

Опыт применения экзоскелета «ЭкзоАтлет» у подростков с церебральным параличом

Проф. В Ф Бландинский зав. кафедрой детской хирургии ФГББОУ ВО ЯГМУ МЗ РФ

М В Ковина зав. отделением ГБУЗ ЯО «ОДКБ», главный внештатный специалист по
медицинской реабилитации детей ДЗиФ ЯО

М.М.Мартьянов врач-ЛФК ГБУЗ ЯО «ОДКБ»

Л.В.Мартьянова врач-консультант ООО «Адели –М» г.Москва

Е.В.Письменная ООО «ЭкзоАтлет» г.Москва

Медицинская реабилитация

Приоритетные задачи:

Разработка инновационных
немедикаментозных технологий
и высокотехнологичных медицинских
услуг

Федеральный закон

«Об основах охраны здоровья граждан в
Российской Федерации»,
№ 323-ФЗ от 21.11.2011г.,

Госпрограмма развития здравоохранения
РФ до 2025 года, утвержденной
правительством РФ 24.12.2012г

Нормативная база

Аппарат для роботизированной
механотерапии верхней конечности

Аппарат для роботизированной терапии
нижних конечностей (конечности)

Приложение: Стандарт оснащения
отделений и центров медицинской
реабилитации

ПРИКАЗ МЗ РФ

от 29 декабря 2012 г. N 1705н

О ПОРЯДКЕ ОРГАНИЗАЦИИ
МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

ПРИКАЗ МЗ РФ

от 16 июня 2015 г. N 349н

ОБ УТВЕРЖДЕНИИ СТАНДАРТА
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ МЕДИЦИНСКОЙ
ПОМОЩИ ПРИ ДЕТСКОМ ЦЕРЕБРАЛЬНОМ
ПАРАЛИЧЕ (ФАЗА МЕДИЦИНСКОЙ
РЕАБИЛИТАЦИИ)

ДЦП

Клинические рекомендации, 2017г

Согласно современным представлениям, в основе компенсации нарушенных функций при повреждении головного мозга, лежат механизмы нейропластичности – способности различных отделов ЦНС к реорганизации, за счет структурных изменений в веществе мозга.

В активации механизмов нейропластичности ЦНС решающая роль принадлежит афферентации, возникающей с паретичных конечностей при их длительной, целенаправленной и интенсивной тренировке.



Цель двигательной реабилитации подростков с ДЦП:

- Приобретение и сохранение новых двигательных навыков
- Профилактика развития контрактур и других вторичных ортопедических осложнений
- Улучшение качества жизни

ExoAtlet -экзоскелет для медицинской и социальной реабилитации

Ускоряет процесс реабилитации и улучшает качество жизни у больных с травматической болезнью спинного мозга, последствиями перенесенного инсульта, рассеянным склерозом, церебральным параличом и др.

Оснащено 40 клиник

От 4 часов непрерывной работы

Вес экзоскелета 23 кг

Рост пациента от 160 см. Вес пациента до 100кг



Характеристики

Закрепляется на человеке как внешний скелет

Представляет собой: каркас и голенное звено специальной конструкции с датчиками, которые крепятся к туловищу и ногам.

Компьютер с системой управления и аккумуляторы размещены сзади.

Поддержку пациента осуществляет инструктор.

Пациент передвигается в ЭкзоАтлете, следуя рекомендациям инструктора.

Управление

с планшета для сопровождающего со страховочных ручек для сопровождающего

Облачный сервис

для хранения/ планирования и управления тренировками пациентов

Индивидуальные параметры и режимы работы

для формирования правильной биомеханики и паттерна ходьбы:

- скорость ходьбы,
- длина шага,
- высота подъема бедра
- интенсивность нагрузки

Используется индивидуальная обувь пациента



Основные двигательные задачи

Подъем из положения седа с опоры разной высоты

Переход из положения стоя в положении седа

Удержание равновесие

Ходьба на месте с различной скоростью

Ходьба вперед с различными параметрами длины шага, скорости и высоты подъема бедра

Ходьба по наклонной поверхности вверх и вниз

Остановка

Поворот на месте и во время ходьбы



Возможности роботизированной механотерапии в реабилитации у детей с ДЦП

Формирование паттерна ходьбы

за счет коррекции проприоцептивной импульсации, которая оказывает нормализующее действие на деятельность нарушенных структур головного мозга, контролирующей моторику

Динамическая вертикализация

Правильное физиологическое положение тела;

Улучшение работы всех органов и систем организма;

Формирование мотивации пациента



Тестирование прототипа медицинского изделия :
Цель – оценить эффективность и безопасность ЭкзоАтлета,
выявить преимущества и недостатки применения экзоскелета с указанной
конструкцией голенного звена у подростков со спастическими формами ДЦП

Объект исследования:

12 подростков со спастическими формами ДЦП , из них

гемипаретическая форма 6 чел,

спастическая диплегия 6 чел

Возраст: от 12 до 18 лет,

Пол : мальчики 5 чел, девочек 7 чел

Рост: от 147 см до 175 см,

Длина голени от пола до середины колена: от 40 см до 45 см



Оценка функциональных возможностей ребенка с ДЦП по шкалам

GMFCS	шкала глобальных моторных функций
FMS	функциональная шкала двигательной активности
GMFM- 88	количественная оценка моторных навыков
MACS	классификация нарушений мануальных функций
CFCS	классификация коммуникационных функций
FIM	количественная оценка функциональной независимости
MAS	шкала оценки выраженности спастичности
MRS	шкала оценки мышечной силы
Функциональная гониометрия	



Функциональные характеристики детей с ДЦП по шкалам

Уровень моторных функций по шкале GMFCS II – III

Ходьба с помощью костылей-крабов или самостоятельно дефектной походкой на небольшие расстояния

Уровень манипулятивных навыков по шкале MACS II-III

Относительная сохранность функции рук

Уровень коммуникационных функций по шкале CFCS: II-III

Относительная сохранность коммуникационных функций

Оценка мышечной силы (по шкале MRC)

4 балла (легкий парез) – 5 чел

3 балла(умеренный парез) – 3 чел

2 балла (выраженный парез) – 4чел

Выраженность спастичности (по шкале Ашфорта)

1 балл – 6 чел, 2 балла -5 чел, 3 балла 1 чел

«Ликер» - программно-аппаратный измерительный комплекс



Задачи: Оценка биомеханических параметров ходьбы, оценка эффективности робототерапии,

Состав : легкий измерительный экзоскелет, миограф, датчики подографии, силоизмерительные стельки, персональный компьютер , видеокамеры, пакет драйверов для видеокамер, пакет биомеханических программ

Регистрирует: - линейные угловые параметры локомоций,
- динамические составляющие реакции опоры,
- электромиограммы (по 8 и более мышц),
- определение временных периодов различных мышц при ходьбе,
- оценка амплитудных характеристик электрической активности мышц,

В процессе тренировок в ЭкзоАтлете:

Время тренировки:

от 10 мин до 60 мин,

Скорость ходьбы :

На начальном этапе составляла не более 0,76 м /сек На последующих тренировках (каждые последующие 2 – 3 занятий) проводилась ступенчатая интенсификация занятий за счет повышения темпа ходьбы, увеличения длительности сеанса и отказа от вспомогательных средств передвижения

Курс : 15 занятий.

Среднее количество шагов за 1 занятие : 1496 шагов

Среднее расстояние , преодолеваемое за 1 занятие : 823 метра

Средняя длина шага: 0, 55 м

Средний темп ходьбы: 85 шагов в минуту

Основные параметры ходьбы подростков со спастическими формам ДЦП и здоровых подростков



■ норма	100	100	100	100	100
■ до курса	74	74	69	64	256
■ после	93	93	92	84	159

показатели

■ норма ■ до курса ■ после Линейная (норма)

показатели	Здоровые дети	ДЦП до курса	% от нормы	ДЦП после курса	% от нормы
Длина короткого шага, м	0,74	0,55	74%	0,69	93 %
Длина двойного шага, м	1,26	0,94	74%	1,17	93 %
Темп, шаг/мин	106	73	69%	97	92%
Скорость, м/сек	1,12	0,72	64%	0,94	84%
Длительность локомоторного цикла, сек	1,13	2,9	256%	1,8	159%

До курса:

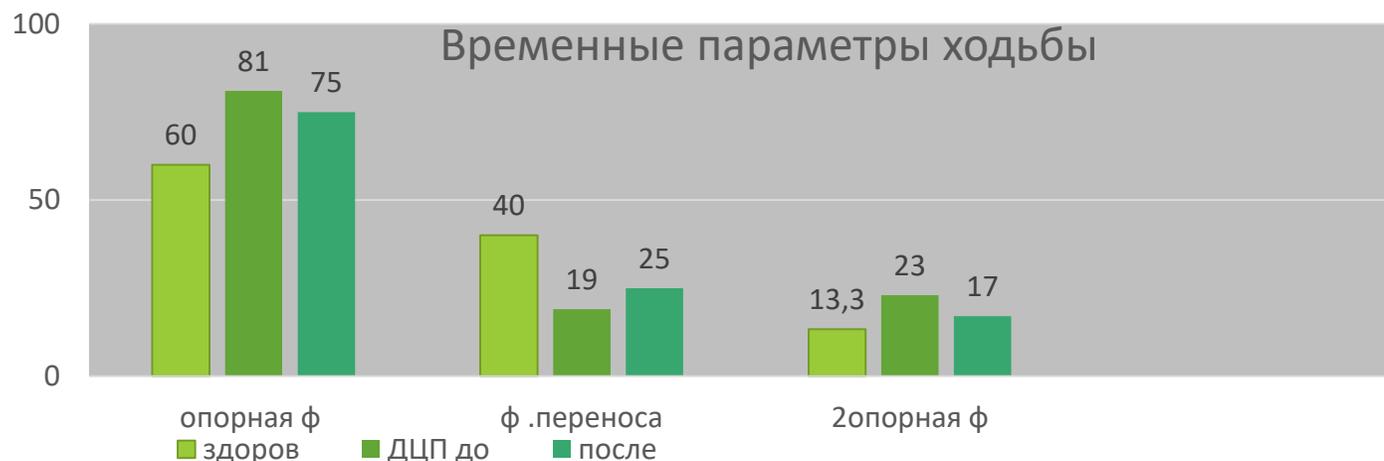
По сравнению с нормой, у подростков со спастическими формами ДЦП

- длина шага короткая
- темп ходьбы снижен
- скорость передвижения снижена значительно
- длительность локомоторного цикла увеличена

После курса:

- увеличивается длина шага
- увеличивается темп
- увеличивается скорость
- уменьшается длительность локомоторного цикла

Временные параметры ходьбы подростков со спастическими формами ДЦП и здоровых подростков



До курса тренировок:

По сравнению с нормой, у подростков со спастическими формами ДЦП,

- сокращен период переноса,
- Продлен опорный период,
- значительно продлен период двуопорной фазы.

После курса тренировок:

Все показатели приближаются к показателям здоровых детей, но не достигают нормы

показатели	Здоровые подростки	ДЦП до курса	ДЦП после курса
длительность опорной фазы, %	60	81	75
Длительность фазы переноса, %	40	19	25
Длительность двуопорной фазы, %	13,3	23	17

Оценка биомеханических параметров

ПРИМЕР

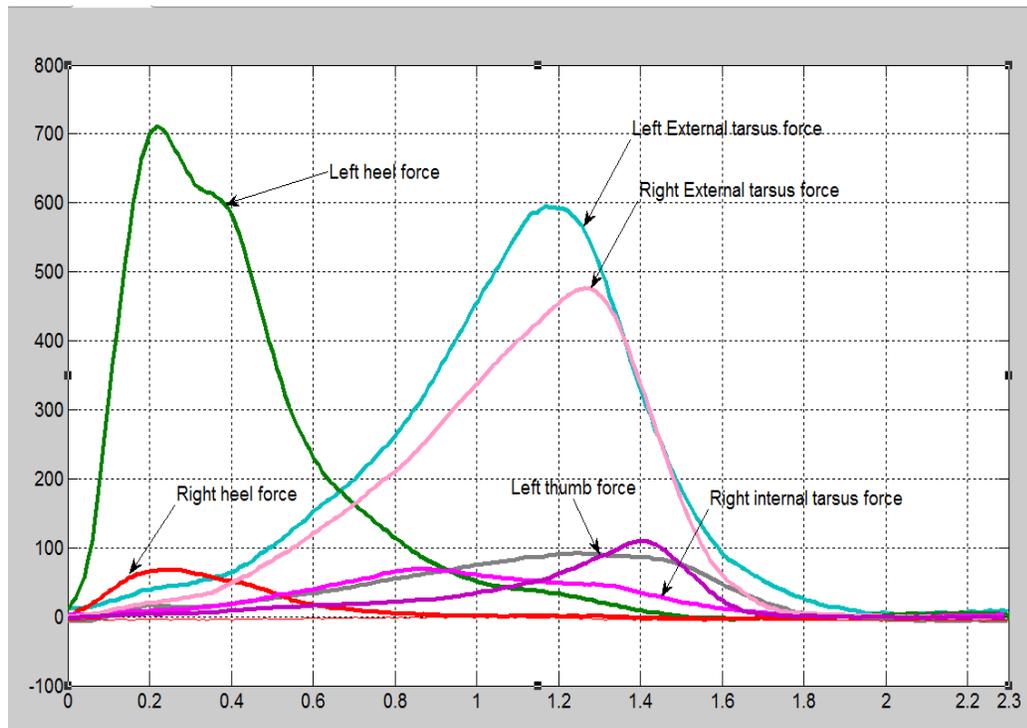
Пациент А , 14 лет

Диагноз: ДЦП, спастическая диплегия,
GMFSC III.

Состояние после оперативного лечения:
тенотомия приводящих мышц бедра и
подвздошно-поясничной мышцы,
селективная невротомия ветвей
большеберцовых нервов с 2 сторон,
операция Страейра с 2 сторон, постановка
имплантанта в тарзальный синус справа.



Динамические характеристики : реакция опоры на правой и левой ноге (пациент А.)



ПОДПИСИ НА РИСУНКЕ УКАЗЫВАЮТ ПОЛОЖЕНИЯ, ГДЕ РАСПОЛОЖЕНЫ СИЛОВЫЕ СЕНСОРЫ. ХОЛОДНЫЕ ЦВЕТА. ОТНОСЯТСЯ К ЛЕВОЙ НОГЕ, А ТЕПЛЫЕ - К ПРАВОЙ

По результатам анализа, сигнал с пятки на правой ноге пациентки А. очень слабый.

Графики углового движения в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах пациентки А.

1 день

3 день

15 день

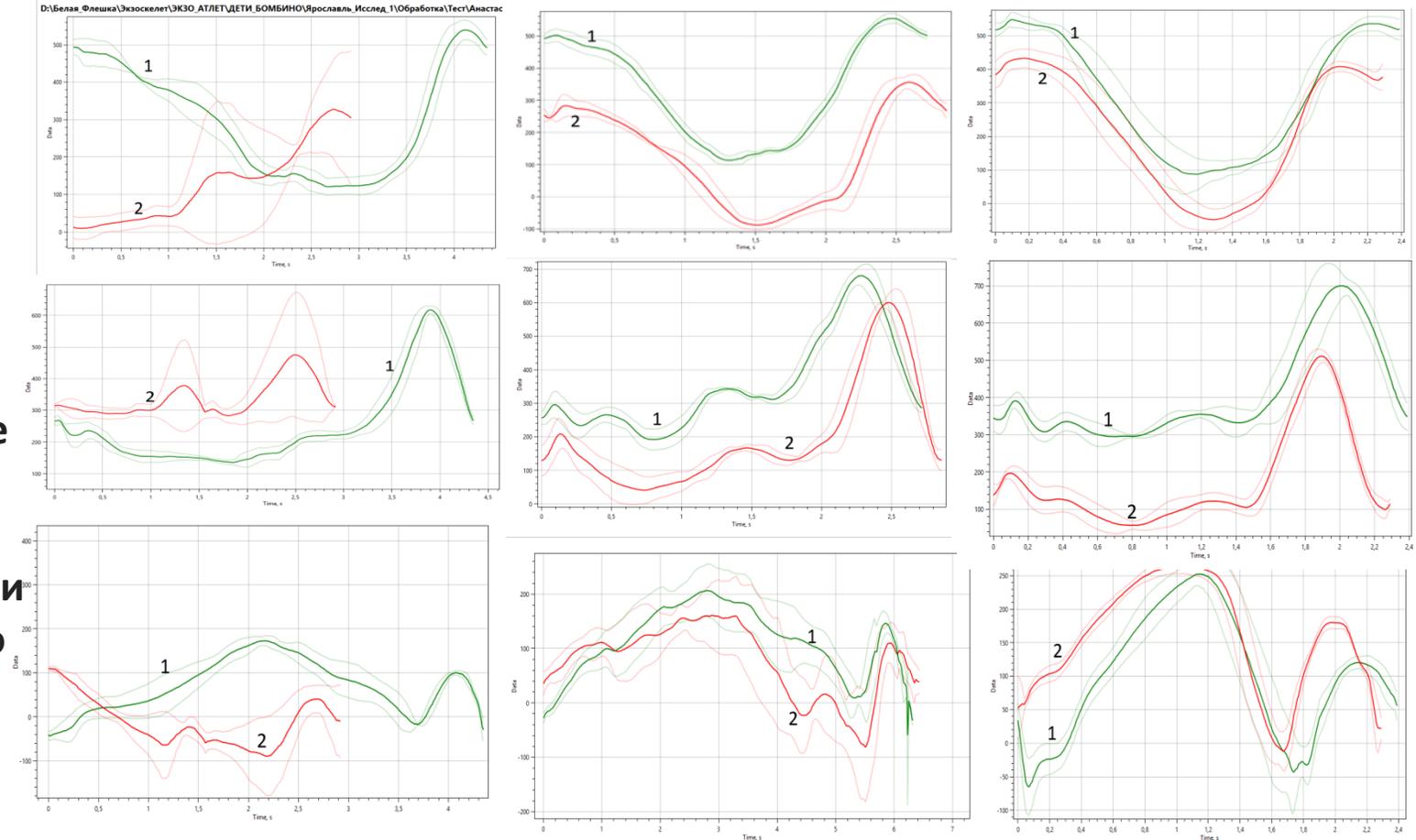
Вывод: изменение формы углов тазобедренного, коленного и голеностопного суставов в сторону нормы.

- Существенно уменьшилось колебание в углах при ходьбе.

- График имеет плавную форму
-угловое движение ТБС, на правой ноге в конце курса тренировок имеет практически правильную форму

-угловые движения КС справа достигли лучших результатов по восстановлению биомеханических функций

- ГСС -нарушены временные фазы и слегка снижена амплитуды угла

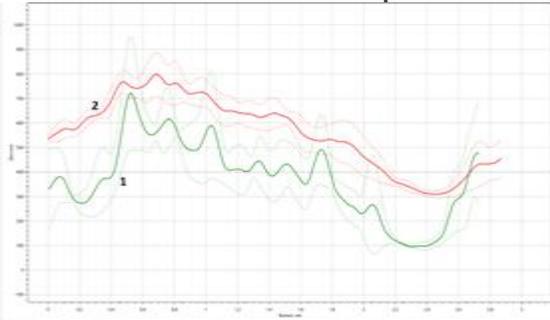


1 (ЗЕЛЕНАЯ) – ЛЕВАЯ НОГА, 2 (КРАСНАЯ) – ПРАВАЯ НОГА

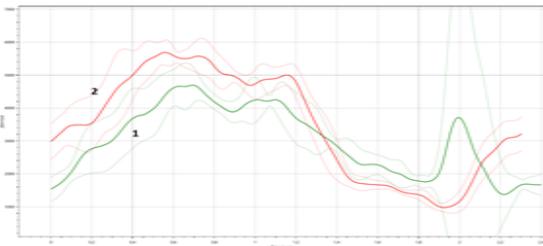
Анализ электромиографических профилей пациентки А.

GASTROCNEMIUS MEDIALIS

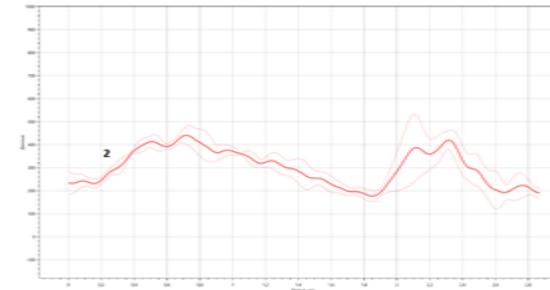
До курса : длительное напряжение и короткая фаза расслабления мышц, Слабость мышц обеих ног



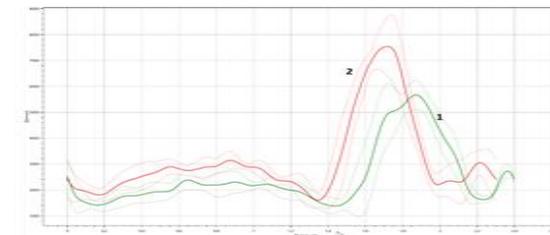
После курса: появилась концентрация мышечной активности, близкая к норме



TIBIALIS ANTERIOS



После курса: наблюдается концентрация мышечной активности на обеих ногах, амплитуда увеличилась более, чем в 2 раза



Анализ электромиографических профилей пациентки А.

RECTUS FEMORIS

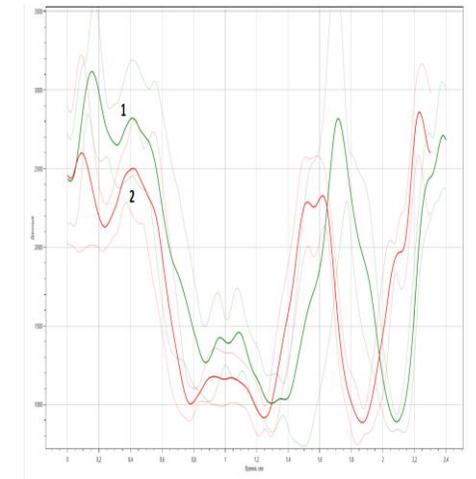
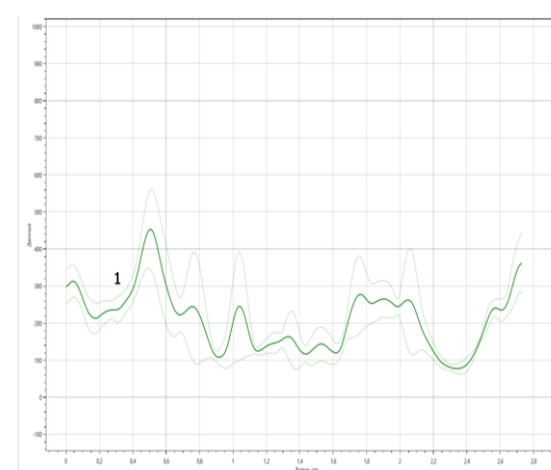
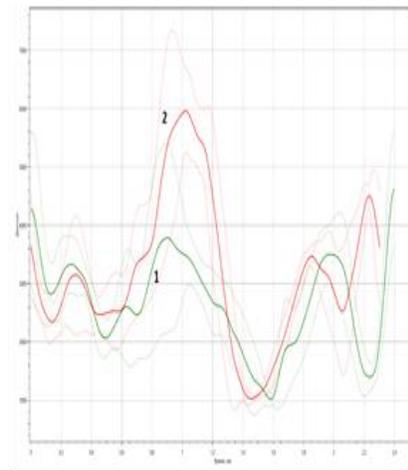
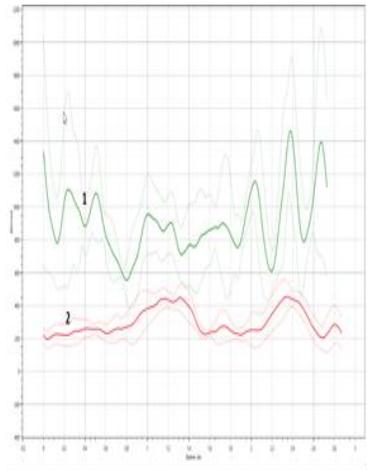
BICEPS FEMORIS

ДО КУРСА

ПОСЛЕ КУРСА

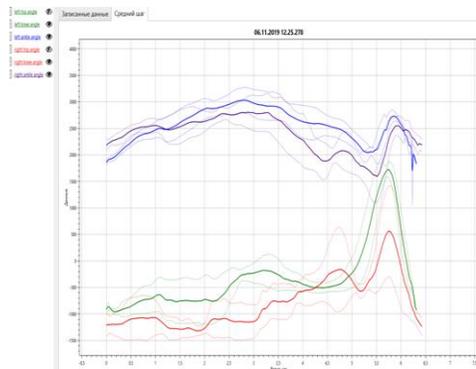
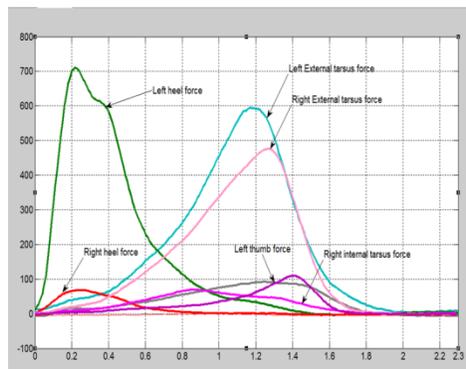
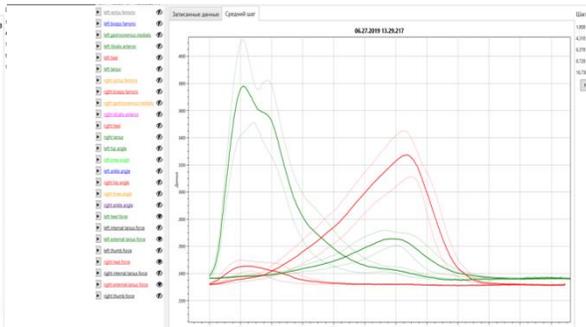
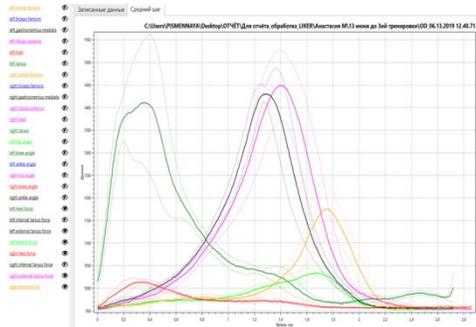
ДО КУРСА

ПОСЛЕ КУРСА



После курса: увеличине формы и амплитуды мышечной активности

Результаты биомеханического исследования



- существенное снижение колебания в углах суставов нижних конечностей при ходьбе,

- уменьшение длительность локомоторного цикла по правой и левой ногам.

- выравнивание длительности локомоторного цикла на правой и левой ногах

- появление концентрации мышечной активности в фазы близкие к норме на m. gastrocnemius medialis, m. rectus femoris, m. biceps femoris

Результаты клинического исследования

Объективная оценка клинических результатов была получена с использованием общепринятых валидных шкал

За период проведения исследований не отмечено изменения качественного класса моторной функции по шкале GMFCS, MACS, CFCS, FMS .
Все подростки остались в пределах своей функциональной группы.

- снижение мышечного тонуса в ногах
- увеличение амплитуды движений в суставах
- имело место увеличение опороспособности нижних конечностей
- увеличилась устойчивость и толерантность к нагрузкам.
- улучшился стереотип ходьбы
- увеличилась функциональная независимость детей от окружающих

Выводы:

Тренинг в «ЭкзоАтлет» у подростков признан безопасным и эффективным :

- Исключается возможность ошибок применения
- Имеется персонализация установок и режимов работы
- Программа тренировок, по увеличению нагрузок при ходьбе, настраивается равномерно
- Высокая точность циклических, многократно повторяющихся, движений
 - Уменьшается выраженность осложнений, связанных с малоподвижностью пациента (контрактуры, гипотрофии)
- Улучшается паттерн ходьбы у подростков II-III уровня по GMFCS.

Перспективы :



ЭКЗОАТЛЕТ

MIDI

ДЛЯ ДЕТЕЙ
МЛАДШЕГО
ШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА

ЭКЗОАТЛЕТ

MINI

ДЛЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО
И ДОШКОЛЬНОГО
ВОЗРАСТА

РОСТОМ ОТ 73 CM



Спасибо
за внимание !

