

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО ЦЕНТРАЛЬНАЯ
КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ
(ФГУЗ ЦКБВЛ ФМБА РОССИИ)**

141551, Московская обл. Солнечногорский р-н, пос. Голубое.
Тел. (499) 733-20-20, факс (499) 733-18-11.
Адрес эл. почты: ckbvlfmba@gmail.com

«УТВЕРЖДАЮ»

Главный врач
ФГУЗ ЦКБВЛ ФМБА России
КОСТИВ И.М.

« ____ » _____ 2008 г.

**МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННОЙ ИЛИ НАРУШЕННОЙ ФУНКЦИИ
ХОДЬБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ
«ЛОКОМАТ» (НОСОМА, ШВЕЙЦАРИЯ) У БОЛЬНЫХ ТРАВМАТИЧЕСКОЙ
БОЛЕЗНЬЮ СПИННОГО МОЗГА
(медицинская технология)**

**Разрешение на применение новой медицинской технологии
ФС № 2008 / 144 от 8 июля 2008 г.**

Роботизированная механотерапия является новым методом современной нейрореабилитации. Применение роботов-тренажеров в комплексе лечебно-реабилитационных мероприятий обеспечивает более высокие темпы и качество восстановления нарушенного или утраченного двигательного стереотипа по сравнению со всеми предыдущими методами кинезотерапии, что позволяет повысить уровень психофизиологической адаптации пациентов с травматической болезнью спинного мозга. Технология адресована врачам-неврологам, врачам лечебной физкультуры и спортивной медицины, врачам восстановительной медицины, которые прошли подготовку и сертифицированы по применению роботов-тренажеров «Lokomat» (НОСОМА, Швейцария). Технология предназначена для стационарного и амбулаторного применения в специализированных лечебно-профилактических и санаторно-курортных учреждениях.

Авторы: д.м.н., профессор Кочетков А.В., д.м.н., профессор Пряников И.В., Костив И.М., Шумилина Е.Н., Лустина Е.К., к.м.н. Кочунева О.Я., Бородин М.М., Горбешко Г.А.

Организация, на которую выдается разрешение на применение медицинской технологии: ФГУЗ «ЦЕНТРАЛЬНАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ЛЕЧЕНИЯ ФЕДЕРАЛЬНОГО МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА» (ФГУЗ ЦКБВЛ ФМБА России).

ВВЕДЕНИЕ

Травматическая болезнь спинного мозга (ТБСМ) как совокупность патологических морфофункциональных изменений и клинических проявлений, в основе которой лежит позвоночно-спинномозговая травма (ПСМТ), является сложнейшей междисциплинарной медико-социальной проблемой. В России в настоящее время уровень ПСМТ составляет 547–640 пострадавших на 10 млн населения, а прогноз составляет более 800 на 10 млн населения в ближайшем будущем (Леонтьев М.А., 2003). В связи с увеличением травматизма, повышением выживаемости и ростом продолжительности жизни после травмы на 15–20 лет во всех странах мира возрастает контингент этой категории инвалидов (Косичкин М.М. и соавт., 1999). Так, вследствие ПСМТ в России ежегодно инвалидами, нуждающимися в постоянном постороннем уходе, становятся более 8000 человек, преимущественно лица молодого трудоспособного возраста. Следовательно, актуальность

оптимизации восстановительного лечения этого контингента несомненна.

При ПСМТ страдает функция многих органов и систем не только ниже, но и выше уровня поражения. Всегда страдает функция передвижения, что и является основной жалобой пациентов в течение первых 2-х лет после травмы. Вынужденная гиподинамия вызывает многочисленные соматические нарушения, способствует прогрессированию урологических, трофических, сердечно-сосудистых и иных расстройств. В течение короткого времени формируются контрактуры и деформации, вследствие чего тяжелая инвалидизация пациентов сохраняется даже при неврологическом восстановлении. Эти расстройства снижают продолжительность и качество жизни индивидуума, приводят к высоким затратам на лечение и дополнительный уход (Косичкин М.М. и соавт., 1998; 1999).

Необходимо ли восстанавливать самостоятельную ходьбу при нижней параплегии? Процесс вос-

становления ходьбы достаточно трудоемкий и длительный, вследствие чего не включается в стандарты медицинской помощи этой категории пострадавших. Критерием качества лечебно-реабилитационных мероприятий является «устойчивое передвижение в инвалидной коляске» (Леонтьев М.А., 2003).

Однако двигательное восстановление необходимо, т.к. невозможность самостоятельного передвижения усугубляет трофические и урологические расстройства. Изоляция от социума, обусловленная обездвиженностью и архитектурными барьерами, способствует депрессивным расстройствам, которые, в свою очередь, усиливают изоляцию, алкоголизацию, способствуют снижению качества жизни и деградации личности. Поэтому одной из ведущих клинических целей реабилитации больных, не только в промежуточном (до 3-4 мес. с момента ПСМТ), но и в позднем восстановительном (3-12 мес.) и резидуальном (более 12 мес.) периодах ТБСМ является максимально возможное восстановление двигательных функций с использованием резервов нейропластичности ЦНС.

В последнее время четко прослеживается акцент на восстановление не столько мышечной силы, объема движений, борьбу с контрактурами, сколько на развитие утраченных двигательных стереотипов, прежде всего стереотипа походки (Шварков СБ. и соавт., 2006).

Прогресс в этом направлении наметился, когда в середине 90-х годов XX века стали применять компьютеризированные технологии тренинга на тредмиле с частичной/полной вертикальной разгрузкой веса пациента. Были показаны более высокие темпы и качество восстановления походки по сравнению с традиционной физической реабилитацией (Norman K.E. et al., 1995). «Прорыв» произошел в результате разработки и внедрения в клиническую практику роботов-тренажеров (син. - «robotic gait orthosis») с широкими возможностями on-line контроля и моделирования параметров тренировки на тредмиле. Наибольшее распространение в клинической практике в настоящее время получили роботы-тренажеры «ЛОКОМАТ» производства «НОСОМА АГ» (Швейцария).

Широкие возможности регулирования степени участия больного во время тренировки, on-line контроль со стороны персонала и самого пациента, ряд других технических новшеств позволили максимально индивидуализировать «качество» тренировки, достигая максимального эффекта восстановления походки у больных нижней параплегией/тетраплегией при минимизации физических затрат персонала (Colombo G. et al., 2000). При этом диапазон физических усилий пациента может варьировать от 0 (100% работает тренажер) до 99% (1% соответственно) при постоянном мониторинге и анализе параметров движения в реальном масштабе времени (Dobkin B.H. et al., 2003).

Однако для широкого внедрения в отечественную реабилитационную практику наряду с оценкой безопасности и эффективности метода необходимо проведение научно-методического обоснования дифференцированного применения метода в зависимости от степени тяжести двигательных нарушений, наличия отягчающих обстоятельств и в различные периоды ТБСМ.

ПОКАЗАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

1. При неосложненном течении ТБСМ с явлениями нижней параплегии/тетраплегии, при положительном прогнозе восстановления функций, не ранее 12-14-й недели с момента ПСМТ.

2. При осложненном течении ТБСМ с явлениями нижней параплегии/тетраплегии, не ранее 14-й недели с момента ПСМТ, при отсутствии противопоказаний.

ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

В связи с конструктивно-техническими особенностями тренажера «ЛОКОМАТ» (НОСОМА, Швейцария) тренировки не проводятся, если у пациента:

- длина бедра менее 35 или более 47 см;
- асимметрия длины нижних конечностей более 2-х см;
- масса тела более 135 кг.

1. **Абсолютными противопоказаниями** являются следующие заболевания и патологические состояния у больных ТБСМ:

- острые инфекционные заболевания; лихорадочный синдром;
- висцеральная патология в стадии декомпенсации;
- острый тромбоз, тромбоз флебит; геморрагический синдром; высокий риск тромбоза/геморрагии (по данным клинико-лабораторно-инструментального обследования); лимфодема нижних конечностей П-Ш ст.; варикозное расширение вен в местах крепления экзоскелета;
- несросшиеся переломы или нестабильный остеосинтез позвоночника, костей таза, нижних конечностей;
- анкилозы, контрактуры, выраженный артроз, артрит (острый синовит), состояние п/операций тотального/частичного эндопротезирования, артропластики суставов нижних конечностей;
- полный анатомический (по клинико-нейровизуализационным данным) или функциональный (по данным динамического клинико-нейрофизиологического контроля) перерыв спинного мозга;
- нарастающая/персистирующая компрессия спинного мозга, его корешков, конского хвоста или их сосудов, менингеальный синдром, гематоменинг-гематомиелия (по данным динамического клинико-лабораторно-инструментального контроля);
- неспособность длительно (не менее 30 мин.) находиться в вертикальном положении, вследствие патологических вегетативных реакций (ортостатическая гипотензия, тахи-, брадикардия, аритмия и др.), пароксизмальных состояний с нарушением функции сознания (эпи-припадки, коллапс, синкопе и др.);
- выраженные сопутствующие когнитивно-речевые нарушения, препятствующие выполнению инструкций и проведению тренировок;
- выраженная мышечная спастичность, препятствующая проведению тренировок, или значительный ее рост после тренировки;
- наличие в местах крепления экзоскелета инфузионных помп для пролонгированной фармакотерапии или порт-систем;
- патология мочевого/мочевыводящей системы в стадии обострения, в т.ч. с явлениями почечной недостаточности выше 1 ст. и/или гематурией (по дан-

ным динамического клинико-лабораторно-инструментального контроля);

- выраженное нарушение произвольного контроля тазовых сфинктеров, сопровождающееся недержанием мочи/кала, препятствующим проведению тренировок;

- показания к хирургическому вмешательству (компрессия спинного мозга, его корешков, конского хвоста или их сосудов; нарастающий кистозно-рубцово-спаечный процесс; ликворный блок; несостоятельность реконструкций позвоночника, костей и крупных суставов таза и нижних конечностей; угроза тромбоза/тромбоэмболии; уролитиаз и его осложнения; пузырно-мочеточниковый рефлюкс; пролежни, свищи); незакрытая хирургическая рана, осложнения после хирургических вмешательств, препятствующие проведению тренировок;

- инфекционно-трофические нарушения кожи, мягких тканей туловища и нижних конечностей (пролежни, свищи); персистирующий остеомиелит.

2. Относительные противопоказания:

- сопутствующие умеренные когнитивно-речевые нарушения, затрудняющие выполнение инструкций и проведение занятий;

- устойчивое нарастание симптомов заболевания или появление осложнений после тренировки (по данным клинико-лабораторно-инструментального контроля).

При нарастании симптомов заболевания или появлении осложнений проведение тренировок должно быть прекращено до адекватной коррекции этих явлений. Дальнейшая тактика строго индивидуальна.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДА

Материально-техническое обеспечение осуществляется на основе применения роботизированного ортопедического устройства «ЛОКОМАТ» для восстановления навыков ходьбы с электрическим приводом, производства «НОСОМА AG» (Швейцария).

Номер государственной регистрации ФС № 2005/1111 (действительно по 15 августа 2015 г.).

Сертификат соответствия № РОСС СН. АЕ68. В12366.

ОПИСАНИЕ МЕТОДА

Внешний вид и основные составные части устройства представлены на рис. 1. Для осуществления возможности воспроизведения функции ходьбы на беговой дорожке пациент фиксируется в двухстороннем экзоскелете, обеспечивающем прикрепление в области таза и конечностей при помощи манжет различного размера (1 манжета в области бедра, 2 манжеты в области голени) (рис. 2).

«ЛОКОМАТ» управляется компьютером со специальным программным обеспечением, которое осуществляет постоянный контроль двигателей, расположенных в области бедра и коленных суставов с двух сторон. Эти двигатели обеспечивают автоматизированный, эквивалентный образец ходьбы, совместимый с нормальной кинематикой человеческой походки и синхронизированный со скоростью движения полотна беговой дорожки.

Занятия проводили 5 раз в неделю ежедневно. Курс составил 15-20 тренировок. На начальном эта-

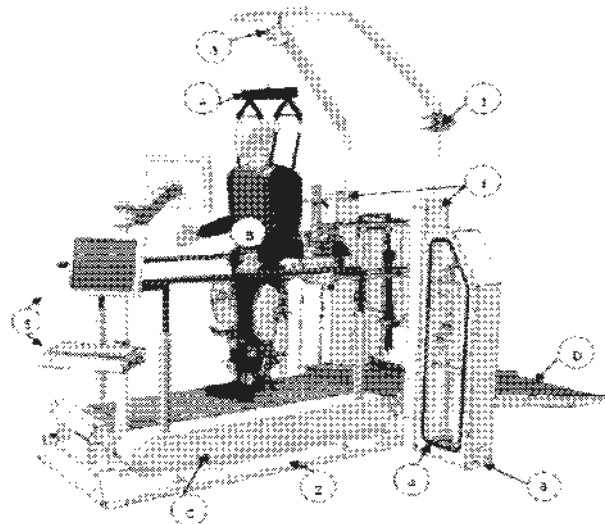


Рис. 1. Составные части робота-тренажера «ЛОКОМАТ».

- А. Система для разгрузки массы тела
- В. Пояс для разгрузки массы тела
- С. Транспортёр
- Д. Рампа
- 1. Основные колонны
- 2. Основная платформа
- 3. Поворачивающиеся блоки
- 4. Система для разгрузки массы тела
- 5. Пульт управления
- 6. Система «экстренный спуск».

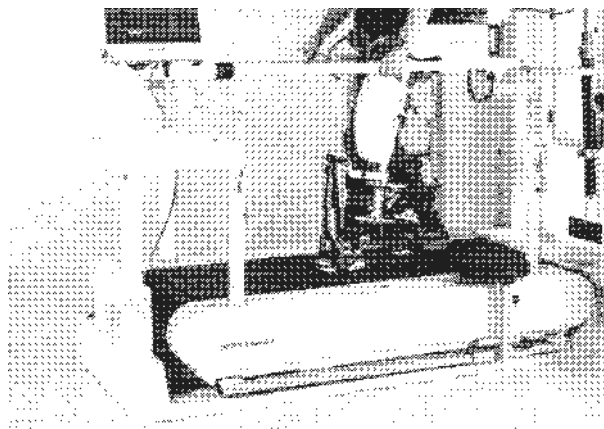


Рис. 2. Система фиксации пациента во время тренировки на роботе-тренажере «ЛОКОМАТ».

пе степень разгрузки больного в вертикальной плоскости составляла не менее 40%, в горизонтальной – 100% веса пациента, скорость ходьбы – не более 1,5 км/ч. При адекватной адаптации и переносимости тренировок, положительной динамике моторного восстановления, отсутствии компрометирующих реакций и ухудшения клинико-функционального статуса больного проводили ступенчатую (каждые последующие 5 тренировок) интенсификацию за счет уменьшения степени участия робота в вертикальной и горизонтальной разгрузке, повышения темпа ходьбы.

Дозировка и длительность курса определялись индивидуально с учетом данных клинико-неврологического обследования, в первую очередь, биомеханических показателей, характеризующих возможность передвижения, а также результатов инструментальных методов исследования.

ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА

При использовании «Метода восстановления утраченной или нарушенной функции ходьбы с использованием роботизированной системы «ЛОКОМАТ» («НОСОМА», Швейцария) у больных травматической болезнью спинного мозга» возможность осложнений исключается, поскольку:

- аппарат «ЛОКОМАТ» сконструирован так, что в случае неожиданной слабости ног или спотыкании пациента, благодаря статической системе разгрузки массы тела, весь вес пациента «подхватывается» (максимально до 135 кг), и тем самым предотвращается его падение;

- к проведению тренировок на системе «ЛОКОМАТ» допускается сертифицированный пользователь – это врач или медицинский специалист, который ранее прошел обучение на фирме «НОСОМА», либо у представителя фирмы «НОСОМА»;

- возможна экстренная остановка системы «ЛОКОМАТ» при возникновении угрозы непредвиденного ухудшения самочувствия пациента во время проведения тренировки.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА

Для оценки безопасности и эффективности метода роботизированной механотерапии проведено комплексное исследование 112 пациентов, перенесших ПСМТ, проходивших 45-дневный курс реабилитации в условиях специализированного реабилитационного стационара ФГУЗ ЦКБВЛ ФМБА России. Средний возраст пациентов на момент начала исследования составил от 19 до 57 лет (средний возраст 30,5 лет), мужчин было 82 (73,2%), женщин – 30 (26,8%). Сроки с момента перенесенной ПСМТ составили от 5 до 60 мес. (в среднем 36 мес.). Топография сегментарного поражения мозга: С4-С8 – у 45 (40,2%) больных, Т1-Т12 – у 53 (47,3%), L1 и ниже – у 14 (12,5%).

По шкале, предложенной Американской ассоциацией спинальной травмы (1992) – American Spinal Injury Association Impairment Scale (ASIA IS), в остром периоде ПСМТ рангу «А» соответствовали 15 (13,4%) больных, рангу «В» – 51 (45,5%) и рангу «С» – 45 (40,1%). Таким образом, 60% больных (ранги «А» и «В») были с низким реабилитационным потенциалом вследствие тяжести поражения спинного мозга.

Оценка на «уровне повреждения» в позднем восстановительном периоде ТБСМ проводилась с помощью развернутого Стандарта неврологической классификации травмы спинного мозга Американской Ассоциации Спинальной Травмы Standard neurological classification of spinal cord injury (SNC-SCI-ASIA) [Yarkony G., Chen D., 1996]. Тест выявил грубый неврологический дефицит и подтвердил низкий реабилитационный потенциал у 56 (50%) больных с последствиями тяжелой и очень тяжелой ПСМТ.

Для оценки мобильности пациентов с последствиями ПСМТ в позднем восстановительном периоде ТБСМ применен тест Инвентаризация Функциональной Подвижности при ПСМТ – Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory, (SCI-FAI) [Field-Fote E.C. et al., 2001]. Этот современный инструмент по-

зволяет оценивать функцию ходьбы с учетом 3-х компонентов: параметров/симметричности походки (макс. балл= 20); потребности во вспомогательных приспособлениях для ходьбы (макс. балл= 14) и временных/дистанционных характеристик – скорости и расстояния (макс. балл= 5).

Нарушения ходьбы являются важным, но не единственным фактором, ограничивающим «деятельность в повседневной жизни» (ДПЖ) больных ТБСМ. К их числу при высоком уровне ПСМТ относятся также нарушения контроля тазовых сфинктеров, парезы верхних конечностей, мышц спины и живота. Применение общепринятых реабилитационных инструментов оценки ДПЖ – Индекса Бартела –Bartel Index, или субшкалы «Двигательные функции» Меры Функциональной Независимости – Functional Independence Measure (FIM) – у больных ТБСМ демонстрирует низкую чувствительность в отношении динамики восстановления функций, особенно при выраженных нарушениях проводимости спинного мозга (Dijkers M.P., Yavuzer G, 1999).

Поэтому оценку качества жизни по параметрам независимости больного в ДПЖ проводили с помощью специфичного теста «Функциональная Оценочная Шкала для Больных с Травмой Спинного Мозга» – Valutazione Funzionale Mielolesi (VFM) [Taricco M. et al., 2000]. При этом, из 6 субшкал теста использовали только 3: «перемещение в постели» (VFM-1); «перемещение» (VFM-3) и «одевание» (VFM-5).

Проведенное комплексное обследование предусматривало также стандартные общие и биохимические анализы, соматическое обследование, ЭКГ, нейрофизиологическое (глобальная поверхностная ЭМГ, ЭНМГ) и клинико-биомеханическое исследование (компьютерная стабилметрия (КСМ)). При необходимости осуществлялись консультации терапевта, ортопеда-травматолога и др. специалистов, дополнительное обследование.

Все больные были рандомизированы на две сопоставимые по возрасту, полу, тяжести ТБСМ и срокам с момента ПСМТ группы. Больные 1-й группы получали «базисную программу» двигательной реабилитации (ЛГ в зале с инструктором, 45-50 мин./день; ЛГ в бассейне, 30-40 мин./день; занятия в колесоупоре и динамическом параподиуме до 1 часа/день; тренировки на нероботизированных реабилитационных тренажерах, до 45 мин./день) вместе с занятиями на роботизированном тренажере «ЛОКОМАТ». Больные 2-й группы получали только «базисную программу» двигательной реабилитации.

В результате проведенных исследований была показана полная безопасность технологии, но статистически недостоверная положительная динамика восстановления двигательных функций в 1-й группе по сравнению со 2-й. Этот результат определялся включением в исследование преобладающего количества больных ТБСМ с низким реабилитационным потенциалом, вызванным прежде всего тяжестью перенесенной ПСМТ (60% больных с рангами «А» и «В» по шкале ASIA IS) и сохраняющимся грубым неврологическим дефицитом на момент начала исследования у 50% (по шкале SNC-SCI-ASIA). Для определения более четких показаний к применению технологии проведен дифференцированный анализ ее эффективности с оценкой динамики параметров восстановления у 45 больных с рангом «С».

Так, динамика мобильности по шкале SCI-FAI после курса тренировок зависела от исходного уровня нарушений: при исходной тетра-/нижней параплегии (ранги «А» и «В» по ASIA IS) достоверного улучшения не получено. Напротив, при исходном тетра-/нижнем парепарезе (ранг «С») по компоненту SCI-FAI-1 динамика в 1-й группе составила с 6,3 до 8,7 баллов (+38%), во 2-й гр. динамика была +19%, ($p < 0,05$ между 1-й и 2-й группами, критерий Вилкоксона-Манна-Уитни). По компоненту SCI-FAI-2 динамика в 1-й гр. составила с 2,2 до 5,4 (+145%), а во 2-й – +87% ($p < 0,05$). По компоненту SCI-FAI-3 достоверных отличий между группами не получено.

При исходном тетра-/нижнем парепарезе (ранг «С») динамика параметров качества жизни по уровню независимости в ДПЖ составила в 1-й группе по компонентам: VFM-1 с 12,7 до 18,4 баллов (+44,9%, $p < 0,01$), (во 2-й +18%, $p < 0,05$ между группами), VFM-3 с 45,6 до 59,8 баллов (+31,1%, $p < 0,01$), (во 2-й +22%, $p < 0,05$ между группами) и по VFM-5 (только у больных с тетрапарезом) с 16,1 до 22,0 баллов (+36,6%, $p < 0,01$), (во 2-й +34%, $p > 0,1$ между группами).

После курса роботизированной механотерапии, сопровождавшегося восстановлением опорно-двигательной функции паретичных нижних конечностей у больных 1-й группы, по данным глобальной ЭМГ *m. quadriceps femoris dex.et sin.*, отмечен рост «количества ДЕ» на 18% ($p < 0,01$), что было достоверно выше по сравнению со 2-й (рост на 12%, $p < 0,05$ между группами). По данным ЭНМГ параметра *H max./M max.*, у этой категории больных определено повышение степени супрасегментарного контроля спинального нейромышечного аппарата, в среднем на 8,9% ($p < 0,05$) в 1-й группе.

По данным КСМ, выявлено восстановление статической опорной функции нижних конечностей, пострурального баланса в виде уменьшения площади (на 300 кв. мм и более) и длины стабильнограммы (на 80 мм и более), уменьшение энерготрат на поддержание вертикальной позы. Так, после курса роботизированной механотерапии в 1-й группе отмечено снижение таких параметров КСМ, как «амплитуда колебания ОЦД» («минус 17%», $p < 0,05$) и «площадь стабильнограммы» («минус 6%», $p < 0,05$).

Таким образом, адекватная двигательная стимуляция с помощью робота-тренажера «ЛОКОМАТ» больных ТБСМ с сохранным реабилитационным потенциалом в комплексе лечебно-реабилитационных мероприятий приводит к улучшению клинко-функционального статуса, восстановлению утраченных двигательных стереотипов, что определяет рост независимости в ДПЖ и связанное с этим «качество жизни». Все это позволяет повысить уровень психофизиологической адаптации пациентов с последствиями ПСМТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Леонтьев М.А. Лечение и реабилитация пациентов с травматической болезнью спинного мозга// Реабилитация инвалидов с нарушением функций опоры и движения. – Под ред. Л.В. Сытина, Г.К. Золотова, Е.М. Васильченко. – Новосибирск, 2003. – С. 299-335.
2. Косичкин М.М., Гришина Л.П., Шапиро Д.М. Инвалидность вследствие травматического поражения спинного мозга, медико-социальная экспертиза и реабилитация// Медико-соц. эксп. и реабил. – 1999. – № 1. – С. 9-15.
3. Косичкин М.М., Гришина Л.П., Полунина Л.В. и др. Потребность инвалидов вследствие поражения нервной системы в основных видах медико-социальной реабилитации// Медико-соц. эксп. и реабил. – 1998. – № 4. – С. 7-10.
4. Шварков С.Б., Давыдов О.С., Кууз Р.А. Новые подходы к реабилитации больных с неврологическими двигательными дефектами// Журн. Неврол. и психиатр. им. С.С. Корсакова. – 2006. – № 3. – С. 51-54.
5. Norman KE, Pepin A, Ladouceur M, Barbeau H. A treadmill apparatus and harness support for evaluation and rehabilitation of gait. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76:772-8.
6. Colombo G, Joerg M, Schreier R, Dietz V. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis// *J Rehabil Res Dev* 2000; 37:693-700.
7. Dobkin B.H., Apple D., Barbeau H. et al. Methods for a randomized trial of weight-supported treadmill training versus conventional training for walking during inpatient rehabilitation after incomplete traumatic spinal cord injury. *Neurorehabil Neural Repair* 2003; 17: 153-67.
8. American Spinal Injury Association: international standards for neurological classification of spinal cord injury. – Chicago, American Spinal Injury Association, 1992.
9. Yarkony G., Chen D. Rehabilitation of patients with spinal cord injuries //In: R.Braddom (ed). *Physical medicine and rehabilitation.* – W.B.Saunders Company, 1996. – P. 1149-1179.
10. Field-Fote E.C., Fluet G.G., Schafer S.D. et al. The Spinal Cord Injury Functional Ambulation Inventory (SCI-FAI)// *J. Rehabil. Med.* – 2001. – Vol.33. – R 177-181.
11. Dijkers M.P., Yavuzer G. Short versions of the telephone Motor Functional Independence Measure for use with persons with spinal cord injury// *Arch. Phys. Med. Rehab.* – 1999. – Vol. 80. – P. 1477-1484.
12. Taricco M., Apolone G., Colombo C. et al. Functional status in patients with spinal cord injury: a new standardized measurement scale// *Arch. Phys. Med. Rehab.* – 2000. – Vol. 81. – R1173-1180.