- №3.- P.257-264. <https://doi.org/10.2478/sjecr-2021-0045>
121. Krakauer JW, Carmichael ST, Corbett D, Wittenberg GF. Getting neurorehabilitation right: what can be learned from animal models? //

- Neurorehabil Neural Repair.- 2012.- 26.- №8.- P.923-931.
<https://doi.org/10.1177/1545968312440745>
122. Krumholz HM, Normand SL, Wang Y. Trends in hospitalizations and outcomes for acute cardiovascular disease and stroke, 1999-2011 // Circulation.- 2014.- 130.- №12.- P.966-975.
<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.113.007787>
123. Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation// Lancet.- 2011.- 377.- №9778.- P.1693-1702. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)60325-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)60325-5)
124. Langhorne P, Wu O, Rodgers H, Ashburn A, Bernhardt J. A Very Early Rehabilitation Trial after stroke (AVERT): a Phase III, multicentre, randomised controlled trial // Health Technol Assess.- 2017.- 21.- 54.- P.1-120. <https://doi.org/10.3310/hta21540>
125. Larson ST, Wilbur J. Muscle Weakness in Adults: Evaluation and Differential Diagnosis // Am Fam Physician.- 2020.- 101.- №2. P.95-108.
126. Lee SH, Lee HJ, Chang WH, Choi BO, Lee J, Kim J, Ryu GH, Kim YH. Gait performance and foot pressure distribution during wearable robot-assisted gait in elderly adults // J Neuroeng Rehabil.- 2017.- 14.- №1.- P.123.
<https://doi.org/10.1186/s12984-017-0333-z>
127. Liu F, Tsang RC, Zhou J, Zhou M, Zha F, Long J, Wang Y. Relationship of Barthel Index and its Short Form with the Modified Rankin Scale in acute stroke patients // J Stroke Cerebrovasc Dis.- 2020.- 29.- №9.- P.105033. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105033>
128. Lo K, Stephenson M, Lockwood C. Effectiveness of robotic assisted rehabilitation for mobility and functional ability in adult stroke patients: a systematic review // JBI Database System Rev Implement Rep.- 2017.-15.- №12.- P.3049-3091. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-003456>
129. Lora-Millan JS, Moreno JC, Rocon E. Coordination Between Partial Robotic Exoskeletons and Human Gait: A Comprehensive Review on Control

- Strategies // Front Bioeng Biotechnol.- 2022.- 10.- P.842294.
<https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.842294>
130. Louie DR, Mortenson WB, Durocher M, Teasell R, Yao J, Eng JJ. Exoskeleton for post-stroke recovery of ambulation (ExStRA): study protocol for a mixed-methods study investigating the efficacy and acceptance of an exoskeleton-based physical therapy program during stroke inpatient rehabilitation // BMC Neurol.- 2020.- 20.- №1.- P.35.
<https://doi.org/10.1186/s12883-020-1617-7>
131. Marsden DL, Dunn A, Callister R, McElduff P, Levi CR, Spratt NJ. A Home- and Community-Based Physical Activity Program Can Improve the Cardiorespiratory Fitness and Walking Capacity of Stroke Survivors // J Stroke Cerebrovasc Dis.- 2016.- 25.- №10.- P.2386-2398.
<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.06.007>
132. Matsushima A, Maruyama Y, Mizukami N, Tetsuya M, Hashimoto M, Yoshida K. Gait training with a wearable curara® robot for cerebellar ataxia: a single-arm study // Biomed Eng Online.- 2021.- 20.- №1.- P.90.
<https://doi.org/10.1186/s12938-021-00929-w>
133. Mehrholz J, Pohl M, Kugler J, Elsner B. The Improvement of Walking Ability Following Stroke // Dtsch Arztebl Int.- 2018.- 115.- №39.- P.639-645.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2018.0639>
134. Mehrholz J, Thomas S, Elsner B. Treadmill training and body weight support for walking after stroke // Cochrane Database Syst Rv.- 2017.- №8.- P.CD002840. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002840.pub4>
135. Mekki M, Delgado AD, Fry A, Putrino D, Huang V. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review // Neurotherapeutics.- 2018.- 15.- №3.- P.604-617.
<https://doi.org/10.1007/s13311-018-0642-3>
136. Minhas JS, Wang X, Lavados PM, Moullaali TJ, Arima H, Billot L, Hackett ML, Olavarria VV, Middleton S, Pontes-Neto O, De Silva HA, Lee TH, Pandian JD, Mead GE, Watkins C, Chalmers J, Anderson CS, Robinson

- TG; HeadPoST Investigators. Blood pressure variability and outcome in acute ischemic and hemorrhagic stroke: a post hoc analysis of the HeadPoST study // J Hum Hypertens.- 2019.- 33.- №5.- P.411-418.
<https://doi.org/10.1038/s41371-019-0193-z>
137. Molteni F, Gasperini G, Cannaviello G, Guanziroli E. Exoskeleton and End-Effector Robots for Upper and Lower Limbs Rehabilitation: Narrative Review // PMR.- 2018.- 10.- №9.- Suppl 2.-S174-S188.
<https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2018.06.005>
138. Molteni F, Gasperini G, Gaffuri M, Colombo M, Giovanzana C, Lorenzon C, Farina N, Cannaviello G, Scarano S, Proserpio D, Liberali D, Guanziroli E. Wearable robotic exoskeleton for overground gait training in sub-acute and chronic hemiparetic stroke patients: preliminary results // Eur J Phys Rehabil Med.- 2017.- 53.- №5.- P.676-684.
<https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04591-9>
139. Moore JL, Nordvik JE, Erichsen A, Rosseland I, Bø E, Hornby TG; FIRST-Oslo Team. Implementation of High-Intensity Stepping Training During Inpatient Stroke Rehabilitation Improves Functional Outcomes // Stroke.- 2020.- 51.- №2.- P.563-570.
<https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.027450>
140. Mori H, Tamari M, Maruyama H. Relationship between walking ability of patients with stroke and effect of body weight-supported treadmill training // J Phys Ther Sci.- 2020.- 32.- №3.- P.206-209.
<https://doi.org/10.1589/jpts.32.206>
141. Munari D, Pedrinolla A, Smania N, Picelli A, Gandolfi M, Saltuari L, Schena F. High-intensity treadmill training improves gait ability, VO₂peak and cost of walking in stroke survivors: preliminary results of a pilot randomized controlled trial // Eur J Phys Rehabil Med.- 2018.- 54.- 3.-P408-418. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04224-6>
142. Musa KI, Keegan TJ. The change of Barthel Index scores from the time of discharge until 3-month post-discharge among acute stroke patients in

- Malaysia: A random intercept model // PLoS One.- 2018.- 13.- №12.- e0208594. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208594>
143. Navis A, Garcia-Santibanez R, Skliut M. Epidemiology and Outcomes of Ischemic Stroke and Transient Ischemic Attack in the Adult and Geriatric Population // J Stroke Cerebrovasc Dis.- 2019.- 28.- №1.- P.84-89. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.09.013>
 144. Papakonstantinou E, Mitsis T, Dragoumani K, Bacopoulou F, Megalooikonomou V, Chrousos GP, Vlachakis D. The medical cyborg concept // EMBnet J.- 2022/- 27/- :e1005. <https://doi.org/10.14806/ej.27.0.1005>
 145. Park J, Chung Y. The effects of robot-assisted gait training using virtual reality and auditory stimulation on balance and gait abilities in persons with stroke // NeuroRehabilitation.- 2018.- 43.- №2.- P.227-235. <https://doi.org/10.3233/NRE-172415>
 146. Park J, Kim TH. The effects of balance and gait function on quality of life of stroke patients // NeuroRehabilitation.- 2019.- 44.- №1.- P.37-41. <https://doi.org/10.3233/NRE-182467>
 147. Paternostro-Sluga T, Grim-Stieger M, Posch M, Schuhfried O, Vacariu G, Mittermaier C, Bittner C, Fialka-Moser V. Reliability and validity of the Medical Research Council (MRC) scale and a modified scale for testing muscle strength in patients with radial palsy // J Rehabil Med.- 2008.- 40.- №8.- P.665-671. <https://doi.org/10.2340/16501977-0235>
 148. Patterson S, Ross-Edwards B. Long-term stroke survivors' needs and perceptions of an exercise maintenance model of care // International Journal of Therapy and Rehabilitation.- 2009.- 16.- №12.- P.659-669.
 149. Pérez-de la Cruz S. Use of Robotic Devices for Gait Training in Patients Diagnosed with Multiple Sclerosis: Current State of the Art // Sensors (Basel).- 2022.- 22.- 7.- P.2580. <https://doi.org/10.3390/s22072580>
 150. Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for

- measurements of gait speed in healthy, older adults // J Geriatr Phys Ther.- 2013.- 36.- №1.- P.24-30. <https://doi.org/10.1519/JPT.0b013e318248e20d>
151. Picelli A, Capecchi M, Filippetti M, Varalta V, Fonte C, DI Censo R, Zadra A, Chignola I, Scarpa S, Amico AP, Antenucci R, Baricich A, Benanti P, Bissolotti L, Boldrini P, Bonaiuti D, Castelli E, Cavalli L, DI Stefano G, Draicchio F, Falabella V, Galeri S, Gimigliano F, Grigioni M, Jonsdottir J, Lentino C, Massai P, Mazzoleni S, Mazzon S, Molteni F, Morelli S, Morone G, Panzeri D, Petrarca M, Posteraro F, Senatore M, Taglione E, Turchetti G, Bowman T, Nardone A. Effects of robot-assisted gait training on postural instability in Parkinson's disease: a systematic review // Eur J Phys Rehabil Med.- 2021.- 57.- №3.- P.472-477. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06939-2>
152. Pollock A, Baer G, Campbell P, Choo PL, Forster A, Morris J, Pomeroy VM, Langhorne P. Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke // Cochrane Database Syst Rev.- 2014.- 2014.- №4.- CD001920. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001920.pub3>
153. Rabadi MH. Review of the randomized clinical stroke rehabilitation trials in 2009 // Med Sci Monit.- 2011.- 17.- №2.- RA25-43. <https://doi.org/10.12659/msm.881382>
154. Rajsic S, Gothe H, Borba HH, Sroczynski G, Vujicic J, Toell T, Siebert U. Economic burden of stroke: a systematic review on post-stroke care // Eur J Health Econ.- 2019.- 20.- №1.- P.107-134. <https://doi.org/10.1007/s10198-018-0984-0>
155. Rethnam V, Hayward KS, Bernhardt J, Churilov L. Early Mobilization After Stroke: Do Clinical Practice Guidelines Support Clinicians' Decision-Making? // Front Neurol.- 2021.- 12.- P.606525. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.606525>
156. Rodríguez-Fernández A, Lobo-Prat J, Font-Llagunes JM. Systematic review on wearable lower-limb exoskeletons for gait training in

- neuromuscular impairments // J Neuroeng Rehabil.- 2021.- 18.- №1.- P.22.
<https://doi.org/10.1186/s12984-021-00815-5>
157. Rojek A, Mika A, Oleksy Ł, Stolarczyk A, Kielnar R. Effects of Exoskeleton Gait Training on Balance, Load Distribution, and Functional Status in Stroke: A Randomized Controlled Trial // Front Neurol.- 2020.- 10.- P.1344. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01344>
 158. Rosenfeldt AB, Linder SM, Davidson S, Clark C, Zimmerman NM, Lee JJ, Alberts JL. Combined Aerobic Exercise and Task Practice Improve Health-Related Quality of Life Poststroke: A Preliminary Analysis // Arch Phys Med Rehabil.- 2019.- 100.- №5.- P.923-930.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.11.011>
 159. Routson RL, Clark DJ, Bowden MG, Kautz SA, Neptune RR. The influence of locomotor rehabilitation on module quality and post-stroke hemiparetic walking performance // Gait Posture.- 2013.- 38.- №3.- P.511-517. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.020>
 160. Saunders DH, Sanderson M, Hayes S, Kilrane M, Greig CA, Brazzelli M, Mead GE. Physical fitness training for stroke patients // Cochrane Database Syst Rev.- 2016.- 3.- №3.- CD003316.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD003316.pub6>
 161. Shapkova EY, Pismennaya EV, Emelyannikov DV, Ivanenko Y. Exoskeleton Walk Training in Paralyzed Individuals Benefits From Transcutaneous Lumbar Cord Tonic Electrical Stimulation // Front Neurosci.- 2020.- 14.- P.416. <https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00416>
 162. Shi Y, Dong W, Lin W, Gao Y. Soft Wearable Robots: Development Status and Technical Challenges // Sensors (Basel).- 2022.- 22.- №19.- P.7584. <https://doi.org/10.3390/s22197584>
 163. Shusharina N.N., Bogdanov E.A., Botman S.A., Silina E.V., Stupin V.A., Patrushev M.V. Development of the Brain-computer Interface Based on the Biometric Control Channels and Multi-modal Feedback to Provide A Human with Neuro-electronic Systems and Exoskeleton Structures to

- Compensate the Motor Functions // Biosciences Biotechnology Research Asia.- 2016.- 13.- №3.- P.1523–1536. <https://doi.org/10.13005/bbra/2295>
164. Sommerfeld DK, Gripenstedt U, Welmer AK. Spasticity after stroke: an overview of prevalence, test instruments, and treatments // Am J Phys Med Rehabil.- 2012.- 91.- №9.- P.814-820. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e31825f13a3>
 165. Spanakis M, Xylouri I, Patelarou E, Patelarou A. A Literature Review of High-Tech Physiotherapy Interventions in the Elderly with Neurological Disorders // Int J Environ Res Public Health.- 2022.- 19.- №15.- P.9233. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159233>
 166. Stinear C. Prediction of recovery of motor function after stroke // Lancet Neurol.- 2010.- 9.- 12.- P.1228-1232. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(10\)70247-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(10)70247-7)
 167. Stinear CM, Lang CE, Zeiler S, Byblow WD. Advances and challenges in stroke rehabilitation // Lancet Neurol.- 2020.- 19.- №4.- P.348-360. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30415-6](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30415-6)
 168. Suri R, Rodriguez-Porcel F, Donohue K, Jesse E, Lovera L, Dwivedi AK, Espay AJ. Post-stroke Movement Disorders: The Clinical, Neuroanatomic, and Demographic Portrait of 284 Published Cases // J Stroke Cerebrovasc Dis.- 2018.- 27.- №9.- P.2388-2397. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.04.028>
 169. Taki S, Iwamoto Y, Imura T, Mitsutake T, Tanaka R. Effects of gait training with the Hybrid Assistive Limb on gait ability in stroke patients: A systematic review of randomized controlled trials // J Clin Neurosci.- 2022.- 101.- P.186-192. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2022.04.001>
 170. Tamburella F, Lorusso M, Tramontano M, Fadlun S, Masciullo M, Scivoletto G. Overground robotic training effects on walking and secondary health conditions in individuals with spinal cord injury: systematic review // J Neuroeng Rehabil.- 2022.- 19.- №1.- P.27. <https://doi.org/10.1186/s12984-022-01003-9>

171. Tanaka H., Nankaku M., Nishikawa T., Hosoe T., Yonezawa H., Mori H., Kikuchi T., Nishi H., Takagi Y., Miyamoto S., Ikeguchi R., Matsuda S. Spatiotemporal gait characteristic changes with gait training using the hybrid assistive limb for chronic stroke patients // *Gait Posture*.- 2019.- 71.- P.205–210. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.05.003>
172. Ueno T, Marushima A, Kawamoto H, Shimizu Y, Watanabe H, Kadone H, Hiruta K, Yamauchi S, Endo A, Hada Y, Tsurushima H, Ishikawa E, Matsumaru Y, Sankai Y, Yamazaki M, Matsumura A. Staged treatment protocol for gait with hybrid assistive limb in the acute phase of patients with stroke // *Assist Technol*.- 2022.- 34.- №4.- P.437-443. <https://doi.org/10.1080/10400435.2020.1862361>
173. van Duijnhoven HJ, Heeren A, Peters MA, Veerbeek JM, Kwakkel G, Geurts AC, Weerdesteyn V. Effects of Exercise Therapy on Balance Capacity in Chronic Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis // *Stroke*.- 2016.- 47.- №10.- P.2603-2610. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.116.013839>
174. van Kammen K, Boonstra AM, van der Woude LHV, Visscher C, Reinders-Messelink HA, den Otter R. Lokomat guided gait in hemiparetic stroke patients: the effects of training parameters on muscle activity and temporal symmetry // *Disabil Rehabil*.- 2020.- 42.- №21.- P.2977-2985. <https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1579259>
175. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis // *PLoS One*.- 2014.- 9.- №2.- e87987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
176. Venketasubramanian N, Yoon BW, Pandian J, Navarro JC. Stroke Epidemiology in South, East, and South-East Asia: A Review // *J. Stroke*.- 2017.- 19.- №3.- P.286-294. <http://doi.org/10.5853/jos.2017.00234>

177. Wade DT, Collin C. The Barthel ADL Index: a standard measure of physical disability? // *Int Disabil Stud.*- 1988.- 10.- №2.- P.64-67.
<https://doi.org/10.3109/09638288809164105>
178. Walker MF, Hoffmann TC, Brady MC, Dean CM, Eng JJ, Farrin AJ, Felix C, Forster A, Langhorne P, Lynch EA, Radford KA, Sunnerhagen KS, Watkins CL. Improving the Development, Monitoring and Reporting of Stroke Rehabilitation Research: Consensus-Based Core Recommendations from the Stroke Recovery and Rehabilitation Roundtable // *Neurorehabil Neural Repair.*- 2017.- 31.- №10-11.- P.877-884.
<https://doi.org/10.1177/1545968317732686>
179. Wang Z, Molenaar PC, Newell KM. The effects of foot position and orientation on inter- and intra-foot coordination in standing postures: a frequency domain PCA analysis // *Exp Brain Res.*- 2013.- 230.- №1.- P.15-27. <https://doi.org/10.1007/s00221-013-3627-9>
180. Watanabe H, Marushima A, Kadone H, Shimizu Y, Kubota S, Hino T, Sato M, Ito Y, Hayakawa M, Tsurushima H, Maruo K, Hada Y, Ishikawa E, Matsumaru Y. Efficacy and Safety Study of Wearable Cyborg HAL (Hybrid Assistive Limb) in Hemiplegic Patients With Acute Stroke (EARLY GAIT Study): Protocols for a Randomized Controlled Trial // *Front Neurosci.*- 2021.- 15.- P.666562. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.666562>
181. Wiener J, McIntyre A, Janssen S, Chow JT, Batey C, Teasell R. Effectiveness of High-Intensity Interval Training for Fitness and Mobility Post Stroke: A Systematic Review // *PMR.*- 2019.- 11.- №8.- P.868-878.
<https://doi.org/10.1002/pmrj.12154>
182. Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR, Cramer SC, Deruyter F, Eng JJ, Fisher B, Harvey RL, Lang CE, MacKay-Lyons M, Ottenbacher KJ, Pugh S, Reeves MJ, Richards LG, Stiers W, Zorowitz RD; American Heart Association Stroke Council, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, Council on Clinical Cardiology, and Council on Quality of Care and Outcomes Research. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and

- Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association // *Stroke*.- 2016.- 47.- №6.- e98-e169. <https://doi.org/10.1161/STR.0000000000000098>
183. Woodman P, Riazi A, Pereira C, Jones F. Social participation post stroke: a meta-ethnographic review of the experiences and views of community-dwelling stroke survivors // *Disabil Rehabil*.- 2014.-36.-№24.- P.2031-2043. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.887796>
 184. Xia X, Yue W, Chao B, Li M, Cao L, Wang L, Shen Y, Li X. Prevalence and risk factors of stroke in the elderly in Northern China: data from the National Stroke Screening Survey // *J Neurol*.- 2019.- 266.- №6.- P.1449-1458. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09281-5>
 185. Xu T, Yu X, Ou S, Liu X, Yuan J, Chen Y. Efficacy and Safety of Very Early Mobilization in Patients with Acute Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis // *Sci Rep*.- 2017.- 7.- №1.- P.6550. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06871-z>
 186. Yang HC, Lee CL, Lin R, Hsu MJ, Chen CH, Lin JH, Lo SK. Effect of biofeedback cycling training on functional recovery and walking ability of lower extremity in patients with stroke // *Kaohsiung J Med Sci*.- 2014.- 30.- №1.- P.35-42. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2013.07.006>
 187. Yap KH, Azmin S, Che Hamzah J, Ahmad N, van de Warrenburg B, Mohamed Ibrahim N. Pharmacological and non-pharmacological management of spinocerebellar ataxia: A systematic review // *J Neurol*.- 2022.- 269.- №5.- P.2315-2337. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10874-2>
 188. Yeung LF, Lau CCY, Lai CWK, Soo YOY, Chan ML, Tong RKY. Effects of wearable ankle robotics for stair and over-ground training on sub-acute stroke: a randomized controlled trial // *J Neuroeng Rehabil*.- 2021.- 18.- №1.- P.19. <https://doi.org/10.1186/s12984-021-00814-6>
 189. Zhang M, Wang Q, Jiang Y, Shi H, Peng T, Wang M. Optimization of Early Mobilization Program for Patients With Acute Ischemic Stroke: An

Orthogonal Design // Front Neurol.- 2021.- 12.- P.645811.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.645811>

190. Zhang X, Yue Z, Wang J. Robotics in Lower-Limb Rehabilitation after Stroke // Behav Neurol.- 2017.- 2017.- P.3731802.
<https://doi.org/10.1155/2017/3731802>