

ДИССЕРТАЦИОННАЯ ОРБИТА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКЗОСКЕЛЕТА В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМОЙ

УДК 616.78

Ткаченко П. В., Даминов В. Д., Карпов О. Э.

ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И.Пирогова Министерства здравоохранения РФ»

APPLICATION OF EXOSKELETON EXOATLET IN COMPLEX REHABILITATION OF THE SPINAL CORD INJURY PATIENTS

Tkachenko PV, Daminov VD, Karpov OE

FSBE "National Medical Surgery Center named by N.I.Pirogov Ministry of Health RF", Moscow

Разработка инновационных немедикаментозных технологий и высокотехнологичных медицинских услуг в сфере медицинской реабилитации больных с наиболее важными в социальном плане заболеваниями является одной из приоритетных задач медицинской реабилитации и важной составляющей Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», № 323-ФЗ от 21.11.2011 г., и Госпрограммы развития здравоохранения РФ до 2025 года, утвержденной правительством РФ 24.12.2012 г. Актуальность тематики обусловлена очевидными медико-экономическими преимуществами немедикаментозных технологий реабилитации по сравнению с лекарственной терапией, а также дефицитом разработанных и разрешенных технологий медицинской реабилитации больных в системе здравоохранения России.

По данным ВОЗ, ежегодно до 500 тысяч человек получают травму позвоночника, осложненную повреждением спинного мозга и остаются тяжелыми инвалидами с неблагоприятным прогнозом восстановления ходьбы. В России спинальную травму получают около 8000 человек в год, приблизительно 70-80% остаются инвалидами 1 и 2 групп [1].

Наиболее тяжелыми последствиями травм спинного мозга являются центральные параличи и нарушение функции ходьбы различной степени выраженности. При этом большинство пациентов – лица трудоспособного возраста, что еще в большей степени предопределяет актуальность проблемы их лечения и реабилитации [2; 3]. Утверждение, что «ходьба тренируется только в ходьбе» упоминается в многочисленных исследованиях. В последнее десятилетие для восстановления

ходьбы широко применяются локомоторные ассистирующие роботы [4; 5; 6]. Множество работ посвящено реабилитации пациентов с различными нозологиями в отдельно взятые периоды [7; 8; 9] при использовании локомоторных стационарных роботов.

Настоящей революцией в расширении безбарьерной среды для таких пациентов стало появление экзоскелетов, однако до настоящего времени нет опубликованных исследований, подтверждающих эффективность их применения. Целью нашего исследования была оценка безопасности и эффективности применения экзоскелета ExoAtlet в комплексной реабилитации больных с последствиями травмы спинного мозга [10].

Задачами исследования стали:

1. Оценка безопасности применения, риски травматизации мягких тканей туловища и нижних конечностей, суставов нижних конечностей и позвоночника.

2. Изучение влияния применения экзоскелета ExoAtlet на динамику тяжести нижнего парапареза, на степень выраженности нарушения мышечного тонуса нижних конечностей, на показатели центральной гемодинамики у пациентов с последствиями травмы спинного мозга.

3. Оценка динамики психологического статуса под влиянием ходьбы в экзоскелете ExoAtlet у пациентов с последствиями травмы спинного мозга.

Материалы и методы исследования. В течение 2015 года на базе отделения медицинской реабилитации ФГБУ «НМХЦ им. Н.И.Пирогова МЗ РФ» проведено обследование 32 пациентов с позвоночно-спинномозговой травмой (ПСМТ), 22 мужчин и 10 женщин, возраст от 22 лет до 35 лет, в позднем периоде позвоночно-

Роботизированный экзоскелет Ekso GT™



Компания Бека РУС представляет бионический роботизированный экзоскелет Ekso GT, разработанный для поддержки пациентов при обучении ходьбе (развитие правильного паттерна и переноса веса) и уменьшения патологических компенсаторных движений.

- *Благодаря новому поколению экзоскелетов компании Ekso Bionics появляется отличная возможность для реабилитации пациентов после инсульта, с повреждениями спинного мозга и другими неврологическими заболеваниями.*

Особенности экзоскелета Ekso GT

- Запатентованная разгрузка веса: конструкция экзоскелета приспособлена для удержания собственного веса в вертикальном положении, пациент работает только со своим весом.
- Стабилизация и поддержка голеностопного сустава.
- Variable Assist™ — программное обеспечение, которое обеспечивает динамическое изменение мощности (от 0 – 100%) отдельно для каждой стороны и позволяет настроить бионический экзоскелет под каждого конкретного пациента, обеспечивая возможность встать, даже пациенту с выраженной слабостью в нижних конечностях.
- Способствует оптимальным для безопасной самостоятельной ходьбы пациентов углам сгибания тазобедренного и коленного суставов.
- Регулируемая настройка экзоскелета в зависимости от размеров ног пациента.
- Возможность продолжительного использования аппарата, благодаря наличию двух аккумуляторов.



Скачайте каталоги оборудования на сайте www.beka.ru

Москва, Зеленоград, Сосновая аллея, д. 6а, стр. 1

телефон: +7 (495) 742-4430

info@beka.ru • www.beka.ru

бека 
будущее реабилитации
в Ваших руках!

спинномозговой травмы на уровне грудного отдела позвоночника (средние сроки после травмы $6,5 \pm 0,4$ месяца), с синдромом неполного нарушения проводимости спинного мозга. Всем больным была проведена операция по декомпрессии спинного мозга и стабилизации позвоночника. Уровень повреждения позвоночника и спинного мозга – грудной отдел: Th3 – у 12,2% пациентов, Th4-5 – у 11,9%, Th6-7 – у 37,6%, Th8-12 – у 38,3%. При компьютерной томографии (КТ) позвоночника у всех пациентов отмечена состоятельность стабилизации и адекватное срокам формирование костной мозоли. При визуализации мягкотканого компонента методом МРТ у всех пациентов исключена компрессия спинного мозга. Отбор и исключение пациентов, которым оказывалась медицинская помощь в рамках исследования, проводились согласно перечисленным ниже критериям включения, невключения и исключения.

Критерии включения пациентов:

- Возраст: от 18 до 50 лет
- Пол: мужчины и женщины
- Рост: от 160 до 190 см.
- Вес: не более 100 кг.
- Период заболевания: от 1 месяца после травмы
- Уровень поражения: грудной отдел позвоночника
- Степень нарушения проводимости по ASIA: «В» и «С»
- Степень парапареза: от 0 до 3 по 6-ти бальной шкале
- Изменение мышечного тонуса: до 3-х баллов по шкале Эшворта

Критерии невключения пациентов.

- Острые инфекционные заболевания, лихорадочный синдром;
- Висцеральная патология в стадии декомпенсации;
- Острый тромбоз, тромбофлебит, лимфедема нижних конечностей 2-3 ст., варикозное расширение вен или трофические нарушения в местах крепления элементов роботизированных устройств;
- Пароксизмальные нарушения сознания;
- Выраженная мышечная спастичность (более 3-х баллов) или значительный ее рост при физической нагрузке;
- Недостаточность кровообращения выше IIA класса по классификации Н.Д. Стражеско, В.Х. Василенко;
- Пароксизмальная форма мерцательной аритмии;
- Инфаркт миокарда менее 6 месяцев назад;
- Приступы стенокардии покоя или ишемия миокарда в покое на ЭКГ;
- Атриовентрикулярная блокада I степени;
- Синусовая брадикардия (ЧСС ниже 50 уд./мин.) и тахикардия (ЧСС выше 90 уд./мин.);
- Неконтролируемая артериальная гипертензия (АД сист. более 180 мм рт.ст., АД диаст. более 100 мм рт.ст.);
- Выраженные когнитивно-речевые нарушения, препятствующие выполнению инструкций;
- Несросшиеся переломы или нестабильный остеосинтез позвоночника, костей таза, нижних конечностей;
- Анкилозы, контрактуры, выраженный артроз, острый артрит/синовит, состояние после операций тотального/частичного эндопротезирования, артропластики суставов нижних конечностей;
- Нарастающая/персистирующая компрессия спинного мозга, его корешков, гематомы/хвоста или их сосудов, менингеальный синдром, гематоменинг-/гематомиелия.

Критерии исключения:

1. отказ пациента от участия в исследовании
2. развитие нежелательных побочных эффектов

Нежелательных побочных эффектов в процессе проведения клинического исследования зафиксировано не было.

Методы исследования

Применялись две группы методов исследования: для определения безопасности реабилитации при использовании ExoAtlet и для определения эффективности реабилитации при использовании ExoAtlet.

К первой группе методов (оценка безопасности) относились:

– лабораторные методы (клинический анализ мочи, клинический анализ крови с лейкоцитарной формулой, скорость оседания эритроцитов, определение глюкозы при биохимическом анализе крови)

– инструментальные методы – ЭКГ с расшифровкой (CoroLifaxGEM, NihonKonden, Япония); холтеровское мониторирование ЭКГ (до 24 часов); ультразвуковое дуплексное сканирование вен нижних конечностей, УЗИ мягких тканей и крупных суставов нижних конечностей (VIVID 7, General Electrics, USA), динамическое измерение АД и подсчет ЧСС во время каждой тренировки с интервалом 10-15 минут, 6 раз за одно испытание.

Ко второй группе (оценка эффективности) относились:

– неврологическое обследование с балльной оценкой мышечной силы по шестиступенчатой шкале (Medical Research Council Scale, R. Van der Ploeg и соавт, 1984)

– неврологическое обследование с определением мышечного тонуса с использованием Модифицированной шкалы спастичности Эшворт (Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity, по R. Bohannon, V. Smith, 1987; D. Wade, 1992)

– Для оценки уровня депрессии использовалась шкала депрессии Бека.

Инструментальные методы исследования применялись ко всем пациентам в начале курса лечения, на 5-7 и 15-й день проведения реабилитационных мероприятий в обеих группах.

Программы лечения

Курс комплексного реабилитационного лечения составлял 15 дней при семидневной рабочей неделе (15 тренировочных дней).

В зависимости от содержания программы реабилитации, пациенты были разделены на две группы: основная группа (n=16), группа контроля (n=16), с применением последовательной рандомизации. Сопоставимость групп подтверждена результатами исследований исходного состояния пациентов – ни по одному из параметров достоверного различия выявлено не было, что позволяло получить объективную информацию о различии в эффектах реабилитации пациентов этих групп.

В основной группе помимо традиционной для реабилитации пациентов с ПСМТ роботизированной ходьбы на Lokomat, индивидуальных занятий лечебной гимнастикой и циклической механотерапии (ЦМТ) на тренажере Thera-Vital, пациенты проходили 15 тренировок в экзоскелете ExoAtlet. Время, отведенное на тренировку в ExoAtlet, от 1 часа 30 минут на первой тренировке, до 1 часа в дальнейшем (за счет сокращения времени на настройку экзоскелета ExoAtlet под индивидуальные параметры пациента). Средняя длительность ходьбы во время тренировки: от 10 минут на первой тренировке, постепенно увеличивая время до 50 минут, в зависимости от самочувствия пациента и овладения им навыком уверенной самостоятельной ходьбы в экзоскелете ExoAtlet.

В группе контроля пациенты получали традиционный комплекс двигательных реабилитационных мероприятий, включающий индивидуальные занятия лечебной гимнастикой, циклическую механотерапию на тренажере Thera-Vital, восстановление функции ходьбы на роботизированном комплексе Lokomat. На начальном этапе для пациентов обеих групп степень разгрузки на Lokomat в вертикальной плоскости составляла не менее 50% веса пациента, скорость ходьбы – не более 1,5 км/час. При адекватной адаптации и переносимости тренировок, отсутствии ухудшения клинико-функционального статуса, пациенту проводили ступенчатую (каждые последующие 2 – 3 занятия) интенсификацию за счет уменьшения степени участия робота в вертикальной разгрузке, повышения темпа ходьбы и увеличения длительности занятия. Продолжительность курса – 15 занятий.

Алгоритм исследования представлен в таблице 1.

Результаты исследования

В клинической картине у пациентов обеих групп диагностировались двигательные расстройства, представленные (в зависимости от уровня и степени повреждения спинного мозга) центральными парезами различной степени выраженности. Основной жалобой больных была невозможность нахождения в вертикальном положении, а также отсутствие функции ходьбы.

При визуальном и УЗИ обследовании мягких тканей, крупных суставов (голеностопных, коленных, тазобедренных) нижних конечностей повреждений не выявлено.

В день начала занятий и в последующем не определялись признаки общей воспалительной реакции по данным лабораторной диагностики.

При ультразвуковом дуплексном сканировании ни у одного из пациентов тромбозов вен нижних конечностей не выявлено.

Показатели центральной гемодинамики во время и по прошествии курса реабилитации остаются в пределах нормально допустимых значений. АД систолическое (АД\С) у пациентов основной группы с $124 \pm 2,8$ до $113 \pm 2,4$ мм.рт.ст, $p < 0,01$, АД диастолическое (АД\Д) с $83,5 \pm 1,9$ до $75,5 \pm 1,5$ мм.рт.ст, $p < 0,01$; АД\С у пациентов контрольной группы с $127 \pm 2,9$ до $115 \pm 2,6$ мм.рт.ст, $p < 0,01$, АД\Д с $87,5 \pm 1,7$ до $78,5 \pm 1,6$ мм.рт.ст, $p < 0,01$ (таблица 2). Снижение артериального давления у пациентов с травмой спинного мозга является закономерным процессом, который отражает процессы стабилизации системной гемодинамики.

Во время проведения тренировки на экзоскелете ExoAtlet у 5 пациентов отмечалось снижение систолического АД на 20% и диастолического АД на 15% на 1 и 2 тренировки на $14,3 \pm 1,4$ и $24,4 \pm 2,1$ минуте соответственно. Однако начиная с 3 тренировки у данных пациентов и остальных пациентов основной группы не

Таблица 1.



отмечалось стойких изменений показателей центральной гемодинамики: САД не поднималось выше 135/100 мм.рт.ст. и не опускалось ниже исходного уровня более чем на 10% от исходного, ДАД не поднималось выше 100 мм.рт.ст. и также не опускалось ниже исходного уровня более чем на 5%. У пациентов основной группы на 7-19 минуте сеанса регистрировалось повышение АД на 20-30% с последующим снижением АД на 30 минуте сеанса. К исходным показателям цифры АД возвращались через 2-3 минуты после остановки тренировки. При вертикализации и ходьбе пациентов контрольной группы отмечалось снижение САД не более 20% и ДАД не более 15% от исходных на первых трех тренировках, в дальнейшем показатели АД были стабилизированы и не снижались более 10% в течение всей тренировки. Показатели частоты сердечных сокращений оставались в пределах допустимых значений.

Таблица 2. Результаты изменения показателей гемодинамики у пациентов основной и контрольной групп в различные периоды курса реабилитации.

Показатели	Основная группа			Контрольная группа		
	1 сутки	5-7 сутки	15 сутки	1 сутки	5-7 сутки	15 сутки
АД систол., (мм.рт.ст.)	124±1,8	118±1,9	113±2,4	127±2,9	118±1,7	115±2,6
АД диастол., (мм.рт.ст.)	83,5±1,9	78,5±0,81	75,5±1,5	87,5±1,7	79,5±0,76	78,5±1,6
ЧСС	72,5±5,5	78,1±4,2	77,2±4,8	75,1±4,6	75,7±3,9	76,4±4,3

Мониторинг ЭКГ позволил исключить значимые нарушения сердечного ритма и ишемию миокарда у пациентов в процессе курса ходьбы в экзоскелете ExoAtlet. Вышеперечисленные факты позволяют судить о безопасности включения в реабилитационный комплекс экзоскелета ExoAtlet.

Для оценки эффективности лечения по данным неврологического статуса использованы следующие критерии ответа на лечение:

- Улучшение – уменьшение степени парапареза, нормализация мышечного тонуса.
- Стабилизация – отсутствие изменений неврологического статуса.
- Ухудшение: увеличение степени парапареза, нарастание спастичности.

Динамика мышечной силы и мышечного тонуса у пациентов основной и контрольной групп представлена в таблицах 3 и 4, из которых видно, что независимо от программы реабилитации, у пациентов отмечено улучшение в неврологическом статусе – уменьшение степени парапареза, снижения мышечного тонуса.

У больных с неполным нарушением проводимости на фоне проведения занятий на экзоскелете ExoAtlet отмечено достоверно значимое ($p < 0,05$) снижение степени пареза на 1,5-1,7 баллов в проксимальных отделах нижних конечностей и на 1,3-1,4 балла в дистальных отделах. В группе контроля при использовании традиционной реабилитационной программы также отмечено достоверно значимое ($p < 0,05$) снижение степени пареза на 1,3-1,4 баллов в проксимальных отделах нижних конечностей и на 1,1-1,3 балла в дистальных отделах. Однако, при сравнении показателей основной и

контрольной групп результатом включения в программу реабилитации экзоскелета ExoAtlet явилось увеличение мышечной силы в дистальных отделах нижних конечностей в среднем на 8%, а в проксимальных на 18%.

Подобная тенденция выявлена с показателем мышечного тонуса (таблица 4).

После курса локомоторной тренировки с использованием экзоскелета ExoAtlet отмечено снижение мышечного тонуса нижних конечностей по шкале спастичности Эшворта у пациентов с неполным нарушением проводимости на 0,7-0,9 баллов. Данные изменения являются достоверно значимыми ($p < 0,05$) по сравнению с исходными.

В контрольной группе отмечено снижение мышечного тонуса в нижних конечностях на 0,7-0,8 баллов. Данные изменения являются достоверно значимыми ($p < 0,05$) по сравнению с исходными. При сравнении показателей основной и контрольной групп результатом включения в программу реабилитации экзоскелета ExoAtlet явилось снижение мышечного тонуса в нижних конечностях в среднем на 10%.

Кроме того, зафиксированы улучшения психоэмоциональных показателей. У пациентов основной и контрольных групп депрессия сократилась в среднем на 5-7 баллов по шкале Бека (таблица 5). Наиболее выраженная положительная динамика показателей психоэмоциональной сферы отмечалась у больных основной группы, в реабилитацию которых включены занятия в экзоскелете. Вероятно, это связано с позитивной оценкой пациентами изменения своего состояния, возможностью «самостоятельно» ходить по недвижущейся поверхности и частичным возвратом пациента к привычной жизни.

Таблица 3. Динамика мышечной силы (в баллах) в зависимости от программ реабилитации.

	Мышечная сила (в баллах)			
	До курса реабилитации		После курса реабилитации	
	Дистальные отделы	Проксимальные отделы	Дистальные отделы	Проксимальные отделы
Основная группа (n=16)	1,54±0,71	2,3±0,41	2,22±0,21	3,68±0,18
Контрольная группа (n=16)	1,62±0,09	2,4±0,48	2,05±0,19	3,12±0,81

Таблица 4. Сравнительный анализ изменений мышечного тонуса в основной и контрольной группах до и после реабилитационного курса.

	Мышечный тонус (в баллах)	
	До курса реабилитации	После курса реабилитации
Основная группа (n=16)	2,85±0,09	2,01±0,17
Контрольная группа (n=16)	2,79±0,39	2,21±0,17

Таблица 5. Динамика психоэмоциональных показателей у больных основной и контрольной групп.

Показатели	До лечения		После лечения	
	Основ.	Контр.	Основ.	Контр.
Депрессия	17,8±1,2	18,1±1,1	10,5±1,3	13,6±1,0

Таким образом, включение разработанной методики роботизированной механотерапии в экзоскелете ExoAtlet в программу реабилитационных мероприятий для пациентов в позднем периоде позвоночно-спинномозговой травмы является безопасной и клинически эффективной. Достоверно улучшается работа мышечно-суставного аппарата за счет увеличения мышечной силы и снижения мышечного тонуса. Тре-

нирующие занятия с использованием экзоскелета ExoAtlet способствуют достоверному уменьшению депрессии по шкале Бека. И кроме того, включение экзоскелета ExoAtlet в реабилитационный комплекс для пациентов с ПСМТ имеет преимущество в улучшении неврологического статуса по сравнению с применением только традиционных технологий для восстановления ходьбы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Леонтьев М.А., Овчинников О.Д. Изучение показаний к восстановлению локомоторных функций у пациентов с ТБСМ и препятствующих локомоции факторов; Вестник Кузбасского научного Центра СО РАМН; 2005; № 1; 131-136.
2. Дашко И.А. Автореферат кандидатской диссертации «Дифференцированный подход к комплексной терапии и реабилитации больных в зависимости от степени и уровня травматического повреждения спинного мозга»; Москва; 2010 г.
3. Зими́на Е.В. Автореферат кандидатской диссертации «Медицинская реабилитация больных с применением роботизированной реконструкции ходьбы в первые месяцы после травмы спинного мозга»; Москва; 2010 г.
4. Даминов В.Д., Горохова И.Г., Ткаченко П.В. «Антигравитационные технологии восстановления ходьбы в клинической реабилитации»; ВВМ; 2015; №4; 33-36
5. Mehrholz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke; Cochrane Database Syst Rev; 2013 Jul 25;7:CD006185).
6. Ruiz, Jennifer BS; Labas, Michele P. BS; Triche, Elizabeth W. PhD; Lo, Albert C. MD, PhD Combination of Robot-Assisted and Conventional Body-Weight Supported Treadmill Training Improves Gait in Persons With Multiple Sclerosis: A Pilot Study; Journal of Neurologic Physical Therapy; 2013; Volume 37; Issue 4; 187–193
7. Даминов В.Д. Автореферат докторской диссертации «Совершенствование системы технологий роботизированной механотерапии в реабилитации больных с поражением центральной нервной системы»; Москва; 2013 г.
8. Клочков А.С. Автореферат кандидатской диссертации «Роботизированные системы в восстановлении навыка ходьбы у пациентов, перенесших инсульт»; Москва; 2012 г.
9. Ткаченко П. В., Даминов В. Д. «Необходимость реабилитации пациентов с рассеянным склерозом после трансплантации стволовых кровяных клеток»; ВВМ; 2015; №4; 9-12
10. Fisahn C, Aach M, Jansen O, Moisi M, Mayadev A, Pagarigan KT, Dettori JR, Schildhauer TA; The Effectiveness and Safety of Exoskeletons as Assistive and Rehabilitation Devices in the Treatment of Neurologic Gait Disorders in Patients with Spinal Cord Injury: A Systematic Review; Global Spine J.; 2016 Dec; 6(8):822-841

REFERENCES:

1. Leont'ev M.A., Ovchinnikov O.D. [The study of the indications for recovery of locomotor function in patients with SCI and factors impeding locomotion]; Vestnik Kuzbasskogo nauchnogo Centra SO RAMN; 2005; № 1; 131-136.
2. Dashko I.A. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii [Differentiated integrated approach to the therapy and rehabilitation of patients depending on the extent and level of traumatic spinal cord injury]; Moskva; 2010 g.
3. Zimina E.V. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii [Medical rehabilitation of patients with the use of robotic reconstruction walk in the first months after spinal cord injury]; Moskva; 2010
4. Daminov V.D., Gorokhova I.G., Tkachenko P.V [Antigravity Technology recovery walk in clinical rehabilitation]; VVM; 2015; №4; 33-36
5. Mehrholz J, Elsner B, Werner C, Kugler J, Pohl M. Electromechanical-assisted training for walking after stroke; Cochrane Database Syst Rev; 2013 Jul 25;7:CD006185).
6. Ruiz, Jennifer BS; Labas, Michele P. BS; Triche, Elizabeth W. PhD; Lo, Albert C. MD, PhD Combination of Robot-Assisted and Conventional Body-Weight Supported Treadmill Training Improves Gait in Persons With Multiple Sclerosis: A Pilot Study; Journal of Neurologic Physical Therapy; 2013; Volume 37; Issue 4; 187–193
7. Daminov V.D. Avtoreferat doktorskoj dissertacii [Improving technology robotic system mechanotherapy in the rehabilitation of patients with central nervous system]; Moskva; 2013 g.
8. Klochkov A.S. Avtoreferat kandidatskoj dissertacii [Robotic systems in restoring skill walk in stroke patients]; Moskva; 2012 g.
9. Tkachenko P. V., Daminov V. D. [Necessity rehabilitation of patients with multiple sclerosis after stem cell transplantation]; VVM; 2015; №4; 9-12
10. Christian Fisahn, Mirko Aach, Oliver Jansen, Marc Moisi, Angeli Mayadev, Krystle T. Pagarigan, Joseph R. Dettori, Thomas A. Schildhauer; The Effectiveness and Safety of Exoskeletons as Assistive and Rehabilitation Devices in the Treatment of Neurologic Gait Disorders in Patients with Spinal Cord Injury: A Systematic Review; Global Spine J.; 2016 Dec; 6(8):822-841.

РЕЗЮМЕ

Настоящей революцией в расширении безбарьерной среды для пациентов с ПСМТ стало появление экзоскелетов. Цель исследования – оценка безопасности и эффективности применения экзоскелета ExoAtlet в комплексной реабилитации больных с ПСМТ. Материалы и методы. 32 пациента в позднем периоде ПСМТ на уровне грудного отдела позвоночника, с синдромом неполного нарушения проводимости спинного мозга. В клинической картине: нижний парапарез – от 0 до 3 баллов по 6-ти бальной шкале; изменения мышечного тонуса – до 3-х баллов по шкале Эшворт; сохранная функция верхних конечностей. В основной группе (n=16) дополнительно к традиционному комплексу реабилитационных мероприятий для пациентов с ПСМТ (индивидуальные занятия лечебной гимнастикой, циклическая и роботизированная механотерапия на Lokomat) восстановление ходьбы проводилось в экзоскелете ExoAtlet. Группа контроля получала только традиционный комплекс. Продолжительность курса – 15 занятий. Во время ходьбы проводился мониторинг АД, ЧСС. После каждой тренировки – исследование кожных покровов. На 1й, 5-7й, и

15й день лечения пациентам выполнялись УЗИ вен нижних конечностей, оценивался неврологический статус, психоэмоциональное состояние по шкале Бека.

Результаты исследования. При обследовании мягких тканей, крупных суставов нижних конечностей повреждений не выявлено. Показатели системной гемодинамики – в пределах допустимых значений. Мониторинг ЭКГ позволил исключить значимые нарушения сердечного ритма и ишемию миокарда во время ходьбы на роботизированных устройствах. По данным осмотра в обеих группах у пациентов отмечалась улучшение – уменьшение степени парапареза, снижения мышечного тонуса, улучшение психоэмоционального состояния. Включение экзоскелета ExoAtlet в реабилитационный комплекс для пациентов с ПСМТ имело преимущество в улучшении неврологического статуса по сравнению с применением только традиционных технологий для восстановления ходьбы.

Ключевые слова: позвоночно-спинномозговая травма, восстановление ходьбы, роботизированная механотерапия, экзоскелет, нижний парапарез, мышечная сила, мышечный тонус, депрессия.

ABSTRACT

Emergence of the exoskeletons became the real revolution in the expansion of a barrier-free environment for the SCI patients. The aim was to evaluate the safety and effectiveness of the exoskeleton's ExoAtlet application in the complex rehabilitation of the SCI patients.

Material and Methods. 32 of SCI patients, thoracic level, the late period of trauma, with the syndrome of incomplete spinal cord interruption. Objectively: lower paraparesis – from 0 to 3 points on a 6-point scale; muscle tone – up to 3 points (Ashworth scale); safe function of the upper extremities. Patients of the main group had walking trainings in the exoskeleton ExoAtlet in addition to traditional rehabilitation program which included treatment gymnastics, cycling and robotic mechanotherapy on Lokomat. Control group got only traditional rehabilitation program. Rehabilitation course included 15 trainings. Blood pressure, heart rate were monitored. The skin was examined after each training. It was performed USDS of lower limbs veins, assessment of the neurological status and psycho-emotional state (Beka scale) on the 1st, 7th, and 15th day.

Results. The soft tissue and leg large joints impairments were not noted. Hemodynamics values were within acceptable values. ECG monitoring excluded significant cardiac pathology during walking. Patients of the both groups had improvements in the neurological status – in paraparesis and muscle tone reducing, improving of the psycho-emotional state. Inclusion of the exoskeleton ExoAtlet in rehabilitation program for SCI patients had advantages in improvements of the neurological status in comparison to traditional technologies for gait reconstruction.

Keywords: spinal cord injury, gait reconstruction, robotic mechanotherapy, exoskeleton, low paraparesis, muscle strength, muscle tone, depression.

Контакты:

Даминов В. Д. E-mail: daminov07@mail.ru