

**Стаценко Любовь Григорьевна** – Дальневосточный федеральный университет в г. Владивостоке; e-mail: lu-sta@mail.ru; 690922, г. Владивосток, Русский остров, пос. Аякс, 10, корпус С, каб. С808; тел.: +79025246057; кафедра электроники и средств связи; зав. кафедрой; д.ф.-м.н.; профессор.

**Пуговкина Ольга Александровна** – e-mail: olgaponedelnik@mail.ru; 690922, г. Владивосток, Русский остров, пос. Аякс, 10, корпус С, каб. С819, тел.: +79502851101; кафедра электроники и средств связи; аспирант.

**Statsenko Lyubov Grigor'evna** – Far Eastern Federal University, Vladivostok; e-mail: lu-sta@mail.ru; 10 Village Ajax, building C, office C808, Russky Island, Vladivostok, 690922, Russia; phone: +79025246057; the department of electronics and communications; head of department; dr. of phis.-math. sc.; professor.

**Pugovkina Olga Aleksandrovna** – e-mail: olgaponedelnik@mail.ru; 10 Village Ajax, building C, office C819, Russky Island, Vladivostok, 690922, Russia; phone: +79502851101; the department of electronics and communications; postgraduate student.

УДК 616. 831 – 009.11 – 089 – 053.2

**М.В. Тупиков, В.А. Тупиков, Н.М. Чурилов**

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО БИОУПРАВЛЕНИЯ  
ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ  
У ДЕТЕЙ С ДЦП**

*Проведен анализ результатов применения метода функционального биоуправления на основе биологической обратной связи по электромиограмме: ФБУ (БОС по ЭМГ) при восстановительном лечении детей с ДЦП с двигательными нарушениями в виде трицепс синдрома. Лечение включало оперативную коррекцию эквинусной деформации стопы 12 детей (17 стоп) с трицепс-синдромом при диплегической и гемиплегической формах ДЦП по оригинальной авторской методике (патент РФ на изобретение № 2486873) с последующим восстановлением мышечного баланса и выработкой адекватного двигательного навыка методом функционального биоуправления (ФБУ БОС по ЭМГ). Средний возраст пациентов 10,4±2,3 лет. Продолжительность послеоперационной иммобилизации в гипсовой повязке составляла 6 недель. Каждому пациенту проведено от 8 до 15 сеансов ФБУ. В среднем, число сеансов составило 11 ± 2. Результаты, оцененные по данным электромиограммы (определяли коэффициент реципрокности передней большеберцовой и икроножной мышц до и после применения метода ФБУ БОС по ЭМГ), гониометрии и тестов многоаспектной оценки функциональных возможностей, свидетельствуют о высокой эффективности метода ФБУ (БОС по ЭМГ) при коррекции двигательных нарушений и восстановлении опороспособности нижних конечностей у детей с ДЦП.*

*Детский церебральный паралич; хирургическое лечение; биологическая обратная связь.*

**M.V. Tupikov, V.A. Tupikov, N.M. Churilov**

**APPLICATION OF FUNCTIONAL BIOCFEEDBACK IN SURGICAL  
TREATMENT MOTOR DISORDERS IN CHILDREN WITH CEREBRAL  
PALSY**

*Results of applying the biofeedback method on the ground of electromyogram in rehabilitative treatment of children with cerebral palsy with movement disorders as triceps syndrome are analyzed. The treatment included surgical correction of equinus deformity for 12 children (17 feet) with the triceps syndrome at diplegia and hemiplegic cerebral palsy forms by the original author's technique (RF patent for invention number 2486873), followed by reduction of muscular balance*

*and motor skill development of adequate functional bio control method (FBU biofeedback EMG). The average patient age was  $10.4 \pm 2.3$  years. The duration of postoperative immobilization in a plaster cast was 6 weeks. Each patient is held from 8 to 15 sessions of the FBU. On average, the number of treatments was  $11 \pm 2$ . The results, judged by electromyogram (determined coefficient reciprocity tibialis anterior and gastrocnemius muscles before and after the application of the method on EMG biofeedback FBU), goniometry and multidimensional evaluation functionality tests. They show the high efficiency of the method biofeedback by the correction of motor disorders and recovery support ability of the children lower limbs with cerebral palsy.*

*Cerebral palsy; surgical treatment; biofeedback.*

Во всём мире специалисты отмечают рост количества рождений детей с детским церебральным параличом (ДЦП). Уровень заболеваемости этим тяжёлым недугом колеблется от 1 до 4 случаев на 1000 детского населения [1]. Двигательные нарушения являются основным препятствием к интеграции в общество для 60 % пациентов с ДЦП [2]. Затруднение или отсутствие движений из-за мышечной слабости или скованности, нарушение координации, появление насильственных движений, невозможность контроля движений с большим трудом поддаются реабилитации традиционными медикаментозными, физиотерапевтическими, рефлексотерапевтическими кинезо- и механотерапевтическими методами лечения [1, 3, 4]. Когда исчерпаны возможности консервативного лечения, хирургическая коррекция становится основным методом устранения этого препятствия.

Наряду с разработкой методов хирургической коррекции двигательных нарушений у детей с ДЦП, не менее важной задачей является оптимизация эффективности послеоперационного восстановительного лечения и реабилитации, которые и обеспечивают, в конечном итоге, общий положительный результат комплексного лечения. Но в последние годы наблюдается заметный рост количества нейроортопедических заболеваний, в том числе ДЦП, двигательные нарушения при которых зачастую с большим трудом поддаются лечению рутинными медикаментозными, физиотерапевтическими, рефлексотерапевтическими кинезо- и механотерапевтическими методами. В то же время, во всём мире растёт интерес к немедикаментозным методам терапии, направленным на активацию компенсаторных возможностей самого организма [1, 5]. Одним из них является метод функционального биоуправления (ФБУ), основанный на применении принципа биологической обратной связи по параметрам электромиограммы (БОС по ЭМГ). Его сущность заключается в организации тренировок активных движений с использованием зрительной и звуковой информации о выполняемом движении в режиме реального времени. Ориентируясь на такую информацию, пациент получает возможность сознательно корректировать выполняемое движение [3, 5, 6].

Метод биологической обратной связи по параметрам электромиограммы (БОС по ЭМГ) в настоящее время стал реальным средством восстановительного лечения и прочно вошёл в арсенал реабилитационной и восстановительной медицины, в первую очередь, в целях реабилитации двигательных нарушений, но всё ещё недостаточно широко используется в силу разных причин. В нашей стране опубликовано мало работ по этой теме [1].

Внедрение метода ФБУ (БОС по ЭМГ) в комплексное лечение двигательных нарушений у детей с ДЦП позволяет осуществлять направленную коррекцию двигательных функций под объективным контролем сигналов обратной связи, что способствует улучшению реципрокных взаимоотношений мышц-антагонистов, ускоренному формированию нужных двигательных навыков, выработке нового правильного стереотипа движений, создаёт базу для дальнейшего клинического улучшения [1]. Для полной реализации всех возможностей метод ФБУ (БОС по ЭМГ) обязательно должен быть составной частью реабилитационных программ. Метод ФБУ и его аппаратное обеспечение, включённые в традиционно применяемые реабилитационные схемы, позволяет повысить эффективность лечения в 1,5–

4,5 раза (в зависимости от формы и степени тяжести заболевания) при сокращении сроков лечения в 1,5–2 раза. Метод показан для применения при спастических формах ДЦП различной степени тяжести, гиперкинетической, мозжечковой и смешанной формах заболевания лёгкой и средней степени тяжести, практически не имеет противопоказаний и основан на естественных для организма человека процессах обучения и саморегуляции. Применение компьютерной технологии даёт возможность проводить такое обучение у детей уже с 4–5 летнего возраста. В исследованиях, проведенных с применением статистической обработки данных, было показано, что БОС по ЭМГ даёт достоверно лучшие результаты восстановления электромиографических показателей по сравнению с традиционным лечением [1, 5, 7].

В настоящее время метод ФБУ (БОС по ЭМГ) прочно вошёл в арсенал реабилитационной и восстановительной медицины, но, став высокоэффективным средством лечения двигательных нарушений у нейроортопедических больных, всё ещё используется недостаточно широко [1, 7, 8]. Причём остаётся ряд спорных и нерешённых вопросов.

До настоящего времени нет единой точки зрения на механизмы восстановления двигательных функций под действием БОС по ЭМГ. Предполагаются следующие механизмы: образование новых связей в центральных структурах; вовлечение в работу неповреждённых, но ранее не участвовавших в осуществлении данного двигательного акта, путей; прямой (через активацию нейронов сенсомоторной коры и нейронов кортикоспинального тракта) или обходной (через субкортикальный уровень и через него на стволовые ядра) пути воздействия двигательной афферентации, контролируемой сигналами обратной связи; формирование в процессе двигательных тренировок новых сенсомоторных энграмм за счёт пластических свойств ЦНС, которые обеспечивают новое двигательное поведение; стимуляция информационной и активационной составляющей восходящей афферентации и направленная активация супраспинальных структур и повышения активационной значимости воздействия проприоцептивной импульсации за счёт высокой степени их целевого поступления, обусловленного контролируруемыми обратными связями; информационное действие афферентации от работающих под контролем сигналов БОС мышц с перестройкой и формированием новой системы функциональных связей в центральных представительствах двигательных систем [1, 3, 6, 7, 8, 9].

Дискутируется вопрос о продолжительности курса лечения. У разных авторов она колеблется от 3-х получасовых сеансов 1 раз в неделю до 60–70 сеансов по 20 минут каждый в течение 4–5 месяцев, однако, в большинстве случаев курс лечения состоит из 15–25 сеансов по 0,5 часа 2–3 раза в неделю.

Все авторы [1, 3, 5, 6, 7, 8, 9] указывают, что при выборе параметров тренировочного режима у детей следует исходить из того, что дети быстрее утомляются, чаще отвлекаются, требуют внесения в тренировку игрового момента.

Так, для детей 5–6 лет достаточно выполнения в сеансе 3–4 циклов из 10 упражнений каждый, продолжительность сеанса до 30 минут. У более старших детей, но со сниженной мотивацией и работоспособностью может быть также 3–4 цикла. Если у 5–6 летних детей отдых желателен после каждого цикла, то у более старших – после каждых 2–3 циклов.

Детям 5 – 6 лет рекомендуют назначать 13–15 сеансов на курс, причём желательно ежедневно или не менее 4 раз в неделю, 7–8 летним детям можно назначать занятия 3–4 раза в неделю до 15–16 сеансов по 30–40 минут. 9–10 летним детям также желательно заниматься ежедневно, т.к. в связи с физиологическими особенностями этого возраста вырабатываемый двигательный навык утрачивается значительно быстрее. Продолжительность курса может быть 30–40 минут и количество сеансов до 18–20 минут, с учётом индивидуальной работоспособности, если нет противопоказаний.

Для детей 13 и более лет рекомендуется режим работы 3–4 раза в неделю по 30–40 минут по 16–20 сеансов на курс. Однако 18–20 сеансов целесообразно назначать только при высокой работоспособности ребёнка. В случае если назначенный курс ещё не закончен, а у ребенка после 13–15 сеансов отмечаются явления чрезмерного утомления, то курс целесообразно закончить.

Необходимо учитывать высокую метеозависимость детей с ДЦП при проведении БОС по ЭМГ. Перемена погоды вызывает у них значительное снижение работоспособности, ухудшение эффективности работы на занятиях и даже временную утрату приобретённого ранее двигательного навыка. В такие дни не следует требовать от пациента длительных занятий, а при необходимости дать отдых.

До сих пор отсутствуют надёжные объективные методики оценки достигнутых результатов. В первую очередь это касается оценки показателей манипуляторных функций верхних конечностей и походки. Выход большинство авторов видит в использовании клинических балльных шкал. Однако они с трудом поддаются параметрическому анализу. Особенно актуальными эти вопросы становятся при лечении детей с ДЦП в связи с наличием характерных для них психоорганических, когнитивных нарушений, высокой лабильностью нервной системы, повышенной метеозависимостью [1, 3, 6, 7, 8, 9].

Сейчас главное место занимают вопросы повышения эффективности использования БОС, изучения механизмов её действия, разработки методов оптимизации применения БОС в рамках комплексных программ реабилитации двигательных нарушений, в том числе, после их хирургической коррекции.

**Цель исследования.** Анализ результатов применения метода ФБУ (БОС по ЭМГ) при восстановительном лечении и реабилитации после хирургического лечения трицепс синдрома у детей с ДЦП.

**Материалы и методы.** По оригинальной методике (патент РФ на изобретение № 2486873) проводили хирургическое лечение 12 детей (17 стоп) с трицепс-синдромом при диплегической и гемиплегической формах ДЦП путём коррекции эквинусной деформации стопы. Перед операцией выполняли огибающую ЭМГ голени и определяли коэффициент реципрокности (КР) икроножной и передней большеберцовой мышц. При КР икроножной мышцы менее 0,26 (26 %) и КР передней большеберцовой мышцы менее 0,36 (36 %) выполняли операцию Страйера или один из видов ахиллопластики. При КР икроножной мышцы более 0,26 (26 %) и КР передней большеберцовой мышцы более 0,36 (36 %) эти операции дополняли транспозицией на тыл стопы расщепленного продольно сухожилия передней большеберцовой мышцы, при этом внутренний его лоскут фиксировали к прежнему месту прикрепления, а наружный лоскут перемещали подкожно на тыл стопы и фиксировали к промежуточной клиновидной кости, выполняли Z-образное удлинение задней большеберцовой мышцы, а сухожилие подошвенной мышцы пересекали.

Средний возраст пациентов 10,4±2,3 лет. Продолжительность послеоперационной иммобилизации в гипсовой повязке составляла 6 недель.

Предлагаемый способ обладает следующими преимуществами. Устранение эквинуса стопы, как ключевой деформации трицепс синдрома, позволяет избавиться от патологического и приступить к формированию оптимального двигательного стереотипа. Выбор метода и объём хирургического вмешательства определяется результатами объективного исследования, а именно: огибающей ЭМГ голени, что позволяет минимизировать риск рецидива эквинусной деформации стопы в послеоперационном периоде, а транспозиция на тыл стопы расщепленного продольно сухожилия передней большеберцовой мышцы с фиксацией внутреннего лоскута к прежнему месту прикрепления, а наружного к промежуточной клиновидной кости или основанию II плюсневой кости снижает риск развития эквиноварусной и обратной плосковальгусной деформаций стопы в послеоперационном периоде.

В послеоперационном периоде для правильного функционирования голеностопных суставов требовалось восстановить нарушенные реципрокные отношения сгибателей-разгибателей стопы. С этой целью в комплекс восстановительного лечения и реабилитации (ЛФК, массаж, электрофорез, парафин-озокеритовые аппликации, кинезотерапия и т.д.) включили метод ФБУ (БОС по ЭМГ).

Общая методическая схема использования биотренировок состояла из 4 этапов:

1. Подготовительный.
2. Основной.
3. Закрепляющий.
4. Формирование сложного двигательного навыка.

Подготовительный этап имел целью создание оптимального функционального состояния пациента для наиболее эффективного проведения сеансов БОС по ЭМГ. Он длился 2–4 недели и включает медикаментозную, физикальную и психологическую подготовку.

Основной этап включал в себя непосредственный курс БОС по ЭМГ, который с целью снижения мышечного тонуса сочетали с медикаментозным и физиофункциональным лечением. Основной этап длится 4–6 недель.

Закрепляющий этап состоял в упрочении приобретённого двигательного навыка после окончания курса лечебных тренировок БОС по ЭМГ, как правило, в домашних условиях путём выполнения сформированного движения под контролем зрения.

Этап формирования сложного двигательного навыка в случаях лёгкой двигательной патологии следовал сразу после основного курса БОС по ЭМГ, но в любом случае, между предшествующим этапом и началом формирования сложного двигательного навыка необходим интервал не менее 2 недель.

Для проведения курсов ФБУ БОС по ЭМГ использовали специализированный компьютерный комплекс функционального биоуправления «РЕАМЕД-М2». Он представляет собой систему, состоящую из персонального компьютера с установленным блоком цифровой и аналоговой обработки сигнала и накожных электродов для регистрации сигнала ЭМГ. Программное обеспечение работает под управлением операционной системы Windows 2000. Интерфейс программы выполнен в стиле системы Windows. В программе предусмотрен режим **измерения**, в котором существует процедура **тестирования**, обеспечивающая накопление информации за четыре выполненных тестовых движений, задаваемых врачом. Задача испытуемого заключается в выполнении тестового движения в виде максимально активного тыльного (5 секунд), а затем подошвенного (5 секунд) сгибания стопы в положении лёжа на спине. Испытуемый выполняет 4 тестовых движения. Коэффициент реципрокности (КР) оценивают путём вычисления отношения амплитуд ЭМГ передней большеберцовой мышцы и икроножной мышцы.  $KP = \frac{ЭМGa1}{ЭМGa2}$ , где ЭМГ a1 – амплитуда ЭМГ передней большеберцовой мышцы, а ЭМГ a2 – амплитуда ЭМГ икроножной мышцы. После проведения процедур усиления, фильтрации и интегрирования показатели биоэлектрической активности мышц в виде «глобальной ЭМГ», амплитуда которой пропорциональна текущему усилию, развиваемому мышцами, автоматически появляются на экране монитора в виде таблицы, где представлены средние значения коэффициентов реципрокности исследуемых мышц за четыре тестовых движения. Эти данные используются в дальнейшем при проведении лечебной процедуры [1, 3].

Таким образом, комплекс «РЕАМЕД-М2» предназначен для регистрации сигналов ЭМГ по 2 каналам (А и Б), визуализации на мониторе полученной информации в виде соответствующих графиков интегрированных сигналов ЭМГ, предъявляемых пациенту для активной целенаправленной коррекции мышечной

деятельности. Биоэлектрическая активность мышц, произвольное управление которыми нарушено, отводится одновременно от двух мышечных групп с помощью биполярных накожных электромиографических электродов и в виде «огibaющей ЭМГ», амплитуда которой пропорциональна текущему усилию, развиваемому мышцей, выводится на экран монитора, где выставляются пороговые уровни включения сигналов зрительной (изменение цвета кривой) и звуковой обратной связи, информирующих медперсонал и пациента о характере и качестве выполняемого задания (полезный результат). Пациент в ходе выполняемого движения, ориентируясь на сигналы включения внешней обратной связи, обозначающие достижение полезного результата (правильного выполненного двигательного задания), стремится скоординировать усилия двух мышц-антагонистов при нарушении их реципрокности. Информация о правильном или неверном выполнении задания немедленно предъясняется пациенту в виде изменения цвета огibaющей ЭМГ на мониторе и включения звукового сигнала.

Лечебную процедуру, направленную на улучшение функции голеностопного сустава проводили согласно методическим рекомендациям [3] в положении пациента лёжа на спине. Использовали отводящие сигнал ЭМГ накожные биполярные электроды с отводящей поверхностью 10 мм<sup>2</sup> и межэлектродным расстоянием 20 мм. Активные электроды накладывали и фиксировали согласно маркировке на двигательные точки передней большеберцовой мышцы, пассивные – на икроножную мышцу, индифферентный электрод фиксировали к контрлатеральной конечности. Для обеспечения надёжного контакта с кожей пациента чашечки отводящих электродов и небольшое пространство под индифферентным электродом заполняли электродной пастой (гелем) или ватными тампонами, смоченными физиологическим раствором (0,9 % раствор NaCl в воде). Больному ставилась задача выполнить максимально возможное разгибание в голеностопном суставе, стараясь не превышать порог по пассивной мышце. Перед началом сеанса пациенту предлагалось пройти процедуру тестирования, предусматривающую накопление информации за 4 выполненных тестовых движений. По результатам теста программа автоматически определяла средние значения электрической активности мышц и задавала значения порогов для дальнейшего сеанса ФБУ.

Пороги составляли – 15 % от среднего значения электрической активности мышц для режима «активация» и + 15 % – для режима «расслабление». Затем проводили сеанс ФБУ со следующими параметрами: длительность движения 10 секунд, число движений – 5, время правильного выполнения 5 секунд, время отдыха между движениями – 3 секунды. Правильное выполнение задания сопровождалось жёлтым цветом сигнала с канала А и синим цветом с канала Б. Красный – цвет ошибки. Правильное выполнение задания сопровождалось музыкой, звучание которой при ошибке прерывалось. После выполнения пациентом всех предусмотренных в сеансе заданий программа автоматически прекращала сеанс, предъясняя пользователю таблицу результатов.

Результаты оценивали по данным ЭМГ (определяли КР передней большеберцовой и икроножной мышц до и после применения метода ФБУ БОС по ЭМГ), гониометрии, тестов многоаспектной оценки функциональных возможностей [10].

Объём движений в голеностопном суставе определяли угломером с помощью международного нейтрального 0-проходящего SFTR метода в нейтральном положении коленного сустава, принимая за нейтральное (0°) положение стопы под прямым углом 90° к голени [4].

Критериями для оценки эффективности лечения были: устранение эквинусной деформации стопы, степень восстановления функции голеностопного сустава и нижней конечности, расширение двигательных возможностей, появление и раз-

витие навыков самообслуживания, бытовой и трудовой деятельности, удовлетворенность пациента и его родителей результатами лечения, отсутствие рецидивов и обратных деформаций.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета анализа программы MS Excel. Определяли средние значения данных (M), стандартные отклонения (s), достоверности различий средних (p).

**Результаты.** Каждому пациенту проведено от 8 до 15 сеансов ФБУ (БОС по ЭМГ). В среднем, число сеансов составило  $11 \pm 2$ . По данным ЭМГ КР передней большеберцовой и икроножной мышц составил после операции и до лечения методом ФБУ (БОС по ЭМГ)  $72,3 \pm 37,7\%$  и  $50,1 \pm 28,8\%$  после лечения ( $p < 0,001$ ) при нормальных значениях 15–20 % [3]. У 3 пациентов (4 стопы) мы наблюдали феномен инверсии КР после хирургического лечения эквинусной деформации стопы, который проявлялся в том, что при выполнении движения электропотенциал мышцы антагониста превышал электропотенциал активируемой мышцы-агониста, т.е. КР был больше 100%. Во время первого сеанса ФБУ (БОС по ЭМГ) правильно выполнить задание смогли только 2 пациента из 12, во время последнего – 10 из 12. Процент успешного выполнения тестового задания каждым справившимся с заданием пациентом в начале лечения составил  $32 \pm 11\%$ , в конце лечения –  $56,5 \pm 28,5\%$  ( $p < 0,001$ ).

Анализ результатов гониометрии и тестов многоаспектной оценки функциональных возможностей представлен в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Результаты восстановительного лечения трицепс-синдрома у детей с ДЦП после хирургической коррекции и ФБУ (БОС по ЭМГ) по данным гониометрии.**

Пациенты	Сторона трицепс синдрома	Максимальная дорсифлексия стопы в градусах		
		Фиксированный эквинус до лечения	Тыльное сгибание после лечения	Коррекция
Пациент 1	правая	40	3	43
Пациент 2	правая	65	2	67
	левая	61	2	63
Пациент 3	правая	47	2	49
	левая	52	2	54
Пациент 4	левая	29	5	34
Пациент 5	правая	49	2	51
Пациент 6	правая	52	6	58
Пациент 7	правая	32	3	34
	левая	36	4	40
Пациент 8	правая	25	3	28
	левая	25	3	28
Пациент 9	правая	48	1	49
	левая	67	1	68
Пациент 10	левая	80	2	82
Пациент 11	правая	62	2	64
Пациент 12	правая	49	3	52
Среднее значение (M ± s)		$48,2 \pm 15,7$	$2,7 \pm 1,3$	$50,9 \pm 15,2$

Во всех случаях разница статистически достоверна ( $p < 0,001$ ).

Таблица 2

**Функциональные результаты восстановительного лечения трицепс-синдрома у детей с ДЦП с применением методов хирургической коррекции и ФБУ (БОС по ЭМГ)**

Вид функционального исследования	Средний балл до лечения $M \pm s$	Средний балл после лечения $M \pm s$	Компенсация (баллы) $M \pm s$	Компенсация (%) $M \pm s$
Индекс активности повседневной жизни Бартела	44,5±6,5	85,0±4,8	40,0±6,4	129,1±32,4
Индекс мобильности Ривермид	4,3±1,3	10,1±1,5	6,0±1,2	311,0±85,9
Мера функциональной независимости (FIM):	67,6±7,6	105,5±7,5	37,9±7,9	73,5±26,1
Профиль влияния болезни (SIP - 68)*	25,8±1,7	12,6±2,7	13,2±2,1	53,2±8,5
Тест Оберга (система оценки дисфункции нижней конечности)*	51,4±4,2	23,4±5,6	27,0±4,7	56,7±9,8

\* Положительная динамика оценивается по регрессивной шкале баллов.

Во всех случаях разница статистически достоверна ( $p < 0,001$ ).

Полученные результаты свидетельствуют о значительном восстановлении и улучшении функции голеностопных суставов после хирургического и комплексного восстановительного лечения трицепс-синдрома у детей с ДЦП с использованием метода ФБУ (БОС по ЭМГ) как по данным ЭМГ (значительная оптимизация КР), так и в связи с увеличением объемов движения в голеностопных суставах и расширением функциональных возможностей пациентов.

Все дети и их родители удовлетворены результатами лечения. Дети ортопедической обуви не пользуются, полностью себя обслуживают, затруднений при подъеме и спуске по лестнице, преодолении препятствий, пользовании общественным транспортом не испытывают. Посещают обычную общеобразовательную школу. Рецидивы деформаций или развитие эквиноварусной и обратной плосковальгусной деформаций стоп не зарегистрированы.

**Заключение.** Метод функционального биоуправления, основанный на принципе биологической обратной связи по электромиограмме, при его применении в комплексе других средств и методов физиофункционального лечения, является высокоэффективным средством восстановления и оптимизации функции голеностопного сустава и стопы после хирургического лечения двигательных нарушений в виде трицепс синдрома и эквинусной деформации стопы у детей с ДЦП. Данные гониометрии и тестов многоаспектной оценки функциональных возможностей дают возможность объективно судить о результатах лечения. Применение метода ФБУ (БОС по ЭМГ) позволяет оптимизировать результаты хирургической коррекции трицепс-синдрома, снизить степень физической и социальной дизадаптации детей инвалидов с ДЦП, расширить их возможности для наиболее полноценной интеграции в общество.



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пинчук Д.Ю., Дудин М.Г. Биологическая обратная связь по электромиограмме в неврологии и ортопедии. Справочное руководство. – СПб.: Человек, 2002. – 120 с.
2. Шипицина Л.М., Мамайчук И.И. Детский церебральный паралич. – СПб.: Дидактика Плюс, 2001. – С. 4.
3. Богданов О.В., Мовсисянц С.А., Михайленок Е.Л., Пинчук Д.Е. Восстановление двигательных нарушений приемами функционального биоуправления. Методические рекомендации. – М., 1988. – 32 с.
4. Ортопедия: национальное руководство / Под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 832 с.
5. Schwartz M.S. Biofeedback. A practitioner's guide. – N.Y.-London.: The Gilford press, 1995. – 904 p.
6. Basmajian J.V. Biofeedback: Principles and practice for clinicians. – Baltimore: Williams & Wilkins, 1989. – 402 p.
7. Marzuk P.M. Biofeedback for neuromuscular disorders // Ann. Int. Med.. – 1985. – Vol. 102, No. 6. – P. 854-858.
8. Wolf S.L. Electromyographic biofeedback applications to stroke patients: a critical review // Phys. Ther. – 1983. – Vol. 63, № 7. – P. 1448-1455.
9. Bradley L., Hart B.B. Mandana S. Electromyographic biofeedback for gait training after stroke // Clin. Rehabil. – 1998. – Vol. 12, № 1. – P. 11-22.
10. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации / Под ред. А.Н. Беловой, О.Н. Шепетовой. – М.: Антидор, 2002. – 440 с.

REFERENCES

1. Pinchuk D.Yu., Dudin M.G. Biologicheskaya obratnaya svyaz' po elektromiogramme v nevrologii i ortopedii [Biological feedback electromyogram in neurology and orthopedics]. Spravochnoe rukovodstvo. St. Peterburg: Chelovek, 2002, 120 p.
2. Shipitsina L.M., Mamaychuk I.I. Detskiy tserebral'nyy paralich [Cerebral palsy]. St. Peterburg: Didaktika Plyus, 2001, pp. 4.
3. Bogdanov O.V., Movsisyants S.A., Mikhaylenok E.L., Pinchuk D.E. Vosstanovlenie dvigatel'nykh narusheniy priemami funktsional'nogo bioupravleniya [The rehabilitation of motor disorders methods of functional biocontrol], Metodicheskie rekomendatsii [Methodic recommendation]. Moscow, 1988, 32 p.
4. Ortopediya: natsional'noe rukovodstvo [Orthopaedics: the national guide], Pod red. S.P. Mironova, G.P. Kotel'nikova. Moscow: GEOTAR-Media, 2008, 832 p.
5. Schwartz M.S. Biofeedback. A practitioner's guide. N.Y.-London: The Gilford press, 1995, 904 p.
6. Basmajian J.V. Biofeedback: Principles and practice for clinicians. Baltimore: Williams & Wilkins, 1989, 402 p.
7. Marzuk P.M. Biofeedback for neuromuscular disorders, Ann. Int. Med., 1985, Vol. 102, No. 6, pp. 854-858.
8. Wolf S.L. Electromyographic biofeedback applications to stroke patients: a critical review, Phys. Ther., 1983, Vol. 63, No. 7, pp. 1448-1455.
9. Bradley L., Hart B.B. Mandana S. Electromyographic biofeedback for gait training after stroke, Clin. Rehabil, 1998, Vol. 12, No. 1, pp. 11-22.
10. Shkaly, testy i oprosniki v meditsinskoj reabilitatsii [Scales, tests and questionnaires in medical rehabilitation], Pod red. A.N. Belovoy, O.N. Shepetovoy. Moscow: Antidor, 2002, 440 p.

Статью рекомендовал к опубликованию к.м.н. Н.Ю. Золотарева.

**Тупиков Максим Владимирович** – МБУЗ «Детская городская больница»; e-mail: tupikov\_mv@mail.ru; 346500, г. Шахты, Ростовская обл., пр-т Шевченко, 153; тел.: 88636226172, +79289022821; врач хирургического отделения; травматолог-ортопед.

**Тупиков Владимир Алексеевич** – e-mail: tupikov\_va@mail.ru; тел.: 88636226172, 88636241712, +79281783406; к.м.н.; детский хирург; травматолог-ортопед.

**Чурилов Николай Михайлович** – ГБУ СОН Ростовской области «Доброедея» для детей и подростков с ограниченными возможностями: дефектами умственного и физического развития»; e-mail: hnm@bk.ru; 346527, г. Шахты, Ростовская обл., ул. Текстильная, 27; тел.: 88636241712, 89286076645; детский невролог; зав. стационарным отделением.

**Tupikov Maxim Vladimirovich** – "Children's City Hospital"; e-mail: tupikov\_mv@mail.ru; 153, Prospect Shevchenko, Shakhty, Rostov Region, 346500, Russia; phones: +78636226172, +79289022821; the department of surgery; traumatologist-orthopedist.

**Tupikov Vladimir Alexeevich** – e-mail: tupikov\_va@mail.ru; phones: +78636226172, +78636241712, +79281783406; cand. of med. sc.; the department of surgery; child surgeon, orthopedist, traumatologist.

**Churylov Nikolay Mikhaylovich** – Rostov region rehabilitation center "Dobrodeya" for children and adolescents with disabilities: mental defects and physical development"; e-mail: hnm@bk.ru; 27, Tekstilnaya street, Shakhty, Rostov region, 346527, Russia; phones: +78636241712, +79286076645; children's neurologist; head of the department of stationary.