

Государственное бюджетное
учреждение здравоохранения
Московской области

Московский областной
научно-исследовательский
клинический институт
им. М.Ф. Владимирского

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ
БОЛЬНЫХ РАССЕЯННЫМ
СКЛЕРОЗОМ, ИМЕЮЩИХ
НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ,
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЭКЗОСКЕЛЕТА **EXOATLET****

**Котов С.В., Исакова Е.В.,
Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б.,
Письменная Е.В., Петрушанская К.А.,
Геворкян А.А.**

МОСКВА 2018

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ, ИМЕЮЩИХ НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКЗОСКЕЛЕТА EXOATLET

АВТОРЫ:

Котов С.В. — доктор медицинских наук, профессор, руководитель неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Исакова Е.В. — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Лиждвой В.Ю. — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского

Секирин А.Б. — кандидат медицинских наук, руководитель отделения физиотерапии и реабилитации.

Письменная Е.В. — кандидат технических наук, доцент, научный руководитель проекта ЭкзоАтлет, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института механики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова».

Петрушанская К.А. — кандидат биологических наук, ООО «ЭкзоАтлет», Москва.

Геворкян А.А. — врач неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского.

Методические рекомендации посвящены применению в клинической практике нейрореабилитационной методики восстановления ходьбы с использованием экзоскелета ЭкзоАтлет у пациентов с рассеянным склерозом. Подробно описаны показания и противопоказания, порядок осуществления и требования по безопасности применения методики. Издание предназначено неврологам, специалистам по медицинской реабилитации, физиотерапевтам, врачам лечебной физкультуры и другим специалистам, участвующим в лечении и реабилитации больных рассеянным склерозом.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПЕРВИЧНАЯ БЕСЕДА С ПАЦИЕНТОМ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ СУЩНОСТИ ПРОЦЕДУР И ВЫЯВЛЕНИЯ МОТИВИРОВАННОСТИ БОЛЬНОГО	7
2. КЛИНИКО-НЕВРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ	9
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКЗОСКЕЛЕТА EXOATLET	10
4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕНИРОВКИ	11
5. СОСТАВ КОМАНДЫ СПЕЦИАЛИСТОВ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИОННУЮ ПРОЦЕДУРУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКЗОСКЕЛЕТА EXOATLET	12
6. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА	12
7. СХЕМА ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА	13
8. НАВЫКИ, ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ НА ТРЕНИРОВКАХ	14
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Информированное согласие на проведение процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet	18
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Шкала Expanded Disability Status Scale (EDSS)	19
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Британская шкала оценки мышечной силы. Medical Research Council Weakness Scale sums core (MRC-SS)	24
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Модифицированная шкала Ashworth для клинической оценки мышечного тонуса. Modified Ashworth Scale (MAS)	25
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	26

ВВЕДЕНИЕ

Рассеянный склероз (РС) — хроническое воспалительное аутоиммунное нейродегенеративное заболевание центральной нервной системы. Распространенность РС составляет 30–120 человек на 100 000 населения, причем в России наблюдается средняя распространенность около 50 на 100 000.

Патогенез заболевания весьма сложен и до настоящего времени полностью не изучен. Известно, что большую роль на начальном этапе заболевания играет активация Т-лимфоцитов с появлением у них аутоантигенных свойств, направленных на белки миелина центральной нервной системы. В дальнейшем происходит прорыв активированных лимфоцитов через поврежденный гематоэнцефалический барьер, активация В-лимфоцитов и микроглии, развитие очагов воспаления и демиелинизации аксонов проводящих путей головного и спинного мозга. Такие события, обозначаемые как обострения или «атаки» РС неоднократно повторяются. С течением заболевания частота и интенсивность обострений, как правило, снижается, однако на смену частично обратимой демиелинизации приходит процесс нейродегенерации, приводящий к постепенному, но неуклонному нарастанию неврологического дефицита [Котов С.В. и соавт., 2012, Завалишин И.А. и соавт., 2014].

Все лекарственные препараты, изменяющие течение РС (ПИТРС), оказывают воздействие на воспалительный компонент патогенеза РС и лишь косвенно, урежая обострения и снижая их тяжесть, влияют на активность нейродегенеративного процесса [Котов С.В., 2011]. Поэтому ПИТРС наиболее эффективны на первых этапах развития заболевания, при ремиттирующем течении. На этапе вторично-прогредиентного развития заболевания эффективность ПИТРС снижается, а после достижения пациентом 6,5 и более баллов по расширенной шкале инвалидизации (Expanded Disability Status Scale, EDSS) [Kurtzke J.F., 1983] использование этих средств бесперспективно, поскольку воспалительный компонент исчерпан, а нейродегенерация этими препаратами не подавляется. Поэтому на этапе вторично-прогредиентного течения РС проблема реабилитационного лечения больных оказывается весьма актуальной.

Прогрессирование заболевания сопровождается нарушением различных функций и постепенно приводит к формированию

тяжелого неврологического дефицита, причем расстройства движений и равновесия, приводящие к нарушению поддержания позы и ходьбы, снижению мобильности, обнаруживаются у абсолютного большинства пациентов. При прогрессировании РС нарастание двигательных нарушений и функции ходьбы оказывают негативное влияние на уровень повседневной активности и качество жизни пациентов, ограничивает возможности лекарственной терапии, поэтому восстановление функции ходьбы у больных РС является одной из ведущих задач реабилитации. Для восстановления ходьбы ранее уже использовались различные методики лечебной физкультуры и физического воздействия, как общего плана, например – аэробические упражнения малой и средней интенсивности, так и тренировки ходьбы, в том числе – с использованием тредмила и частичной разгрузки веса тела.

Использование роботов, в том числе управляемых компьютером, в последние годы является одним из основных направлений нейрореабилитации. С целью тренировки ходьбы были разработаны роботизированные ортезы, при этом было показано, что роботизированное ассистирование ходьбе на тредмиле позволяло более эффективно поддерживать движения пациента, имитируя при этом близкую к нормальным показателям походку у пациентов с РС. Было отмечено увеличение скорости ходьбы и возрастание силы мышц-разгибателей коленного сустава. В одном из последних исследований показано улучшение ходьбы в виде удлинения дистанции, однако это изменение фиксировалось на коротких расстояниях. Одновременно было отмечено улучшение равновесия, что авторы связали с укреплением мышц-разгибателей коленного сустава. Важным аспектом было и улучшение психического состояния больных. Авторы отметили сохранение результатов курса в течение 3 месяцев и связали их с продолжительностью занятий (12 сеансов в течение 6 недель, 2 сеанса в неделю). В приведенных и других подобных исследованиях использовались различные роботизированные системы, привлекались пациенты с различной выраженностью неврологического дефицита по шкале EDSS, но, тем не менее, была показана эффективность данного нейрореабилитационного подхода, что подчеркивает актуальность дальнейших исследований в этом направлении.



Рис. 1. Пациент Ч. выполняет тренировку ходьбы в экзоскелете

В настоящее время в реабилитационную практику в Российской Федерации внедряется экзоскелет ExoAtlet, который предназначен для социальной адаптации и медицинской реабилитации пациентов с двигательными нарушениями нижних конечностей вследствие заболеваний опорно-двигательного аппарата и нервной системы, перенесенных травм и операций. Экзоскелет представляет собой роботизированное устройство, оказывающее ассистирование поддержания вертикальной позы и ходьбы в процессе нейрореабилитационной процедуры (рис. 1). Проведены пилотные исследования для оценки эффективности применения экзоскелета ExoAtlet у больных после спинальной травмы, оперативных вмешательств на позвоночнике, после инсульта.

1. ПЕРВИЧНАЯ БЕСЕДА С ПАЦИЕНТОМ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ СУЩНОСТИ ПРОЦЕДУР И ВЫЯВЛЕНИЯ МОТИВИРОВАННОСТИ БОЛЬНОГО

В процессе ознакомительной беседы врач сообщает больному РС, высказавшему пожелание пройти курс восстановительного лечения с помощью экзоскелета ExoAtlet, информацию о приборе, методике тренировок, выясняет наличие показаний и противопоказаний к применению метода, а также сообщает о возможных нежелательных явлениях при использовании экзоскелета ExoAtlet и предлагает подписать информированное согласие (Приложение 1).

Пациенту предлагается провести курс восстановительного лечения с помощью экзоскелета ExoAtlet. Ему разъясняется, что нейрореабилитационное лечение направлено на восстановление нарушенных функций, но не оказывает влияния на течение РС, поэтому важным условием эффективности реабилитации является регулярный прием ПИТРС в соответствии с рекомендациями лечащего врача.

Врач объясняет, что этот метод основан на ассистировании движений нижних конечностей с использованием экзоскелета ExoAtlet. Во время занятия на пациента будет надет экзоскелет ExoAtlet, который будет осуществлять помощь в выполнении шаговых движений, навязывая при этом правильную биомеханику ходьбы. Пациент будет передвигаться в экзоскелете ExoAtlet, следуя инструкциям врача.

У пациентов, находящихся на стационарном лечении длительность одного занятия составляет от 30 до 90 минут, курс лечения составляет 10 процедур, ежедневно, кроме субботы и воскресения.

Изучаются базовые показатели пациента, необходимые для проведения процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet:

- возраст старше 18 лет,
- рост от 160 до 190 см,
- масса тела не более 100 кг,
- относительная сохранность функций верхних конечностей.

Изучается наличие показаний для применения нейрореабилитационных процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet:

- РС, ремиттирующее или вторично-прогрессирующее течение.
- Отсутствие обострения РС в течение не менее 1 месяца до начала реабилитационных занятий.

- Наличие спастического монопареза ноги или нижнего спастического парапареза, с наличием атактических, сенсорных расстройств или без них.
- Оценка по шкале EDSS от 3 до 7 баллов (Приложение 2).
- Сохранность речевого общения.
- Отсутствие клинически значимых гемодинамических нарушений.

Изучаются базовые противопоказания к применению экзоскелета:

- Соматическая патология в стадии субкомпенсации, декомпенсации.
- Острый тромбоз, тромбоз флебит, лимфедема нижних конечностей, варикозное расширение вен или трофические нарушения в местах крепления экзоскелета.
- Неспособность длительно находиться в вертикальном положении, вследствие ортостатических расстройств гемодинамики.
- Эпилепсия с повторяющимися простыми и/или генерализованными приступами вне состояния медикаментозной ремиссии.
- Другие пароксизмальные нарушения сознания.
- Выраженная мышечная спастичность или её значительное увеличение после процедуры ходьбы в экзоскелете.
- Недостаточность кровообращения выше 2 А класса.
- Инфаркт миокарда менее 6 месяцев назад.
- Патологические образования аорты, крупных периферических артерий и артерий головного мозга (аневризмы, мальформации, гемодинамически значимые стенозы, окклюзии и др.).
- Заболевания опорно-двигательного аппарата, препятствующие нейрореабилитационной процедуре (анкилозы и/или контрактуры суставов нижних конечностей, воспалительные и дегенеративные заболевания – выраженный артроз, острый артрит и др.).
- Нарушение целостности кожных покровов в местах контакта частей экзоскелета с кожей пациента.

Изучается наличие противопоказаний для применения нейрореабилитационных процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet у больного РС:

- Срок, прошедший после купирования обострения заболевания – менее 4 недель.

- Оценка менее 3 или более 7 баллов по шкале EDSS.
- Наличие нижней моноплегии или параплегии, с нарушением чувствительности или без него.
- Оценка более 3 баллов в разделе «Мозжечковые функции» по шкале EDSS.
- Оценка более 3 баллов в разделе «Функции мышления» по шкале EDSS.
- Неадекватные ортостатические реакции.

В результате проведенной беседы врач делает заключение: Противопоказаний для проведения курса нейрореабилитации с использованием экзоскелета ExoAtlet не выявлено.

Вся процедура проведения данного исследования является безопасной и не несет каких-либо рисков для Вашего здоровья. При возникновении каких-либо негативных явлений, или по Вашему желанию, процедура прерывается на любом этапе.

2. КЛИНИКО-НЕВРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ

Клинико-неврологическое исследование проводится с целью выявления ведущего неврологического синдрома (нижний спастический монопарез или парапарез, с наличием атактических, сенсорных расстройств или без них.). Для количественной оценки двигательных нарушений и мышечного тонуса используются специальные шкалы.

Оценка мышечной силы осуществляется с помощью Британской шкалы оценки мышечной силы. Medical Research Council Weakness Scale sums core (MRC-SS) (Приложение 3).

Оценка мышечного тонуса осуществляется с помощью Модифицированной шкалы Ashworth для клинической оценки мышечного тонуса Modified Ashworth Scale (MAS) (Приложение 4).

В случае выявления грубого расстройства координации движений, проведение процедур с применением экзоскелета ExoAtlet невозможно, поскольку при выраженной мозжечковой атаксии затруднен самоконтроль движений, необходимый для полноценного проведения процедуры.

Процесс тренировок затрудняется также при значительных когнитивных нарушениях. С целью тестирования состояния когнитивных функций проводится оценка в разделе «Функции мышления» по шкале EDSS.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАНИЙ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЙ ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕДУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКЗОСКЕЛЕТА EXOATLET

Показанием для проведения реабилитационных процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet больным РС является спастический парез нижней конечности (изолированный или в структуре парапареза), с повышением мышечного тонуса или без такового, с чувствительными расстройствами или без них, при этом пациент должен иметь оценку по шкале EDSS от 3 до 7 баллов, сохранять способность к речевому общению. Необходима сохранность зрительных функций не менее 4 баллов по разделу «Зрительная функция» EDSS. Пациент должен иметь когнитивный уровень не более 3 баллов в разделе «Функции мышления» по шкале EDSS, то есть не более чем умеренное когнитивное снижение. При проведении ортостатической пробы у больного должны выявляться нормальные показатели реактивности сердечно-сосудистой системы.

Противопоказанием для проведения процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet является: нижняя моноплегия или параплегия, что препятствует самостоятельному поддержанию пациентом вертикального положения, оценка по шкале EDSS менее 3, при этом пациент не нуждается в роботизированной двигательной реабилитации, или больше 7 баллов, что свидетельствует об отсутствии реабилитационного потенциала на момент обследования, снижение остроты зрения, не позволяющее ориентироваться в пространстве, наличие атактических нарушений, препятствующее проведению занятий, наличие грубых когнитивных расстройств, затрудняющих общение и понимание задания, повышение мышечного тонуса в нижних конечностях более 2 баллов по Модифицированной шкале Ashworth для клинической оценки мышечного тонуса. В таком случае рекомендуется консультация пациента врачом — специалистом по ботулинотерапии для решения вопроса о целесообразности лечения, а пациенту рекомендуется повторный осмотр для принятия решения по этому пункту через 3–4 недели после курса ботулинотерапии. В каждом случае решение о наличии показаний и противопоказаний, возможности проведения реабилитационных занятий должен решаться индивидуально с участием лечащего врача — невролога, специалиста по лечебной

физкультуре, психолога, социального работника и других членов мультидисциплинарной реабилитационной бригады.

Показания и противопоказания для реабилитационных процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet суммированы в Таблице 1.

Таблица 1. Показания и противопоказания для реабилитационных процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet

ПОКАЗАНИЯ	ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ
Спастический парез нижней конечности (изолированный или в структуре паразпареза), с повышением мышечного тонуса или без такового, с чувствительными расстройствами или без них у больного РС.	Нижняя моноплегия или параплегия. Снижение остроты зрения до степени, не позволяющей использовать зрительную ориентацию в пространстве при выполнении процедуры с использованием экзоскелета ExoAtlet. Когнитивные, зрительные или мозжечковые расстройства, затрудняющие понимание заданий, которые необходимо выполнять в процессе тренировок с использованием экзоскелета ExoAtlet. Оценка по EDSS менее 3 баллов. Оценка по EDSS более 7 баллов. Повышение мышечного тонуса в нижних конечностях более 2 баллов по Модифицированной шкале Ashworth для клинической оценки мышечного тонуса.

4. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТРЕНИРОВКИ

В данном разделе перечислены только устройства и приспособления, используемые в ходе сеансов нейрореабилитации. Все необходимые дополнительные устройства для технического обслуживания экзоскелета и методы эксплуатации изложены в руководстве пользователя экзоскелета ExoAtlet.

1. Экзоскелет ExoAtlet.
2. «Умный» костыль.
3. Планшет с программой «ExoAtlet» для управления экзоскелетом.
4. Два подлокотных костыля (правый и левый).
5. Брусья параллельные напольные длиной не менее 3 метров, с возможностью регулировки ширины хвата и высоты.
6. Стул без спинки и подлокотников шириной более 50 см с регулировкой высоты от 47 до 57 см.

7. Зеркало напольное в рост человека.
8. Сервер тренировок.
9. Wi-Fi-роутер.
10. Устройство для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела (для пациентов с выраженным нарушением опорной реакции и атаксией).

5. СОСТАВ КОМАНДЫ СПЕЦИАЛИСТОВ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИОННУЮ ПРОЦЕДУРУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКЗОСКЕЛЕТА ECHOATLE

Минимальный состав команды специалистов, осуществляющих нейрореабилитационную процедуру с использованием экзоскелета EchoAtlet включает лечащего врача — невролога, мониторирующего витальные функции и неврологический статус, врача лечебной физкультуры, выполняющего тренировку и управление экзоскелетом EchoAtlet, а также инструктора ЛФК (мужчина) для страховки пациента от падения и перенастраивания экзоскелета под конкретного пользователя. В случае использования устройства для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела требуется отдельный инструктор ЛФК, управляющий этим устройством, причем используемое устройство может быть как довольно простым («ходунки»), так и сложным медицинским изделием (вертикализатор балансирующий).

6. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА

В процессе тренировки осуществляется мониторинг самочувствия и состояния пациента:

- регулярный речевой контакт с пациентом;
- мониторинг частоты пульса и показателей артериального давления;
- мониторинг сатурации крови с помощью портативного пульсоксиметра.

Появление у пациента субъективных признаков снижения функционального уровня в виде ощущения усталости, слабости, появления болевых ощущений является показанием к временному прекращению тренировочного процесса (пауза отдыха 3—5 минут).

При мониторинговании гемодинамических показателей признаками, указывающими на необходимость прекращения тренировочного процесса, являются:

- Увеличение ЧСС на 30 ударов в минуту по сравнению с исходным показателем, зарегистрированным у пациента после облачения его в экзоскелет и перехода его в вертикальное положение.
- Повышение САД на 20 мм рт. ст. по сравнению с исходным показателем.
- Повышение ДАД на 10 мм рт. ст. по сравнению с исходным показателем.
- Снижение показателя сатурации крови менее 95%.

7. СХЕМА ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА

Интенсивность тренировок: при реабилитации стационарного больного тренировка продолжается 5 дней в неделю в течение 2 недель. При реабилитации в амбулаторном режиме – 2–3 раза в неделю, при этом срок тренировок увеличивается до 6–8 недель. Оптимальным является сочетание стационарного (не менее 3–5 тренировочных дней) и амбулаторного (по 2–3 раза в неделю на протяжении 4–6 недель) этапов, что позволяет пациенту комфортно адаптироваться к занятиям на первом этапе и начать применять навыки, полученные в процессе тренировок на втором, амбулаторном этапе.

Длительность тренировки: от 30 до 90 минут, в зависимости от состояния пациента.

Средняя длительность ходьбы во время тренировки определяется эмпирически в зависимости от физических возможностей пациента. При этом нагрузка в виде одномоментно пройденной дистанции повышается ежедневно, в зависимости от самочувствия пациента. Рекомендуется начинать с минимальных нагрузок для лучшей адаптации к ним – от 5 минут на первой тренировке, постепенно увеличивая время до 40–60 минут. Длительность тренировки зависит от самочувствия пациента и овладения им навыков уверенной самостоятельной ходьбы. Обязательным условием при проведении тренировок ходьбы у больных РС является организация перерывов на отдых не реже чем после каждых 15–20 минут непрерывных занятий.

Первая тренировка включает:

- измерение показателей пациента для настройки экзоскелета,
- примерку экзоскелета,
- овладение первыми навыками устойчивого положения в вертикальном состоянии.

8. НАВЫКИ, ОТРАБАТЫВАЕМЫЕ НА ТРЕНИРОВКАХ

В зависимости от состояния пациента и его физической подготовки, возможно, начало тренировок как с устройства, для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела, брусьев или костылей.



Рис. 2. Процесс тренировки с использованием костылей пациентки с EDSS 6 баллов, использующей для повседневного передвижения «ходунки» (на заднем плане)

Выбор стартовой стратегии тренировок осуществляется с учетом физических возможностей пациента:

- Мышечная сила паретичной нижней конечности 1–2 балла – устройство, для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела.
- Мышечная сила паретичной нижней конечности 3–4 баллов – начало тренировок с брусьев или костылей (рис. 2).
- Мышечная сила паретичной верхней конечности 2–3 балла – устройство, для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела.
- Мышечная сила паретичной верхней конечности 3–4 балла – начало тренировок с брусьев (рис. 3).
- Мышечная сила паретичной верхней конечности 4–5 баллов – начало тренировок с костылей.

Бригаде специалистов необходимо очень взвешенно подходить к выбору стартовой стратегии, поскольку использование чрезмерно щадящего режима, например, устройства для пассивного поддержания вертикальной позы у пациента, имеющего достаточный реабилитационный потенциал, может привести к ухудшению функциональных возможностей.



Рис. 3. Процесс тренировки с использованием экзоскелета и параллельных брусьев пациентки с EDSS 7 баллов

литационный потенциал для использования брусьев или костылей, будет приводить к снижению результативности реабилитационного процесса и формированию у пациента патерналистского отношения «младшего партнера», что в дальнейшем, даже при эффективной реабилитации, будет замедлять ресоциализацию пациента.

При начале тренировок с устройства, для пассивного поддержания вертикальной позы пациента с частичной разгрузкой веса тела, переход на брусья следует осуществлять с 3–4 занятия. При начале тренировок с брусьев, переход на костыли следует осуществлять также с 3–4 занятия, вначале при ходьбе на месте и далее при ходьбе вперёд. В зависимости от скорости овладения навыками консилиум специалистов в составе лечащего врача – невролога и врача ЛФК может как замедлять введение новых навыков, так и ускорять их.

Примерная схема тренировок:

Первое занятие:

1. Вставание с поддержкой страхующего.
2. Овладение первыми навыками устойчивого положения в вертикальном состоянии.
3. Перенос веса тела с одной ноги на другую с опорой на брусья или костыли.
4. Ходьба на месте.
5. Отработка перестановки рук в соответствии с фазой движения при ходьбе.
6. Ходьба вперед, поворот на месте
7. Сесть на стул с поддержкой страхующего.

Второе занятие:

1. Вставание с поддержкой страхующего.
2. Ходьба на месте в качестве разминки.
3. Отработка перестановки рук в соответствии с фазой движения при ходьбе.
4. Ходьба вперёд, поворот на месте.
5. Сесть на стул с поддержкой страхующего.

Третье занятие:

1. Вставание с поддержкой страхующего.
2. Ходьба на месте в качестве разминки.
3. Отработка переустановки рук.

4. Ходьба вперед, поворот на месте.
5. Сесть на стул с поддержкой страхующего.

Четвертое и последующие занятия:

1. Вставание с поддержкой страхующего.
2. Ходьба на месте в качестве разминки.
3. Отработка перестановки рук.
4. Ходьба вперед.
5. Отработка навыков изменение траектории движения — упражнение «змейка».
6. Повороты без остановки при ходьбе.
7. Сесть на стул с поддержкой страхующего.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод нейрореабилитации с использованием экзоскелета ExoAtlet — новый современный метод, включающий индивидуальные занятия с применением роботизированного девайса для восстановления функции ходьбы. Применение данного метода позволяет решить ряд задач по реабилитации:

- Поддержка вертикальной позы, пациентов, не способных самостоятельно ее поддерживать — вертикализация.
- Частичное ассистирование акта ходьбы, что позволяет тренировать локомоторную функцию пациента.
- Навязывание физиологически и биомеханически правильного паттерна ходьбы, что позволяет повысить энергоэффективность передвижения.
- Истинное перемещение в пространстве пациентов, не способных это осуществить.
- Консолидация интегративной деятельности головного мозга в результате мультимодальной стимуляции (тактильная, проприоцептивная, зрительная).
- Стабилизация эмоционально-аффективной сферы пациента в результате достижения вертикализации, возобновления ходьбы и истинного передвижения в пространстве.

Приведенные рекомендации по применению экзоскелета ExoAtlet в процессе нейрореабилитации позволят специалистам, занятым в реабилитационном процессе, включить с спектр своей деятельности новый высокоэффективный метод.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Информированное согласие на проведение процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet

Я, _____

_____ ,
согласен на проведение процедур с применением экзоскелета ExoAtlet.

Я полностью информирован о целях и порядке проведения курса лечения. Мне была дана возможность задать врачу вопросы по всем аспектам лечения. Получив все разъяснения, я согласен сотрудничать с врачом _____

_____ по всем вопросам, связанным с проведением процедур с использованием экзоскелета ExoAtlet.

Пациент _____ Подпись

Врач-исследователь _____ Подпись

Дата: _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Шкала Expanded Disability Status Scale (EDSS)

По всем разделам 0 баллов – обозначает отсутствие изменений.

Зрительная функция (ФС 1)

0. Норма.
1. Бледность диска и/или небольшая скотома и/или острота зрения (с коррекцией) на худшем глазу менее 30/30 (1,0 острота зрения – 10 строка таблицы оценки остроты зрения Смвцева), но более 20/30 (0,67 – 6–7 строка).
2. На худшем глазу большая скотома и/или максимальная острота зрения (с коррекцией) на худшем глазу менее 20/30 до 20/59 (0,67–0,34 – 6–3 строка).
3. На худшем глазу большая скотома или умеренное сужение поля зрения и/или максимальная острота зрения (с коррекцией) от 20/60 до 20/99 (0,33–0,2 – 3–2 строка).
4. На худшем глазу выраженное сужение поля зрения и/или максимальная острота зрения (с коррекцией) от 20/100 до 20/200 (0,1–0,2 – 2–1 строка); нарушения, перечисленные в п. 3, и максимальная острота зрения на лучшем глазу не более 20/60 (0,3 – 3 строка).
5. На худшем глазу максимальная острота зрения (с коррекцией) менее 20/200 (ОД); нарушения, перечисленные в п. 4, и максимальная острота зрения на лучшем глазу не более 20/60 (0,3 – 3 строка).
6. Нарушения, перечисленные в п. 5, и максимальная острота зрения на лучшем глазу не более 20/60 (0,3 – 3 строка).

Стволовые функции (ФС 2)

0. Норма.
1. Признаки нарушений без инвалидизации*.
2. Умеренный нистагм и/или другие легкие нарушения.
3. Выраженный нистагм и/или выраженная слабость глазодвигательных мышц и/или умеренное нарушение функций других черепно-мозговых нервов.
4. Выраженная дизартрия и/или другие выраженные нарушения.

5. Неспособность глотать и/или говорить.

* — Минимальные патологические симптомы, о которых больной не знает.

Пирамидные функции (ФС 3)

0. Норма.

1. Признаки нарушений без инвалидизации*.

2. Минимальная инвалидизация, больной жалуется на утомляемость при ходьбе и/или нарушение 4-й степени в одной или двух мышечных группах.

3. Легкий или умеренный парапарез или гемипарез (обычно 4-й степени в более чем двух мышцах или 3-й степени в одной или двух мышцах), движения против силы тяжести в полном объеме; или тяжелый монопарез 2-й или меньшей степени в одной мышечной группе.

4. Выраженный парапарез или гемипарез (обычно 2-й степени в 2 конечностях) или умеренный тетрапарез (3-й степени в 3 или 4 конечностях) или моноплегия (0-й или 1-й степени в одной конечности).

5. Параплегия 0-й или 1-й степени во всех мышечных группах нижних конечностей или гемиплегия или выраженный тетрапарез (2-й или меньшей степени в 3 или 4 конечностях).

6. Тетраплегия (0-й или 1-й степени во всех мышечных группах верхних и нижних конечностей).

* — Минимальные патологические симптомы, о которых больной не знает.

Мозжечковые функции (ФС 4)

0. Норма.

1. Признаки нарушений без инвалидизации*.

2. Легкая атаксия.

3. Умеренная атаксия туловища и/или умеренная атаксия конечностей.

4. Выраженная атаксия всех конечностей и/или туловища.

5. Неспособность выполнять координированные движения из-за атаксии.

* — Минимальные патологические симптомы, о которых больной не знает.

Сенсорные функции (ФС 5)

0. Норма.
1. Легкое снижение только вибрационной или двумерно-пространственной чувствительности в 1 или 2 конечностях.
2. Легкое снижение тактильной или болевой или мышечно-суставной чувствительности и/или умеренное снижение вибрационной чувствительности в 1 или 2 конечностях; или легкое снижение только вибрационной или двумерно-пространственной чувствительности в 3 или 4 конечностях.
3. Умеренное снижение тактильной и болевой или мышечно-суставной чувствительности и/или почти полная потеря вибрационной чувствительности в 1 или 2 конечностях; или легкое снижение тактильной или болевой и/или умеренное снижение всех видов проприоцептивной чувствительности в 3 или 4 конечностях.
4. Выраженное снижение тактильной или болевой или проприоцептивной чувствительности изолированно одновременно в 1 или 2 конечностях; или умеренное снижение тактильной или болевой и/или выраженное снижение всех видов проприоцептивной чувствительности более чем в 2 конечностях.
5. Потеря (почти полная) чувствительности в 1 или 2 конечностях; или умеренное снижение тактильной или болевой и/или потеря проприоцептивной чувствительности в большей части тела ниже головы.
6. Чувствительность почти полностью отсутствует во всем теле ниже головы.

Функции мочевого пузыря и кишечника (ФС 6)

0. Норма.
1. Небольшая неуверенность при мочеиспускании, императивные позывы и/или задержка стула.
2. Умеренная неуверенность при мочеиспускании и/или императивные позывы и/или редкое недержание и/или выраженная задержка стула.
3. Частое недержание мочи или периодическая самокатетеризация, постоянная необходимость в клизмах или ручных манипуляциях для опустошения кишечника.
4. Необходимость почти постоянной катетеризации.

5. Потеря функции мочевого пузыря, постоянный катетер, введенный чрезкожно или через мочеиспускательный канал.
6. Потеря функции кишечника и мочевого пузыря.

Функции мышления (ФС 7)

0. Норма.
1. Только колебания настроения/небольшая утомляемость (не влияет на балл EDSS).
2. Небольшое снижение интеллекта/умеренная или выраженная утомляемость.
3. Умеренное снижение интеллекта.
4. Выраженное снижение интеллекта.
5. Деменция.

При оценке ФС1 (зрительная функция) оценка проводится по худшему глазу. Перед определением степени повреждения данной функциональной системы, необходим осмотр офтальмолога с определением остроты зрения с коррекцией и без неё, осмотр глазного дна, определение полей зрения.

При оценке ФС3 (пирамидная функция) оценка производится по худшей из поражённых конечностей. При наличии жалоб, но отсутствии объективных изменений, поражение данной функциональной системы оценивается, как поражение 1 степени тяжести.

При оценке ФС5 (сенсорная функция) производится оценка не только болевой и температурной, но и проприоцептивной чувствительности. Для оценки вибрационной чувствительности используют камертоны с частотами 64–128 Гц. В норме ощущение вибрации при частоте 128 Гц – 9–11 сек., 64 Гц – 18–22 сек. Наиболее часто предъявляемые больными жалобы на парестезии в оценке степени поражения ФС5 не учитываются.

При оценке ФС7 (функция мышления) депрессия и эйфория приравниваются к 1 степени тяжести повреждения.

Алгоритм подсчёта EDSS

Основным показателем при подсчёте баллов по шкале EDSS является способность больного к самостоятельному передвижению. Если больной способен пройти без поддержки более 500 метров, то суммируются все остальные функциональные системы.

Если без поддержки больной может пройти меньше 500 метров, на первый план выходит функция ходьбы (по шкале EDSS 4,5 балла и выше). Стадии EDSS ниже 4-х баллов характеризуют пациентов, способных проходить без поддержки более 500 м, а точная стадия определяется баллами оценки ФС.

Стадии между 4,0 и 5,0 баллами определяются как баллами оценки ФС, так и пройденным расстоянием. Общее правило — балл определяется по самому низкому из этих двух показателей.

Стадии 5,5–8,0 баллов определяются исключительно пройденным расстоянием, использованием кресла-коляски или необходимостью помощи при перемещении.

Балл EDSS не должен быть ниже любого из баллов ФС (кроме зрения и ФС кишечника/мочевого пузыря).

В определение стадий 6,0 и 6,5 баллов включено как описание необходимой поддержки, так и расстояние ходьбы. Если пациент может пройти более 100 м с двумя тростями или костылями, его состояние оценивается баллом 6,0. Если пациент может пройти значительно более 10 м, но не более 100 м с двумя тростями или костылями, его состояние оценивается как 6,5 баллов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3.

Британская шкала оценки мышечной силы. Medical Research Council Weakness Scale sums core (MRC-SS)

Балл	Характеристика силы мышцы	Соотношение силы пораженной и здоровой мышц в %	Степень пареза
5	Движение в полном объёме при действии силы тяжести с максимальным внешним противодействием	100	Нет
4	Движение в полном объёме при действии силы тяжести и при небольшом внешнем противодействии	75	Лёгкий
3	Движение в полном объёме при действии силы тяжести	50	Умеренный
2	Движение в полном объёме в условиях разгрузки*	25	Выраженный
1	Ощущение напряжения при попытке произвольного движения	10	грубый
0	Отсутствие признаков напряжения при попытке произвольного движения	0	плегия

ПРИЛОЖЕНИЕ 4.

Модифицированная шкала Ashworth для клинической оценки мышечного тонуса. Modified Ashworth Scale (MAS)

Балл	Описание
0	Нет увеличения мышечного тонуса
1	Незначительное увеличения мышечного тонуса, проявляющееся хватанием, напряжением и расслаблением при минимальном сопротивлении в конце движения, когда пораженная часть(и) совершает движение в сгибателях или разгибателях
2	Более заметное увеличение мышечного тонуса практически во всем объеме движения, но движение производится легко
3	Значительное увеличение мышечного тонуса, пассивные движения затруднены
4	Пораженные части ригидны при сгибании или разгибании

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бойко А.Н., Гусева М.Е., Сиверцева С.А.* Немедикаментозные методы лечения и образ жизни при рассеянном склерозе. М: ГЭОТАР-Медиа; 2015.
2. *Гусев Е.И., Бойко А.Н.* Рассеянный склероз: достижения десятилетия. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2007; 107 (S4): 4-13.
3. *Даминов В.Д.* Роботизированная локомоторная терапия в нейрореабилитации. Вестник восстановит. мед. 2012; 1: 54-59.
4. *Завалишин И.А., Пирадов М.А., Бойко А.Н.* Аутоиммунные заболевания в неврологии. Клиническое руководство / Москва, 2014. Том 1.
5. *Котов С.В.* Основы клинической неврологии. Москва, ГЭОТАР-Медиа. 2011. Сер. Библиотека врача-специалиста. Неврология.
6. *Котов С.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б., Петрушанская К.А., Письменная Е.В.* Эффективность применения экзоскелета ЕхоАтлет для восстановления функции ходьбы у больных рассеянным склерозом. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2017; 117(10): 41-47.
7. *Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Фролов А.А., Павлова О.Г., Курганская М.Е., Бирюкова Е.В.* Реабилитация больных, перенесших инсульт, с помощью биоинженерного комплекса «интерфейс мозг-компьютер + экзоскелет». Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2014; 114 (12-2): 66-72.
8. *Котов С.В., Якушина Т.И., Лиждвой В.Ю.* Клинико-эпидемиологические аспекты рассеянного склероза в Московской области. Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2012; 112 (3): 60-62.
9. *Кубряк О.В., Гроховский С.С., Исакова Е.В., Котов С.В.* Биологическая обратная связь по опорной реакции: методология и терапевтические аспекты. Москва, ИПЦ «Маска; 2015: 128.
10. *Попова Е.В., Бойко А.Н., Васильев А.В., Давыдовская М.В., Завалишин И.А., Котов С.В., Кротенкова М.В., Хачанова Н.В., Шаранова С.Н., Щур С.Г., Якушина Т.И.* Результаты сравнительного клинического исследования российского биоаналога β -интерферона-1b (Инфибета). Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. 2012; 112 (5): 56-61.
11. Применение экзоскелета «ЭкзоАтлет» в клинической нейрореабилитации. Под ред. Ю.Л.Шевченко. Издательство НМХЦ им. Н.И.Пирогова.
12. *Романова М.В., Кубряк О.В., Исакова Е.В., Котов С.В., Гроховский С.С.* Вопросы стандартизации стабилметрических методов в клинической неврологической практике. Проблемы стандартизации в здравоохранении. 2014; 3-4: 23-27.
13. *Фролов А.А., Мокшенко О.А., Люкманов Р.Х., Черникова Л.А., Котов С.В., Турбина Л.Г., Бобров П.Д., Бирюкова Е.В., Кондур А.А., Иванова Г.Е., Старицын А.Н., Бушкова Ю.В., Джалагония И.З., Курганская М.Е., Павлова О.Г., Будилин С.Ю., Азиатская Г.А., Хижникова А.Е., Червяков А.В., Лукьянов А.Л.* и др. Предварительные результаты контролируемого исследования эффективности технологии ИМК-экзоскелет при постинсультном парезе руки. Вестник Российского государственного медицинского университета. 2016; 2: 17-25.
14. *Шевченко Ю.Л., Даминов В.Д., Горохова И.Г., Таценко П.В., Уварова О.А., Карташов А.В.* Антигравитационные технологии восстановления ходьбы в нейрореабилитации. Кл. патофизиология. 2016; 22. (1): 134-141.

15. **Beer S, Aschbacher B, Manoglou D, Gamper E, Kool J, Kesselring J.** Robot-assisted gait training in multiple sclerosis: a pilot randomized trial. *Mult Scler.* 2008; 14 (2): 231-236.
16. **Benedetti MG, Gasparroni V, Stecchi S, Zilioli R, Straudi S, Piperno R.** Treadmill exercise in early multiple sclerosis: a case series study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2009; 45 (1): 53-59.
17. **Cobb J, Claremont DJ.** Transducers for foot pressure measurement: survey of recent developments. *Med Biol Eng Comput.* 1995; 33 (4): 525-532.
18. **Fischer JS, Rudick RA, Cutter GR, Reingold SC.** The Multiple Sclerosis Functional Composite Measure (MSFC): an integrated approach to MS clinical outcome assessment. National MS Society Clinical Outcomes Assessment Task Force. *Mult Scler.* 1999; 5 (4): 244-250.
19. **Gandolfi M, Geroïn C, Picelli A, Munari D, Waldner A, Tamburin S, Marchioretto F, Smania N.** Robot-assisted vs. sensory integration training in treating gait and balance dysfunctions in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci.* 2014; 8: 318. doi: 10.3389/fnhum.2014.00318. eCollection 2014.
20. **Gutierrez GM, Chow JW, Tillman MD, McCoy SC, Castellano V, White LJ.** Resistance training improves gait kinematics in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86 (9):1824-1829.
21. **Kurtzke JF.** Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology.* 1983; 33(11): 1444-1452.
22. **Lo AC, Triche EW.** Improving gait in multiple sclerosis using robot-assisted, body weight supported treadmill training. *Neurorehabil Neural Repair.* 2008; 22 (6): 661-671. doi: 10.1177/1545968308318473.
23. **Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Cummings JL, Chertkow H.** The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc.* 2005; 53 (4): 695-699.
24. **Polman CH, Reingold SC, Banwell B, Clanet M, Cohen JA, Filippi M, Fujihara K, Havrdova E, Hutchinson M, Kappos L, Lublin FD, Montalban X, O'Connor P, Sandberg-Wollheim M, Thompson AJ, Waubant E, Weinschenker B, Wolinsky JS.** Diagnostic criteria for multiple sclerosis: 2010 revisions to the McDonald criteria. *Ann Neurol.* 2011; 69 (2): 292-302.
25. **Razak AH, Zayegh A, Begg RK, Wahab Y.** Foot plantar pressure measurement system: a review. *Sensors (Basel).* 2012; 12 (7): 9884-9912.
26. **Snaith RP, Zigmond AS.** The hospital anxiety and depression scale. *Br Med J (Clin Res Ed).* 1986; 292 (6516): 344.
27. **Straudi S, Fanciullacci C, Martinuzzi C, Pavarelli C, Rossi B, Chisari C, Basaglia N.** The effects of robot-assisted gait training in progressive multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler.* 2016; 22 (3): 373-384. doi: 10.1177/1352458515620933.
28. **Thoumie P, Lamotte D, Cantalloube S, Faucher M, Amarenco G.** Motor determinants of gait in 100 ambulatory patients with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2005; 11 (4): 485-491.
29. **Wiles CM, Newcombe RG, Fuller KJ, Shaw S, Furnival-Doran J, Pickersgill TP, Morgan A.** Controlled randomised crossover trial of the effects of physiotherapy on mobility in chronic multiple sclerosis. *Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2001; 70 (2): 174-179.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ
РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ, ИМЕЮЩИХ
НАРУШЕНИЯ ХОДЬБЫ, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ЭКЗОСКЕЛЕТА EXOATLET**

Котов С.В., Исакова Е.В., Лиждвой В.Ю., Секирин А.Б.,
Письменная Е.В., Петрушанская К.А., Геворкян А.А.

ФОРМАТ 145×210 1/16.

Усл. печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,03.

Тираж 300 экз.

Отпечатано в ЦПУ «Радуга»
Россия, Москва ул. Автозаводская, 25