

## ОБОСНОВАНИЕ ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОДХОДА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭМГ-БИОУПРАВЛЕНИЯ ПРИ ДЕТСКОМ ЦЕРЕБРАЛЬНОМ ПАРАЛИЧЕ

А.В. Потешкин, И.Г. Таламова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», Омск, Россия

Для связи с авторами: artempoteshkin91@mail.ru

### **Аннотация:**

**Целью** исследования являлось обоснование целесообразности применения технологии биоуправления для детей со спастической диплегией и гемипаретической формой детского церебрального паралича (ДЦП) и подбор оптимальных методов игрового электромиографического тренинга (ЭМГ-тренинг) для клинических форм паралича.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие один ребёнок со спастической формой в возрасте 7 лет и один ребёнок с гемипаретической формой ДЦП в возрасте 12 лет. В ходе исследования с детьми проводились записи фоновых показателей активности мышц с помощью программно-аппаратного комплекса «БОС-ЛАБ профессиональный +». В работе использовались следующие методы исследования: анализ научно-методической литературы по проблеме исследования; оценка состояния моторных функций и их изменения с помощью метода количественной оценки «Gross Motor Function Measure – 88» (GMFM-88); метод игрового ЭМГ-тренинга с применением программно-аппаратного комплекса «БОС-ЛАБ профессиональный +»; оценка вестибулярной устойчивости (стабилоанализатор «Стабилан-01-2»); методы математической обработки данных.

**Результаты.** В результате подбора и применения индивидуальных игровых ЭМГ-тренингов совместно с лечебной физической культурой у ребёнка с гемипаретической формой ДЦП снизился чрезмерно высокий мышечный тонус верхней и нижней конечностей, что способствует нормализации моторных функций, а также повышает процессы двигательной адаптации к окружающей среде. Аналогичный эффект достигался в использовании ЭМГ-тренингов в ходе коррекции чрезмерно высокого мышечного тонуса у ребёнка со спастической формой детского церебрального паралича. Но в отличие от гемипаретической формы подход авторов к методике нормализации мышечного тонуса у ребёнка со спастической формой детского церебрального паралича иной: был снижен мышечный тонус сгибателя коленного сустава (двуглавая мышца бедра) и увеличен тонус прямой мышцы бедра, что впоследствии должно улучшить статодинамические показатели ребёнка со спастической формой детского церебрального паралича.

**Заключение.** Для повышения приспособительных возможностей детей с детским церебральным параличом к условиям окружающей среды могут использоваться тренинги по электромиограмме в процессе комплексной реабилитации.

**Ключевые слова:** ЭМГ-тренинг, игровое биоуправление, мышечный тонус, реабилитация, спастическая диплегия, гемипаретическая форма.

### **JUSTIFICATION OF THE PERSONALIZED APPROACH TO APPLICATION OF EMG BIOFEEDBACK IN CASE OF CEREBRAL PALSY**

A. V. Poteshkin, I. G. Talamova

Siberian State University of Physical Culture and Sports, Omsk, Russia

### **Abstract:**

**The purpose** of the research was justification of feasibility of biofeedback technology for children with spastic diplegia and hemiparetic cerebral palsy (CP), and selection of optimum methods of a game-based electromyography training (EMG-training) for clinical forms of paralysis.

**Materials and methods.** The research covered one child aged 7 suffering from spastic cerebral palsy, and the second child aged 12 suffering from hemiparetic cerebral palsy. The research included records of background indicators of children muscle activity with «BOS-LAB professional +» hardware-software system. The following research methods were used: analysis of profiled scientific and methodical literature; assessment of motor functions status and its alterations with «Gross Motor Function Measure – 88» (GMFM-88) method of quantitative assessment; game-based EMG-training with «BOS-LAB professional +» hardware-software system; assessment of vestibular stability («Stabilan-01-2» stabilizer); methods of mathematical data processing.

**Results.** Selection and application of individual game-based EMG-trainings together with remedial exercises for the child suffering from hemiparetic cerebral palsy resulted in reduction of excessively high muscle tone of top and lower extremities that contributes to normalization of motor functions and also activates processes of motor adaptation to the environment. The similar effect was achieved when using EMG-trainings for correction of excessively high muscle tone of the child suffering from spastic cerebral palsy. The authors had another approach to a technique of muscle tone normalization for the child suffering from spastic cerebral palsy, which differs from hemiparetic form: muscle tone of a knee joint flexor (biceps femoris) has been lowered, and the tone of rectus femoris has been increased that subsequently should improve static and dynamic indicators of the child suffering from spastic cerebral palsy.

**Conclusion.** Electromyogram trainings can be applied in the comprehensive habilitation process in order to adapt children with cerebral palsy to environmental conditions.

**Keywords:** EMG-training, game-based biofeedback, muscle tone, habilitation, spastic diplegia, hemiparetic form.

**ВВЕДЕНИЕ.** В последние десятилетия наблюдается рост рождаемости детей с патологией детский церебральный паралич (ДЦП). Таких детей все чаще можно наблюдать в реабилитационных центрах, медицинских, образовательно-коррекционных учреждениях, где с ними ведётся работа по минимизации основных патологических проявлений [4]. К сожалению, ДЦП является неизлечимой инвалидизирующей патологией. Также прослеживается тенденция увеличения количества факторов, предшествующих патогенезу данной патологии [5]. На сегодняшний день всё шире применяются современные технологии абилитации при ДЦП. Одним из инновационных методов является тренинг с биологической обратной связью (БОС-тренинг), а его разновидностью – ЭМГ-тренинг (электромиографический тренинг) или ОЭМГ-тренинг (огигающий электромиографический тренинг) игрового характера (игровой ЭМГ-тренинг) [3]. ЭМГ-тренинг является разновидностью метода биоуправления и используется для восстановления произвольного контроля над мышцами конечностей, туловища [2]. К сожалению, литературные сведения об использовании этой методики в детской неврологии единичны. Недостаточно сведений о применении методики тренировки мышц с помощью обратной связи по игровому электромиографическому тренингу [1].

В соответствии с целью в ходе исследования решались следующие задачи:

1. Оценить уровень моторного развития исследуемых детей с церебральным параличом

со спастической диплегией и гемипаретической формой.

2. Подобрать оптимальные методы игрового ЭМГ-тренинга для спастической диплегии и гемипаретической формы церебрального паралича.

3. Экспериментальным путём определить эффективность применения игрового ЭМГ-тренинга для детей со спастической диплегией и гемипаретической формой церебрального паралича.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.** Для решения поставленных в работе задач использовались следующие методы исследования:

1. Анализ научно-методической литературы.  
2. Оценка состояния моторных функций и их изменение методом GMFM-88.

3. Метод игрового электромиографического тренинга с применением программно-аппаратного комплекса «БОС-ЛАБ профессиональный +».

4. Оценка вестибулярной устойчивости (стабилоанализатор «Стабилан-01-2»).

5. Методы математической обработки данных.

Исследование проводилось с сентября по декабрь 2017 года базе межкафедральной научно-исследовательской лаборатории «Медико-биологическое обеспечение спорта высших достижений» ФГБОУ «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта». В исследовании приняли участие один ребёнок со спастической формой церебрального паралича в возрасте 7 лет и один ребёнок с гемипаретической формой церебрального паралича в возрасте 12 лет.

**Таблица 1 – Оценка двигательного потенциала детей с церебральным параличом с помощью количественной шкалы GMFM-88, %**

Блоки для оценки двигательных функций	Результаты исследования (%)	
	Спаستическая диплегия	Гемипаретическая форма
А. Положение лежа	96,1	94,1
Б. Положение сидя	100,0	98,3
В. Ползание и ходьба на коленях	90,5	88,1
Г. Положение стоя	82,1	92,3
Д. Ходьба, бег, прыжки	68,1	94,4
Итого	86,4	93,9

В ходе исследования с детьми проводились записи фоновых показателей активности мышц с помощью программно-аппаратного комплекса «БОС-ЛАБ профессиональный +». В дальнейшем для каждого ребёнка подбирались индивидуальные игровые ЭМГ-тренинги из общего количества игровых моделей (закладок), где учитывались особенности формы ДЦП, а также показатели, полученные в ходе фоновой записи.

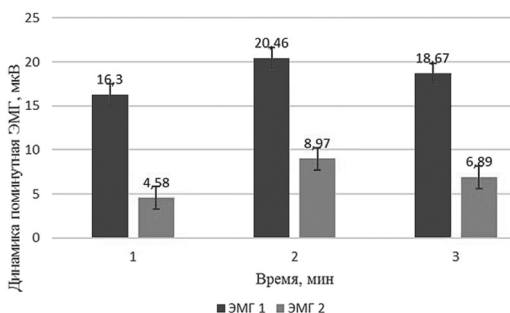
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.**

По результатам оценки моторного развития, проводимой с помощью количественной шкалы GMFM-88 (таблица 1), принимая во внимание диагноз ДЦП, заключаем, что уровень моторного развития детей, участвующих в эксперименте, составляет 90,15%, что само по себе является очень хорошим показателем, т.к. 100% результат способен получить 5-летний ребёнок, не страдающий какими-либо патологиями.

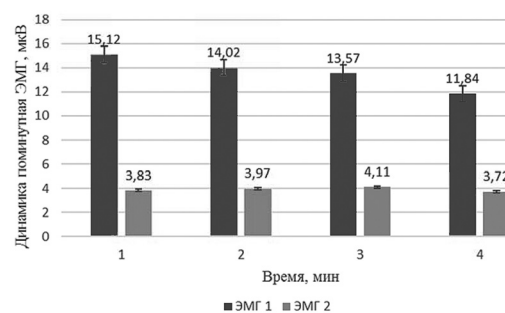
При записи «фоновой» электромиограммы с двуглавой мышцы плеча, а также латеральной широкой мышцы бедра у ребенка с гемипаретической формой был выявлен более повышенный мышечный тонус в верхней конечности, чем в нижней (на диаграмме 1, где

ЭМГ1 – верхняя конечность, а ЭМГ2 – нижняя конечность). Вероятно, это объясняется более высокой выносливостью и силой поражения нижней конечности в отличие от таковых верхней. При данной форме цель миографического тренинга (диаграмма 2) заключалась в снижении мышечного гипертонуса наиболее спазмированных мышечных групп поражённых конечностей, а также формирование навыка расслабления мышц, (закладка «МИО релакс»). На данные мышцы накладывались датчики, считывающие электропотенциал. На экране монитора можно было диагностировать мышечный тонус. Затем ребёнку предлагалось выполнить ряд заданий на снижение мышечного тонуса, при выполнении заданного условия выполнялся игровой сюжет – открывалась картинка, распускался цветок, слышался звуковой сигнал.

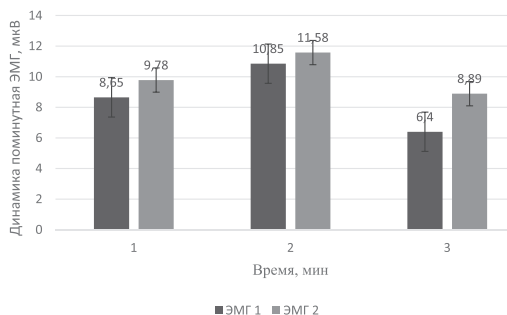
У ребёнка со спастической формой ДЦП при диагностике мышечного тонуса нижних конечностей был выявлен гипертонус сгибателей коленных суставов (двуглавая мышца бедра). Поэтому методика тренинга заключалась в увеличении мышечного тонуса мышц-антагонистов сгибателей коленных суставов (прямая мышца бедра), где ЭМГ1 – левая



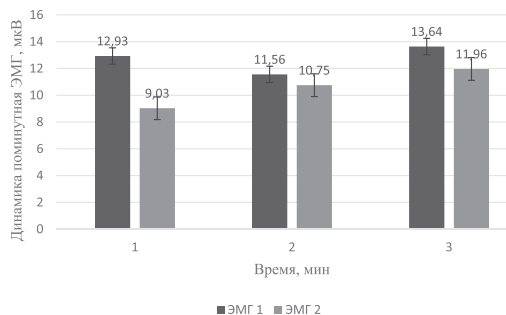
**Диаграмма 1 – Порог покоя сгибателей локтевого и коленного суставов у ребёнка с гемипаретической формой ДЦП, мкВ**



**Диаграмма 2 – Тренинг ЭМГ1 и ЭМГ2 (фильм) сгибателей локтевого и коленного суставов у ребёнка с гемипаретической формой ДЦП, мкВ**



**Диаграмма 3 – Порог покоя разгибателей коленных суставов у ребёнка со спастической формой ДЦП, мкВ**



**Диаграмма 4 – ЭМГ1 и ЭМГ2 коридор (автомастер) разгибателей коленных суставов у ребёнка со спастической формой ДЦП, мкВ**

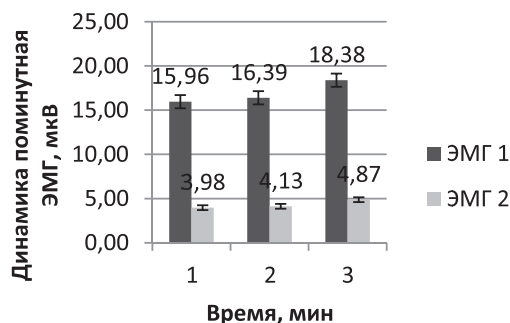
нога, а ЭМГ2 – правая нога (диаграммы 3, 4), что позволяет улучшить статодинамические функции. Данный тренинг осуществлялся с помощью закладки «Г2ЭМГ». И так же, как и при гемипаретической форме, тренинг способствует формированию навыка увеличивать тонус необходимых мышц. Следует отметить, что перед занятием ЭМГ-тренинга ребёнок посещал занятия по лечебной гимнастике, где проводился стретчинг спазмированных сгибателей коленных суставов.

При проведении сеансов игрового ЭМГ-тренинга нами было отмечено повышение мышечного тонуса в конце сеанса (диаграмма 5), при неуспешном тренинге (время сеанса подходит к концу, а условия тренинга ещё не выполнены). В таких случаях ребёнок начинает нервничать, вследствие этого повышается мышечный тонус. В целом мышечный тонус зависит от различных факторов: времени дня, психологического настроения, сохраненных шейно-тонических рефлексов, результатов занятий по лечебной гимнастике. Поэтому целесообразнее перед занятиями ЭМГ-тренинга проводить занятия на расслабление. Одним из удобных методов является методика проприоцептивной мышечной релаксации по Джекобсону. Данную методику можно применять и в виде игрового ЭМГ-тренинга на аппарате «БОС-ЛАБ профессиональный +».

Подводя итоги, можно заключить: при гемипаретической форме детского церебрального паралича целесообразнее использовать ЭМГ-тренинги, направленные на снижение

мышечного тонуса, так как для выполнения моторных функций необходим мышечный тонус выше среднего; при спастической форме – использовать ЭМГ-тренинги, направленные на увеличение тонуса мышц-антагонистов. Такие дети в меньшей степени адаптированы к выполнению крупных моторных функций (передвижение в вертикальной позе) вследствие чрезмерного мышечного тонуса паретичных конечностей и низкого тонуса антагонистов. Снизив тонус паретичных мышц и повысив тонус антагонистов, можно добиться повышения адаптационных возможностей детей со спастической формой церебрального паралича. Изменение тонуса мышц той или иной формы церебрального паралича достигается путём формирования мышечного навыка расслабления или тонизирования через умение.

В дальнейшем мы оценили уровень развития постурального механизма ребёнка со спастической



**Диаграмма 5 – Тренинг ЭМГ1 и ЭМГ2 (цветы) сгибателей локтевого и коленного суставов у ребёнка с гемипаретической формой ДЦП**

ческой формой церебрального паралича с помощью стабиланализатора «Стабилан-01-2» и компьютерной программы «StabMed 2». Это позволило выявить смещение во фронтальной и сагиттальной плоскостях на 28,53 и 10,62 мм соответственно, а качество функции равновесия – на уровне 38,29%, при норме в 86,86%. Это смещение было ожидаемо, т.к. ребёнок имеет церебральный паралич. Зная это, в дальнейшем мы можем подобрать оптимальные ЭМГ-тренинги для спастической формы церебрального паралича с целью коррекции тонуса тонических (постуральных) мышц, участвующих в поддержании вертикального положения.

На основании полученных данных нами разрабатывается методика формирования мышечного навыка с помощью ЭМГ-тренинга у детей с церебральным параличом.

## ВЫВОДЫ

1. Моторное развитие детей, участвующих в эксперименте, оцениваемое по методике «GMFМ-88», находится на уровне 86,4% у

спастической формы и 93,9% у гемипаретической. Отличие одной формы ДЦП от другой обусловлено, на наш взгляд, разницей в компенсаторных механизмах.

2. Технологии биоуправления, в частности тренинги по электромиограмме, могут использоваться в комплексной абилитации детей с ДЦП. Оптимальным методом игрового ЭМГ-тренинга при гемипаретической форме церебрального паралича следует считать тренинг «МИО релакс», направленный на снижение мышечного тонуса двуглавой мышцы плеча и латеральной широкой мышцы бедра, а при спастической форме – «ГЭМГ», направленный на активацию дополнительных двигательных единиц прямой мышцы бедра.

3. Экспериментальным путём определена эффективность применения игрового ЭМГ-тренинга для детей со спастической диплегией и гемипаретической формой церебрального паралича. С помощью игрового ЭМГ-тренинга удаётся сформировать мышечный навык, необходимый для адаптации ребёнка с церебральным параличом к условиям жизни.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Болотов, А. В. Комплексное лечение плоскостопной деформации стоп у детей и подростков с учетом состояния нейромышечного аппарата нижних конечностей [Текст] : автореф. ... дис. канд. мед. наук (14.01.15, 14.03.11) / Алексей Викторович Болотов; Центральный научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова. – Москва, 2015. – 25 с.
2. Калягин, М. А. Современные медицинские технологии функционального био-управления в системе медико-психологической реабилитации детей с церебральной патологией [Текст] / М. А. Калягин // Медицинский альманах. – 2010. – №2. – С. 136-138.
3. Потешкин, А. В. Комплексное применение средств

- физической абилитации у детей с гемипаретической формой детского церебрального паралича на основе психических, возрастных и индивидуальных особенностей [Текст] / А. В. Потешкин, И. Г. Таламова // Физическая реабилитация в спорте, медицине и адаптивной физической культуре. – 2017. – С. 25-27.
4. Стоцкая, Е. С. Педагогический анализ тренировочных занятий у пловцов с детским церебральным параличом, находящихся на разных этапах спортивной подготовки / Е. С. Стоцкая, А. Н. Налобина // Адаптивная физическая культура. – 2017. – № 2 (70). – С. 44-46.
5. Briggs, G. G. Drugs in Pregnancy and Lactation [Text] / G. G. Briggs, R. K. Freeman, S. J. Yaffe // Lippincott Williams & Wilkins. – 2002. – Vol. 6. – P. 221-230.

## LIST OF REFERENCES

1. Bolotov, A. V. Comprehensive treatment of valgus foot deformity in children and teenagers considering condition of the neuromuscular system of the lower extremities [Text] : Cand. thesis ... Cand. of Med. Sc. (14.01.15, 14.03.11) / Alexey Viktorovich Bolotov; N. N. Priorov Central Research Institute of traumatology and orthopedics. – Moscow, 2015. – 25 p.
2. Kalyagin, M. A. Modern medical technologies of functional biofeedback in the system of medicopsychological rehabilitation of children with cerebral pathology [Text] / M. A. Kalyagin // Medical almanac. – 2010. – No. 2. – P. 136-138.

3. Poteshkin, A. V. Comprehensive application of means of physical habilitation in children suffering from hemiparetic cerebral palsy on the basis of mental, age and individual features [Text] / A. V. Poteshkin, I. G. Talamova // Physical rehabilitation in sport, medicine and adaptive physical culture. – 2017. – P. 25-27.
4. Stotskaya, E. S. Pedagogical analysis of training classes of swimmers with children cerebral palsy at different stages of sport training [Text] / E. S. Stotskaya, A. N. Nalobina // Adaptive physical culture. – 2017. – № 2 (70). – P. 44-46.
5. Briggs, G. G. Drugs in Pregnancy and Lactation [Text] / G. G. Briggs, R. K. Freeman, S. J. Yaffe // Lippincott Williams & Wilkins. – 2002. – Vol. 6. – P. 221-230.