



Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-исследовательский детский ортопедический институт
им. Г.И.Турнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Западный государственный медицинский университет
им. И.И.Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ в комплексе двигательной реабилитации детей с церебральным параличом

Учебное пособие



Санкт-Петербург
2016

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ в комплексе двигательной реабилитации детей с церебральным параличом

Учебное пособие

Санкт-Петербург
2016

РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ В КОМПЛЕКСЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ С ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ.

Учебное пособие – СПб.: ООО «СПб СРП «Павел» ВОГ», 2016. – 40 с.

Учебное пособие освещает вопросы дифференцированного использования метода роботизированной механотерапии для улучшения функции верхних и нижних конечностей у пациентов с детским церебральным параличом. В пособии представлена подробная характеристика роботизированных комплексов, показания и противопоказания к их применению, особенности робототерапии у детей с церебральным параличом, сочетание ее с традиционными методами реабилитации. Описаны методы оценки эффективности роботизированной механотерапии. В издании отражен опыт семилетнего применения роботизированных технологий в комплексной реабилитации на этапах нейроортопедического лечения. За период использования роботизированных устройств в НИДОИ им. Г.И. Турнера накоплен определенный опыт данного вида реабилитации, разработаны эффективные программы двигательной реабилитации и получены положительные результаты восстановительного лечения. Пособие для врачей предназначено для травматологов-ортопедов, педиатров, детских хирургов, генетиков.

Пособие предназначено для врачей восстановительной медицины, неврологов, ортопедов-травматологов, инструкторов и методистов ЛФК.

Масштаб использования: реабилитационные отделения стационаров и поликлиник, реабилитационные центры, санатории, где используется роботизированная техника.

РЕЦЕНЗЕНТ: *И. И. Мамайчук* – доктор психологических наук, профессор кафедры медицинской психологии и психофизиологии Санкт-Петербургского государственного университета.

АВТОРЫ:

Г. А. Икоева – кандидат медицинских наук, невролог высшей категории, ведущий научный сотрудник, заведующая отделением двигательной реабилитации с использованием роботизированной техники ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, доцент кафедры детской невропатологии и нейрохирургии СЗГМУ им. И.И. Мечникова;

О. И. Кивоеенко – невролог высшей категории, заведующая реабилитационным отделением ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России;

Н. В. Андрущенко – кандидат медицинских наук, невролог высшей категории, доцент кафедры детской невропатологии и нейрохирургии СЗГМУ им. И.И. Мечникова, доцент кафедры психического здоровья и раннего сопровождения детей и родителей Санкт-Петербургского государственного университета.

© Икоева Г. А., Кивоеенко О. И., Андрущенко Н. В., 2016 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список использованных сокращений	4
Введение	5
Характеристики роботизированных комплексов	7
Применение роботизированной механотерапии у детей с ДЦП	17
Сочетание роботизированной механотерапии с традиционными методами реабилитации	20
Стандартные схемы механотерапии	23
Оценка эффективности роботизированной механотерапии	26
Заключение	27
Дидактический материал	28
Приложения	30
Список рекомендуемой литературы	39

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

БОС	— биологическая обратная связь
ДЦП	— детский церебральный паралич
GMFCS	— система классификации больших моторных функций
GMFM	— шкала больших моторных функций
ЛФК	— лечебная физкультура
ФТЛ	— физиотерапевтическое лечение
ЦНС	— центральная нервная система

ВВЕДЕНИЕ

Детский церебральный паралич (ДЦП) — тяжелое инвалидизирующее заболевание, которое объединяет группу различных по клиническим проявлениям синдромов, возникших в результате недоразвития или повреждения мозга в пренатальный, интранатальный и ранний постнатальный период.

Поражение мозга проявляется нарушением мышечного тонуса и координации движений, неспособностью сохранять нормальную позу и выполнять произвольные движения. Двигательные нарушения часто сочетаются с чувствительными расстройствами, задержкой психического и речевого развития, судорогами [1]. В результате патологический процесс приводит не только к ограничению двигательных возможностей пациента, но, зачастую, к невозможности передвижения. Причиной этого являются не только спастические параличи и парезы, но и множественные контрактуры и деформации сегментов конечностей, которые формируются и прогрессируют в течение заболевания [2]. Попытки бороться со спастичностью и контрактурами только медикаментозными средствами не приносят ощутимого результата [3]. Реабилитация таких пациентов крайне затруднена и не приводит к улучшению двигательных функций.

Научные исследования и практический опыт показывают, что только использование высокотехнологичных и сочетанных видов помощи может принести значительные результаты в решении данной проблемы. И самым эффективным на сегодняшний день для таких пациентов является комплекс нейро-ортопедических мероприятий, включающих ортопедическое, неврологическое, нейрохирургическое лечение с последующей нейрореабилитацией [4, 5, 6].

В последние годы в реабилитации происходят поистине революционные изменения, связанные с внедрением роботизированной техники. Робототерапия быстро завоевала признание и нашла свою нишу в трудном и длительном реабилитационном процессе [9, 10, 11]. НИДОИ им. Г. И. Турнера стал первопроходцем в этой области, именно здесь появились первые в России роботизированные системы «Локомат» и «Армео» для детей. Роботизированная механотерапия сегодня является важным звеном в двигательной реабилитации детей с нарушением опорно-двигательного аппарата [12].

ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

Роботизированная система «Локомат»

Система (LokomatPro) включает:

1. Беговую дорожку с регулируемыми поручнями.
2. Стойку со штангой.
3. Компьютеризированную систему разгрузки веса пациента.
4. Роботизированные ортезы.
5. Панель управления/экран для инструктора.
6. Экран пациента с модулем расширенной обратной связи (БОС).



Рис. 1. Система «Локомат»



Рис. 2. Система «Локомат»

Функциональные возможности системы «Локомат»

- интенсивная функциональная тренировка опорно-двигательного аппарата;
- управляемые компьютером физиологические паттерны ходьбы;
- точная система динамической разгрузки веса пациента;
- индивидуально регулируемые ортезы;
- регулировка параметром тренировки (скорость, разгрузка веса, диапазоны движения, направляющая сила) с учетом возможностей пациента;
- визуальное отображение процесса тренировки для оценки паттерна ходьбы;
- возможность сохранения данных, полученных в ходе тренировки, для оценки прогресса в реабилитации пациента;

- дополнительные программы тренировки с переменной скоростью;
- возможность тренировки на беговой дорожке в режиме ручного сопровождения с частичной разгрузкой веса;
- расширенная обратная связь;
- инструменты оценки: тесты L-FORCE, L-STIFF, L-ROM.

В нашем случае «Локомат» для детей оснащен двумя видами съемных ортезов: детскими, рассчитанными на маленьких пациентов с длиной бедра 21-35 см (примерный возраст с 3-х до 10 лет), и взрослыми — для старших детей с длиной бедра больше 35 см (возраст больше 10 лет и взрослые). Таким образом, система является универсальной для детей и взрослых. Ограничений по возрасту не существует, есть только ограничения по весу, он не должен превышать 135 кг. Принцип действия роботизированной системы заключается в том, что с ее помощью в ортезах ноги пациента передвигаются даже при плегии. В этом случае «Локомат» выступает в роли робота и коэффициент его участия в ходьбе составляет 100%. В других случаях, когда ноги пациента могут совершать произвольные движения, коэффициент участия робота можно уменьшать в зависимости от степени пареза и самостоятельных усилий пациента. Таким образом, роботизированная система помогает двигаться паретичным конечностям, но не мешает им использовать свои собственные двигательные возможности.

Методика ходьбы в системе «Локомат»

Для проведения занятия необходимо выполнить следующие основные этапы:

- подготовить ремни и манжеты системы;
- включить систему «Локомат»;
- установить поручни беговой дорожки на нужную высоту;
- настроить тренажер соответственно данным пациента;

- настроить продольный и поперечный размеры всех манжет, длину бедра и длину голени;
- настроить ширину таза так, чтобы пациент легко проходил в тренажер «Локомат»;
- выбрать нужную глубину сидалища, настроить высоту и глубину опоры для спины;
- закрепить на пациенте пояс, завести коляску или пациента на беговую дорожку, поднять его над дорожкой;
- произвести настройку ремней;
- закрыть замки дверей;
- зафиксировать высоту системы «Локомат»;
- закрепить таз пациента специальным поясом;
- вставить крюки системы «Локомат» в специальные петли помочей;
- при необходимости зафиксировать верхнюю часть тела пациента грудным ремнем;
- застегнуть верхние, средние и нижние манжеты;
- произвести индивидуальную настройку.

Особенности механотерапии в системе «Локомат»

1. Роботизированные ортезы ведут ноги пациента по беговой дорожке, позволяя во время ходьбы широко варьировать терапевтическими возможностями: изменять углы сгибания и разгибания в суставах, скорость движения, ритм шага, степень приземления на дорожку, коэффициент участия роботизированной системы и др.

2. Программное обеспечение позволяет задавать определенную траекторию движения и образец ходьбы, использовать биологическую обратную связь для стимуляции усилий пациента. Все данные тренинга сохраняются в компьютере в цифровом и графическом вариантах, что дает возможность анализировать результаты и отслеживать динамику у каждого пациента.

3. Реабилитация на системе «Локомат» возможна даже тогда, когда ребенок не может опираться на стопы вследствие болевого синдрома или ортопедических противопоказаний. В таких случаях тренировка проходит над беговой дорожкой, при этом идет полноценное сгибание в коленном и тазобедренном суставах и нагрузка на мышцы.

4. При необходимости существует возможность легкого переключения с автоматизированной на мануальную терапию.

5. Быстрый прогресс реабилитации достигается благодаря более длительным интенсивным тренировкам по сравнению с мануальными тренировками (ЛФК).

6. Уменьшается физическая нагрузка на медицинский персонал, управление комплексом осуществляет один специалист.

7. Улучшается динамическая и поструральная стабильность пациента в вертикальном положении.

8. Модуль расширенной обратной связи (жидкокристаллический экран 42 дюйма с программным обеспечением, установленный перед системой «Локомат»), позволяет проводить обучающую, мотивирующую, интерактивную тренировку с расширенной обратной связью в среде виртуальной реальности, где пациент является участником виртуальной игры.

9. У детей тренинг на роботизированной системе вызывает мощный положительный психоэмоциональный всплеск, что существенно повышает мотивацию к самостоятельной ходьбе.

Комплекс «Армео»

Это роботизированный ортез для руки с программным обеспечением и встроенной пациент-специфичной обратной связью. Пружинный механизм и чувствительная к давлению ручка (джойстик) обеспечивают регулируемую весовую разгрузку восстанавливаемой руки и разработывание ее двигательных функций. Он позволяет пациентам, используя даже небольшие функциональные возможности верхней конечности, развивать и усиливать локомоторную и хватательную функции.



Рис. 3. Система «Армео»

«Армео» включает:

1. Рулевую стойку.
2. Плиту основания.
3. Колонну, регулируемую по высоте.
4. Регулировку длины плеча.

5. Установку разгрузки плеча.
6. Плечевой сустав (сгибание/разгибание, приведение/отведение, протракция/ретракция).
7. Установку разгрузки предплечья.
8. Манжета для предплечья.
9. Рукоятку.
10. Регулировку длины модуля кисти.
11. Регулировку длины предплечья.



Рис. 4. Система «Армео»

Методика занятий в комплексе «Армео»

Для проведения занятия необходимо выполнить следующие этапы:

- зафиксировать ортез плеча;
- позиционировать Армео;
- установить высоту ортезов рук;
- установить мягкую спинку;
- позиционировать плечевое сочленение;
- зафиксировать манжеты плеча и манжеты предплечья;
- позиционировать модуль предплечья;
- произвести весовое уравнивание модуля предплечья;
- произвести весовое уравнивание модуля плеча;
- позиционировать ручку;
- зафиксировать про/супинацию;
- настроить программное обеспечение и БОС.

Особенности терапии в комплексе «Армео»

1. Комплекс двигательной реабилитации «Армео» обеспечивает поддержку поврежденной конечности, позволяя пациенту успешно манипулировать рукой и совершенствовать остаточные нейромышечные функциональные возможности.

2. Программное обеспечение позволяет индивидуальную настройку и организацию тренировок.

3. Наличие расширенной биологической обратной связи дает возможность усиливать мышечное напряжение.

4. Комплекс «Армео» позволяет производить мотивированную и увлекательную восстановительную терапию руки и кисти путем моделирования действий повседневной активности.

Показания к роботизированной механотерапии

1. Спастические параличи и парезы при ДЦП и патологии спинного мозга
2. Вялые параличи и парезы при патологии спинного мозга и периферических невропатиях
3. Смешанные параличи и парезы при сочетанной цереброспинальной патологии

Противопоказания к роботизированной механотерапии

Можно разделить на абсолютные и относительные:

К абсолютным относятся:

- острые инфекционные и воспалительные заболевания;
- инфекционно-трофические нарушения кожи, мягких тканей туловища и конечностей (пролежни, свищи), персистирующий остеомиелит;
- острый тромбоз, тромбофлебит, геморрогический синдром;
- несросшиеся переломы конечностей, костей таза, позвоночника;
- тяжелая степень остеопароза;
- артродезы суставов нижних конечностей;
- выраженный болевой синдром во время движения;
- неспособность длительно (не менее 30 мин) находиться в вертикальном положении, вследствие патологических вегетативных реакций (ортостатическая гипотензия, тахикардия, брадикардия, аритмия);
- задержка психического развития тяжелой степени;
- гиперкинетический синдром тяжелой степени;
- эпилепсия с некупированными приступами.

К относительным относятся:

- вывихи и подвывихи суставов нижних конечностей;
- фиксированные контрактуры суставов нижних конечностей;
- значительное различие в длине ног пациента (более 2 см), которое невозможно откорректировать ортопедической обувью или стельками;
- эпилепсия с редкими приступами;
- спастичность в нижних конечностях;
- гиперкинетический синдром средней степени;
- задержка психического развития средней степени.

Возможные осложнения и методы борьбы с ними

1. Повышение спастичности в мышцах нижних конечностей. Может быть устранено с помощью миорелаксантов (миодакалм, сирдалуд).

2. Изменения в электроэнцефалограмме в виде усиления раздражения коры головного мозга. В таких случаях целесообразно назначение препаратов, снижающих порог судорожной готовности (пантогам, пантокальцин).

3. Местные аллергические реакции в местах прикрепления электродов. Применяются противоаллергические мази и антигистаминные препараты.

4. Синкопальные состояния при длительной нагрузке. В таких случаях необходимо дозировать длительность нагрузки.

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ У ДЕТЕЙ С ДЦП

За семь лет использования роботизированных устройств в НИДОИ им. Г. И. Турнера накоплен определенный опыт данного вида реабилитации, разработаны эффективные схемы механотерапии и получены положительные результаты [12].

Перед тем как начать обсуждение, необходимо развеять миф о «чудо-аппарате», который ставит больных детей на ноги, и они начинают ходить самостоятельно. «Локомат» и «Армео» — это роботизированные аналоги традиционной ЛФК, которые имеют ряд преимуществ (они перечислены ранее), но максимальный эффект восстановления двигательных функций они дают в комплексе реабилитационных мероприятий, проводимых после поэтапного ортопедо-хирургического лечения. Для успешной реабилитации в роботизированной системе пациент должен пройти определенную «премедикацию», которая заключается в подготовке конечностей к механотерапии. Необходимо устранить спастичность, контрактуры и деформации сегментов конечностей, то есть с помощью ортопедического и хирургического лечения конечности должны быть приведены в положение, максимально близкое к физиологическому. Только тогда можно рассчитывать на хороший эффект. У нас есть отрицательный опыт применения робототерапии у детей с «неподготовленными» конечностями, в результате мы получили усиление спастичности мышц, болевой синдром или сбой в работе техники [12]. Поэтому преобладающее число наших пациентов до начала роботизированной механотерапии получили комплексное ортопедо-хирургическое или нейрохирургическое лечение, которое было представлено следующими операциями: селективная дорзальная ризотомия, тено-

миотомии, невротомии, операции на тазобедренных суставах и стопах.

Существенное влияние на эффективность тренировок оказывает правильная оценка степени спастичности мышц конечностей пациента, наличие/отсутствие фиксированных контрактур, наличие/отсутствие вывиха в тазобедренных суставах, уровень моторных навыков и степень снижения интеллекта. Наилучшие результаты после роботизированной реабилитации показывают дети со степенью спастичности мышц нижних конечностей по шкале Эшворта 1-2 балла, со степенью выраженности двигательных нарушений по шкале GMFCS 2-4 уровень и расстройством интеллекта легкой степени.

Общий курс роботизированной реабилитации составляет от 10 до 20 процедур. Тренировки возможны ежедневно или через день. Возможно проведение пролонгированной реабилитации: пациент получает курс из 10-15 процедур ежедневно, затем через день в течение двух недель, затем 2 тренировки в неделю в течение двух недель, а далее 1 тренировка в неделю до 3-6 мес. Пролонгированная реабилитация позволяет закрепить стереотип ходьбы, сформированный после интенсивного периода ежедневных тренировок и вывести пациента на новый уровень моторных навыков.

Возрастные особенности

В младшей возрастной группе (3-5 лет) занятия на системе «Локомат» носят характер пассивной тренировки, поскольку в этом возрасте у детей не достаточно сформированы пространственные представления, имеются особенности коммуникативной и эмоционально-волевой сферы. У детей этой возрастной группы успех двигательной реабилитации во многом зависит от способности инструктора, проводящего занятия на системе «Локомат», заинтересовать ребенка,

посредством игры сформировать правильные двигательные стереотипы. Необходимо учитывать также тот факт, что дети младшей возрастной группы не обладают высокой выносливостью и усидчивостью. Длительность тренировки иногда сокращается до 15-30 минут. Особенностью этой возрастной группы является также то, что уже в середине курса тренировок у многих пациентов отмечаются попытки совершать новые движения: дети начинают активнее использовать ползание «на четвереньках», улучшается функция рук (то есть появились движения в тех группах мышц, на которые не были направлены занятия на тренажере).

У детей **средней возрастной группы** (6-10 лет) с большей эффективностью можно использовать активно-пассивные и полностью активные режимы тренировок. Актуальным становится визуальный контроль ребенка за числовыми и графическими показателями, отражаемыми на дисплее тренажера в процессе тренировок. Дети с сохранным интеллектом следят за симметричностью работы правой и левой нижней конечности, произвольно меняют силу мышц.

Дети **старшей возрастной группы** (11-17 лет) с сохранным интеллектом становятся активными участниками реабилитационного процесса. В этой возрастной группе достаточно высока мотивация к освоению навыка ходьбы, что значительно упрощает и ускоряет процесс двигательной реабилитации с использованием роботизированных систем.

СОЧЕТАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ С ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ РЕАБИЛИТАЦИИ

Изолированное применение роботизированной механотерапии дает положительный результат в улучшении двигательных функций, однако, исходя из нашего опыта, лучшие показатели можно получить в результате сочетанного применения робототерапии и традиционных методов двигательной реабилитации. В реабилитационный процесс должны быть включены: ЛФК, массаж, ФТЛ, гидротерапия, ортопедические укладки и консервативные методы лечения.

Стандартный курс сочетанной реабилитации включает:

Лечебная гимнастика индивидуальная — № 15-20.

Укладки, лангеты, гипсование (по показаниям).

Массаж — № 10-15.

Самостоятельные занятия в зале ЛФК (ежедневно).

Роботизированные тренировки для нижних конечностей на системе «Локомат» — № 15.

Механизированные тренировки для верхних конечностей на системе «Армео» — № 15 для каждой конечности.

Физиотерапия (по назначению врача-физиотерапевта)

ФТЛ при спастичности мышц

№	Наименование процедур	Количество процедур	Кратность процедур	Противопоказания
1	Глубокая осцилляционная (лимфодренаж)	№ 5 еж.	Не сочетать с массажем	Общие
2	Парафиноозокеритотерапия	№ 8 ч/д	Перед массажем за 2 часа	Общие, заболевания почек
3	Гальванизация по общей методике	№ 5 еж.		Общие
4	Гальванические ножные ванны (ручные)	№ 6-8	2 раза в неделю. Не сочетать с парафиноозокеритотерапией	Общие

ФТЛ при гипотонии мышц

№	Наименование процедур	Количество процедур	Кратность процедур	Противопоказания
1	Электрофорез с сосудистыми препаратами	№ 5-10	Ежедневно	Общие, аллергия
2	Миостимуляция (СМТ, ДДТ)	№ 8	Ежедневно или через день, не сочетать с массажем в один день	Общие, эписиндром
3	Вихревые ванны	№ 6-8	2-3 раза в нед.	

ФТЛ при болевом синдроме

№	Наименование процедур	Количество процедур	Кратность процедур	Противопоказания
1	Электрофорез с обезболивающими препаратами	№ 3-5	Ежедневно	Общие, аллергия
2	Глубокая осцилляционная	№ 5	Ежедневно	Общие
3	СМТ (ДДТ)	№ 5	Ежедневно	Общие
4	Лазеротерапия	№ 5	Ежедневно, местно	Общие

ФТЛ с рассасывающим эффектом

№	Наименование процедур	Количество процедур	Кратность процедур	Противопоказания
1	Глубокая осцилляция	№ 5	Ежедневно	Общие
2	Фонофорез с гидрокортизоном, хондроксид-гелем, КI, лидазой, коллагеназой, трилоном Б	№ 7	Ежедневно	Общие
3	Лазеротерапия	№ 7	Ежедневно. Вместе с фонофорезом	Общие
4	Парафиноозокеритотерапия	№ 8 ч/д	Перед массажем за 2 часа	Общие, заболевания почек
5	Вихревые ванны	№ 10	Через день, вместе с ЛФК, не сочетать с парафиноозокеритотерапией	Общие

СТАНДАРТНЫЕ СХЕМЫ МЕХАНОТЕРАПИИ

В зависимости от проведенного ранее нейроортопедического лечения предлагается несколько схем роботизированной механотерапии:

I. Ранняя послеоперационная

II. Отсроченная послеоперационная

III. После консервативного ортопедического лечения

Первая схема предусматривает начало занятий на системе «Локомат» через 10-12 дней после нейрохирургических операций, не требующих гипсования (дорзальная селективная ризотомия, невротомия) или на следующий день после снятия гипса после ортопедических операций (тенотиомии, операции на тазобедренных суставах и стопах). Общий курс роботизированной механотерапии составляет 15 процедур.

Тренировки проводятся один раз в день или через день. Во всех случаях производится разгрузка веса пациента на 50-30% от массы тела. Время занятий начинается с 15-20 мин. ежедневно увеличивается на 5-10 мин. и доходит до 30-45 мин. (в зависимости от самочувствия и поведения ребенка). Скорость движения в каждом случае подбирается индивидуально от 0,5 до 1,5 км/час. В среднем за курс ребенок проходит от 3500 до 6500 метров. Необходимо отметить, что реабилитация детей, особенно младшего возраста, требует особого подхода и сопровождается значительным эмоциональным напряжением как со стороны пациента, так и инструктора. Первые тренировки часто вызывают умеренный болевой синдром и дискомфорт в области мышц и суставов. И здесь проявляется явное преимущество роботизированной системы: «Локомат» вызывает у маленьких пациентов огромный интерес, что помогает им преодолеть страх и боль первых процедур. Благодаря программному обеспечению можно подобрать индивидуаль-

ные параметры механотерапии: углы сгибания и разгибания в суставах, степень приземления на беговую дорожку, ритм шага. Результаты тренировки и выбранные параметры ходьбы сохраняются в памяти компьютера и могут меняться во время тренировки, что позволяет каждое последующее занятие сделать более интенсивным и эффективным [11].

Вторая схема: дети получают восстановительное лечение через 3-6 месяцев после хирургического лечения. Эта схема предназначена для детей, которые в силу разных причин не могут получать роботизированную механотерапию сразу после хирургического лечения. Общий курс занятий составляет также 15 процедур ежедневно или через день. Учитывая тот факт, что пациенты через несколько месяцев после хирургического лечения физически более крепкие, роботизированные тренировки проходят интенсивнее: увеличивается скорость ходьбы, пройденное расстояние, вынос колена и бедра за счет больших углов сгибания в суставах, используются различные программы ходьбы, заложенные в компьютере (имитация ходьбы в гору, под гору, по лестнице и др.). Если ребенок показывает хорошие результаты при ходьбе, возможно уменьшение степени разгрузки веса и коэффициента участия роботизированной системы, а также переход на ходьбу по беговой дорожке без ортезов, но при мануальной помощи инструктора.

Третья схема предназначена для детей, не подлежащих хирургическому лечению, но получивших ту или иную ортопедическую коррекцию (гипсование, ботулинотерапию, радиочастотную деструкцию). При лечении гипсованием роботизированная механотерапия может начинаться практически сразу после снятия гипса, при радиочастотной деструкции — через 1-2 дня, при использовании ботулинотерапии необходимо делать инъекции диспорта (ботокса) за 2-3 недели до начала реабилитации, чтобы получить необходимый эффект снижения мышечного тонуса [2]. Курс реабилитации составляет также

15 процедур, терапевтические подходы аналогичны первым двум схемам.

Как уже отмечалось ранее, что восстановительное лечение детей с церебральным параличом должно продолжаться непрерывно до достижения максимально возможных результатов [4, 5]. Поэтому и роботизированную механотерапию необходимо проводить повторными курсами не менее трех в течение года. Наиболее эффективной схемой реабилитации являются пролонгированные курсы робототерапии 1-2 раза в неделю в течение 6 месяцев [11]. Такая схема позволяет удерживать и совершенствовать достигнутые результаты в освоении навыков ходьбы и приводит к оптимальным результатам.

Возможные осложнения и методы борьбы с ними

1. Повышение спастичности в мышцах нижних конечностей. Может быть устранено с помощью миорелаксантов (мидокалм, сирдалуд).

2. Изменения в электроэнцефалограмме в виде усиления ирритации коры головного мозга. В таких случаях целесообразно назначение препаратов, снижающих порог судорожной готовности (пантогам, пантокальцин).

3. Местные аллергические реакции в местах фиксации манжет. Применяются противоаллергические мази и антигистаминные препараты.

4. Синкопальные состояния при длительной нагрузке. В таких случаях необходимо дозировать длительность нагрузки.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ МЕХАНОТЕРАПИИ

Для оценки эффективности проведенного лечения, использовались следующие шкалы и тесты:

1. *Модифицированная шкала спастичности Эшворта (Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity)* (приложение 1). Оценивали степень спастичности мышц нижних конечностей до начала роботизированной механотерапии и после ее окончания [15].

2. *Система классификации больших моторных функций GMFCS* (уровень развития двигательных навыков) (приложение 2).

3. *Шкала больших моторных функций GMFM-88* (приложение 3).

4. *Тест «Ходьба с регистрацией времени и расстояния» или «Тест 10 метров»* (приложение 4).

5. *Тест «Устойчивость и стояние»* (приложение 5).

Оценка эффективности тренировок проводилась с использованием стандартных локомоторных тестов, входящих в программное обеспечение тренажера «Локомат» — тест «L-FORCE», «L-STIFF» и «L-ROM».

Характеристика тестов:

— *тест «L-FORCE»* проводит изометрическое измерение мышечной силы в ньютонметрах (Nm) в четырех мышечных группах: сгибателях/разгибателях бедра, сгибателях/разгибателях голени на правой и левой нижней конечности соответственно.

— *тест «L-STIFF»* используется для определения спастичности мышц, является «мануальным» аналогом шкалы Эшворта. При выполнении этого теста «Локомат» совершает

механическое противодействие в процессе выполнения пассивных движений ног пациента.

— *тест «L-ROM»* оценивает объем пассивного движения при сгибании и разгибании коленного и тазобедренного суставов (в градусах).

Все шкалы и тесты применяются в начале и в конце роботизированной механотерапии, а также после курса пролонгированной робототерапии. Оценка результатов позволяет проследить динамику двигательных навыков пациента и изменение его качества жизни.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Двигательная реабилитация детей с церебральным параличом — это длительный, непрерывный процесс, в основе которого лежит комплексный подход и использование новых современных методов восстановительного лечения. Одним из таких методов является роботизированная механотерапия на системах «Локомат» и «Армео». Этот вид реабилитации на сегодняшний день зарекомендовал себя как высокоэффективный на всех этапах восстановления двигательных функций и является неотъемлемой частью комплексной нейрореабилитации. Преимуществом робототерапии являются широкие возможности моделирования параметров тренировок, непрерывный компьютерный анализ, контроль произвольного участия пациента, возможность проведения длительных тренировок с высокой повторяемостью движения близких к физиологическому паттерну. Возможность применения роботизированной механотерапии в комплексной двигательной реабилитации детей с ДЦП является огромным достижением в сфере высокотехнологичной помощи, а высокая эффективность методики является хорошим стимулом для ее дальнейшего использования.

ДИДАКТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

1. Какая форма детского церебрального паралича встречается наиболее часто?
 - А — гемипаретическая форма.
 - Б — спастическая диплегия.
 - В — дискенетическая форма.
 - Г — атонически-астатическая форма.
2. Что не является показанием к использованию системы «Локомат»?
 - А — нижний спастический парапарез.
 - Б — нижний вялый парапарез.
 - В — парез Эрба-Дюшена.
 - Г — нижний смешанный парапарез.
3. Что является абсолютным противопоказанием к проведению роботизированной механотерапии?
 - А — несросшиеся переломы конечностей.
 - Б — эпилепсия с редкими приступами.
 - В — спастичность в нижних конечностях.
 - Г — гиперкинетический синдром средней степени.
4. Какая из перечисленных шкал является оптимальной для оценки спастичности мышц у детей с церебральным параличом?
 - А — шкала ASIA.
 - Б — шкала Эшворта.
 - В — шкала Тардье.
 - Г — шкала GMFM.
5. Какой из стандартных локомоторных тестов используется для измерения мышечной силы?
 - А — тест «L-FORCE».
 - Б — тест «L-STIFF».
 - В — тест «L-ROM».

6. С какого возраста может использоваться роботизированная система «Локомат» у детей?
 - А — с 10 лет.
 - Б — с 1 года.
 - В — с 3-х лет.
 - Г — с 18 лет.
7. Что из перечисленного является противопоказанием к использованию системы «Армео»?
 - А — вялый монопарез руки.
 - Б — верхний спастический парапарез.
 - В — смешанный монопарез руки.
 - Г — острый плексит плечевого сплетения.
8. Уровень развития двигательных навыков определяется с помощью:
 - А — шкалы спастичности Эшворта.
 - Б — системы классификации больших моторных функций GMFCS.
 - В — шкалы GMFM.
 - Г — локомоторного теста «L-FORCE».
9. Когда правильно проводить ботулинотерапию в процессе роботизированной реабилитации?
 - А — после курса роботизированной механотерапии.
 - Б — во время курса.
 - В — за 2-3 недели до начала курса.
 - Г — непосредственно перед курсом.
10. Каков оптимальный курс роботизированной механотерапии?
 - А — 10 сеансов.
 - Б — 5 сеансов.
 - В — 30 сеансов.
 - Г — 15 сеансов.

Правильные ответы:

1-Б, 2-В, 3-А, 4-Б, 5-А, 6-В, 7-Г, 8-Б, 9-В, 10-Г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

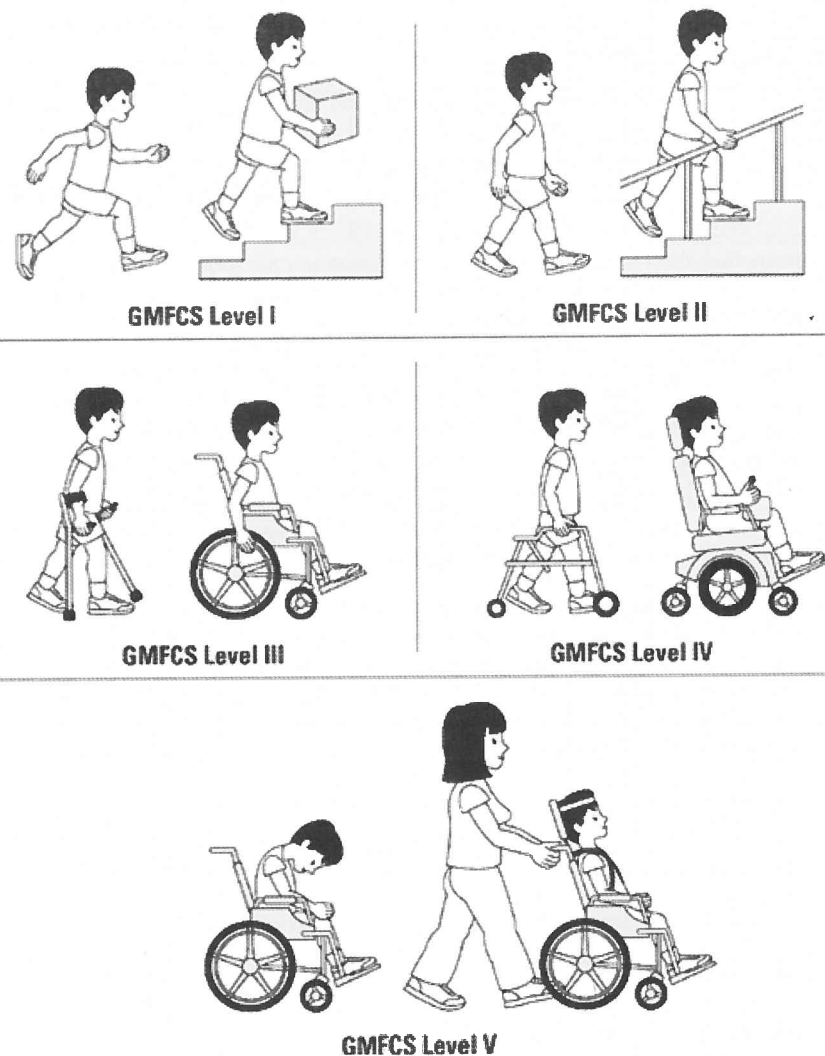
Приложение 1

Модифицированная шкала спастичности Эшворта (Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity) [13].

Баллы	Мышечный тонус
0	Нет повышения
1	Легкое повышение тонуса, ощущаемое при сгибании или разгибании сегмента конечности в виде незначительного сопротивления в конце движения.
2	Более значительное повышение тонуса в виде сопротивления, возникающего после выполнения не менее половины объема движения.
3	Умеренное повышение тонуса, выявляющееся в течение всего движения, но не затрудняющее выполнение пассивных движений.
4	Значительное повышение тонуса, затрудняющее выполнение пассивных движений.
5	Пораженный сегмент конечности фиксирован в положении сгибания или разгибания.

Приложение 2

Система классификации больших моторных функций GMFCS



Возраст до 2 лет

Уровень I	Дети младшего возраста принимают положение сидя и выходят из этого положения, сидят на полу с обеими свободными руками для манипулирования предметами. Дети младшего возраста ползают на руках и коленях, стремятся встать и шагать, держась за мебель. Дети в возрасте от 18 месяцев до 2 лет ходят без каких-либо вспомогательных устройств для передвижения.
Уровень II	Дети младшего возраста сохраняют положение сидя на полу, однако для сохранения такого положения им требуются руки для поддержки и сохранения равновесия. Дети ползут на животе или ползут на руках и коленях. Дети могут стараться встать и сделать несколько шагов, держась за мебель.
Уровень III	Дети младшего возраста сохраняют положение сидя на полу при создании опоры в поясничной области спины. Дети перекатываются и ползут вперед на животе.
Уровень IV	Дети младшего возраста держат головку, однако для сидения на полу им требуется опора корпуса. Дети перекатываются в положение лежа на спине и могут перекатываться в положение лежа на животе.
Уровень V	Физические нарушения ограничивают произвольное управление движениями. Дети не способны сохранять антигравитационное положение головы и корпуса в положении лежа на животе и сидя. Дети нуждаются в помощи взрослых для перекатывания.

Возраст от 2 до 4 лет

Уровень I	Дети сидят на полу, при этом их руки свободны для манипулирования предметами. Движения для принятия положения сидя на полу и положения стоя и выход из этих положений выполняются без помощи взрослых. Ходьба для детей является предпочтительным методом передвижения, при этом отсутствует необходимость в каких-либо вспомогательных устройствах для передвижения.
Уровень II	Дети сидят на полу, однако у них могут возникнуть трудности с сохранением равновесия, когда обе их руки свободны для манипулирования предметами. Движения для принятия положения сидя и выхода из этого положения выполняются без помощи взрослых. Дети стараются встать на стабильной поверхности. Дети реципрочно ползают на руках и коленях, перемещаются, держась за мебель, и ходят, используя вспомогательные устройства передвижения в качестве предпочтительных методов передвижения.
Уровень III	Дети сохраняют положение сидя на полу нередко путем принятия положения «W-sitting» (положение сидя между согнутыми и повернутыми вовнутрь бедрами и коленями), и им может потребоваться помощь взрослых для принятия положения сидя. Дети ползают на животе или ползают на руках и коленях (нередко без реципрочного движения ног) в качестве их основного метода самопередвижения. Дети могут стараться встать на стабильной поверхности и перемещаться на небольшое расстояние. Дети могут пройти небольшое расстояние в помещении, используя вспомогательные средства передвижения и помощь взрослых для управления направлением движения и поворота.
Уровень IV	Дети сидят на стуле, но нуждаются в адаптации к положению сидя для управления положением корпуса и с целью максимизации функции рук. Дети занимают положение сидя на стуле и выходят из этого положения с помощью взрослых или с использованием стабильной поверхности для того, чтобы оттолкнуться своими руками или подтянуться на них. Дети в лучшем случае могут проходить короткое расстояние с ходунками и под надзором взрослых, однако у них возникают трудности при повороте и сохранении равновесия на неровной поверхности. Детей транспортируют. Дети могут достигнуть самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску.
Уровень V	Физические нарушения ограничивают произвольное управление движениями и способность сохранять антигравитационное положение головы и корпуса. Все зоны моторной функции ограничены. Функциональные ограничения при положении сидя и стоя компенсируются не полностью за счет использования адаптивного оборудования и вспомогательных технологий. Дети не располагают средствами для самостоятельного передвижения и нуждаются в транспортировке. Некоторые дети достигают самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску при значительной адаптации.

Возраст от 4 до 6 лет

Уровень I	Дети занимают положение сидя на стуле и выходят из этого положения, не нуждаясь в опоре на руки. Дети встают из положения сидя с пола и со стула и занимают положение стоя, не нуждаясь в каких-либо предметах для опоры. Дети перемещаются в помещении и за его пределами, поднимаются по лестнице. Появление навыков бега и прыгания.
Уровень II	Дети сидят на стуле со свободными руками для манипулирования предметами. Дети из положения сидя на полу и на стуле занимают положение стоя, но нередко им требуется стабильная поверхность, позволяющая им оттолкнуться руками или подтянуться на руках. Дети ходят, не нуждаясь в каких-либо вспомогательных средствах передвижения в помещении и проходят короткое расстояние на ровной поверхности вне помещения. Дети поднимаются по лестнице, держась за перила, но не способны бегать или прыгать.
Уровень III	Дети сидят на обычном стуле, но могут нуждаться в опоре в области таза или в опоре корпуса для максимизации функции рук. Дети могут занимать положение сидя на стуле и выходить из этого положения с использованием стабильной поверхности для отталкивания руками или подтягивания на руках. Дети ходят с использованием вспомогательных устройств передвижения на ровной поверхности и поднимаются по лестнице с помощью взрослых. Детей часто транспортируют при перемещении на большие расстояния или вне помещений на неровной поверхности.
Уровень IV	Дети сидят на стуле, но нуждаются в адаптации к положению сидя для управления положением корпуса и с целью максимизации функции рук. Дети занимают положение сидя на стуле и выходят из этого положения с помощью взрослых или с использованием стабильной поверхности для отталкивания руками или подтягивания на руках. Дети в лучшем случае могут проходить короткое расстояние с ходунками и под надзором взрослых, однако у них возникают трудности при повороте и сохранении равновесия на неровной поверхности. Детей транспортируют. Дети могут достигнуть самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску.
Уровень V	Физические нарушения ограничивают произвольное управление движениями и способность сохранять антигравитационное положение головы и корпуса. Все зоны моторной функции ограничены. Функциональные ограничения при положении сидя и стоя компенсируются не полностью за счет использования адаптивного оборудования и вспомогательных технологий. Дети не располагают средствами для самостоятельного передвижения и нуждаются в транспортировке. Некоторые дети достигают самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску при значительной адаптации.

Возраст от 6 до 12 лет

Уровень I	Дети ходят внутри помещения и вне помещения и поднимаются по лестнице без ограничений. Дети выполняют навыки крупной моторики, включая бег и прыжки, однако скорость, равновесие и координация снижены.
Уровень II	Дети ходят внутри помещения и вне помещения и поднимаются по лестнице, держась за перила, но испытывают ограничения при ходьбе на неровной поверхности и наклонной поверхности, а также в толпе или в ограниченном пространстве. Дети, в лучшем случае, обладают минимальными способностями для выполнения навыков крупной моторики, таких как бег и прыжки.
Уровень III	Дети ходят внутри помещения и вне помещения на ровной поверхности с помощью вспомогательных устройств передвижения. Дети могут подниматься по лестнице, держась за перила. В зависимости от функции верхних конечностей дети перемещают инвалидную коляску вручную, либо их транспортируют при перемещении на большие расстояния или вне помещения по неровному рельефу местности.
Уровень IV	Дети могут поддерживать уровни функций, достигнутых до 6-летнего возраста, либо в большей степени полагаться на передвижение с помощью инвалидной коляски дома, в школе или в населенном пункте. Дети могут достигнуть самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску.
Уровень V	Физические нарушения ограничивают произвольное управление движениями и способность сохранять антигравитационное положение головы и корпуса. Все зоны моторной функции ограничены. Функциональные ограничения при положении сидя и стоя компенсируются не полностью за счет использования адаптивного оборудования и вспомогательных технологий. Дети не располагают средствами для самостоятельного передвижения и нуждаются в транспортировке. Некоторые дети достигают самостоятельного передвижения, используя электрическую инвалидную коляску при значительной адаптации.

Шкала больших моторных функций GMFM-88

Шкала предназначена для оценки крупных моторных функций и является стандартизированным инструментом наблюдений, разработанным с целью измерения изменений крупных моторных функций у детей с церебральным параличом в динамике по времени. Шкала состоит из 88 актов, сгруппированных в пять различных категорий крупной моторной функции: лежание и перекат; сидение; ползание и положение на коленях; положение стоя; ходьба, бег и прыжки. Предусматривается, что все 88 актов могут быть выполнены 5-летним ребенком без двигательной недостаточности.

При проведении тестирования по шкале GMFM-88 рекомендуется проводить тестирование актов в заданном порядке и тестирование каждой категории прежде, чем приступить к другой с целью предотвращения случайного пропуска каких-либо актов.

Должен быть протестирован любой акт, который ребенок в силах выполнить при попытке его осуществления. Подсчет баллов по каждому акту основан на четырехбалльной шкале с использованием следующих символов:

- 0 – не приступает,
- 1 – приступает,
- 2 – частично завершает,
- 3 – завершает.

С целью определения общей оценки в баллах для GMFM-88 нужно суммировать баллы по актам в рамках категорий и внести суммарное число баллов в таблицу учета. Затем в рамках каждой из пяти категорий подсчитывают количество баллов, выраженное в процентах $[(\text{баллы ребенка} / \text{максимальный балл}) \times 100]$. Общее количество баллов, выраженное в процентах в отношении каждой категории, усредняют с целью получения общей оценки в баллах. Именно эта величина используется для оценки результатов в динамике [14].

Тест «Ходьба с регистрацией времени и расстояния» или «Тест 10 метров»

Данный тест относится к категории наиболее простых и в то же время надежных способов оценки ходьбы. Суть теста заключается в том, что пациента просят пройти фиксированное расстояние по прямой с обычной для него скоростью, обычным шагом, пользуясь, если это необходимо, привычными вспомогательными средствами. Обычно это 5, 10 или 20 метров, причем в последнем случае пациент проходит 10 метров, делает поворот и идет обратно. Регистрируется время в секундах, затраченное пациентом для прохождения данного расстояния, либо скорость ходьбы (метры в секунду). Обязательно должно быть отмечено использование вспомогательных средств, если таковые применялись. Данный тест является достаточно чувствительным в отношении улучшения походки у пациентов, получивших курс двигательной реабилитации с использованием роботизированной системы «Локомат», причем как для оценки результатов лечения сразу после окончания курса реабилитации, так и для оценки отдаленных результатов.

Тест «Устойчивость и стояние»

Этот тест применяется у пациентов с отсутствием навыков ходьбы. Он позволяет оценить способность больного поддерживать вертикальное положение. Тест достаточно простой.

Описание состояния	Градация
Не может стоять	0
Способен стоять на расставленных ногах, но менее 30 секунд	1
Способен стоять на расставленных ногах более 30 секунд, но не может стоять в положении «ноги вместе»	2
Способен стоять в положении «ноги вместе», но не более 30 секунд	3
Способен стоять в положении «ноги вместе» более 30 секунд	4

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадалян Л. О., Журба Л. Т., Тимонина О. В. Детские церебральные параличи: ДЦП, ЛФК, неврология. — М.: Книга по требованию, 2013. — 325 с.
2. Детский церебральный паралич. Эффективные способы борьбы с двигательными нарушениями/Под рук. В. В. Умнова. — СПб.: Издательство «Десятка», 2013. — 236 с.
3. Белова А. Н. Нейрореабилитация: руководство для врачей. — М.: Антдор, 2000. — 566 с.
4. Вернер Д. Реабилитация детей-инвалидов. — М.: Филантроп, 1995. — 676 с.
5. Chung CY, Chen CL, Wong AM. Pharmacotherapy of spasticity in children with cerebral palsy. J Formos Med Assoc. 2011; 110: 215-222.
6. Кожевникова В. Т. Современные технологии в комплексной физической реабилитации больных детским церебральным параличом. — М.: ПБОЮЛ «Т. М. Андреева», 2005. — 238 с.
7. Боголюбов В. М. Пономаренко Г. Н. Общая физиотерапия. — М.: Медицина, 2003. — 430 с.
8. Лильин Е. Т., Доскин В. А. Детская реабилитология. — М.: Литтера, 2011. — 380 с.
9. Черникова Л. А., Клочков А. С. Влияние тренировок на роботизированной системе «Lokomat» на мобильность при ходьбе у больных с постинсультными гемипарезами // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2014. — Т. 91. — Вып. 3. — с. 13-17.
10. Johnston T. E., Watson K. E., Ross S. A., Gates P. E., Gaughan J. P., Lauer R. T. et al. Effects of a supported speed treadmill training exercise program on impairment and function for children with cerebral palsy. De. Med Child Neurol. 2011; 53 (8): 742-750.
11. Smania N., Bonetti P., Gandolfi M., Cosentino A., Waldner A., Hesse S. et al. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. Am J Phys Med Rehabil. 2011; 90 (2): 137-149.
12. Икоева Г. А., Кивоевко О. И., Полозенко О. Д. Роботизированная механотерапия в реабилитации детей с церебральным параличом после комплексного ортопедо-хирургического лечения // Нейрохирургия и неврология детского возраста. — 2012. — № 4. — с. 32-36.
13. Bohannon R. W., Smith M. B. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Phys. Ther. 1987; 67 (2): 206-207.
14. Russell D. J., Rosenbaum P. L., Cadman D. T., et al. The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. Dev Med Child Neurol. 1989; 31 (3): 341-352.

РОБОТИЗИРОВАННАЯ МЕХАНОТЕРАПИЯ
В КОМПЛЕКСЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ
С ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ

Учебное пособие

Подписано в печать 23.12.2016 г. Формат 60x84/16. Объем 2,5 п. л. Тираж 300 экз. Заказ 1518
Отпечатано в типографии ООО «СПб СРП "Павел" ВОГ»

196620, Санкт-Петербург – Павловск, ул. Березовая, 16/20
Тел. (812) 452-37-58