**НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИЯ ПАЦИЕНТОВ**

**С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ**

*ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА, 2015, том 41, № 4, с. 123–131*

**© 2015 г. И. А. Солопова1, 4, Т. Р. Мошонкина2, 4, В. В. Умнов3,**

**С. В. Виссарионов3, А. Г. Баиндурашвили3, Ю. П. Герасименко2, 4**

*1ФГБУН Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва*

*2ФГБУН Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт/Петербург*

*3ФГБУ Научно/исследовательский детский ортопедический институт*

*им. Г.И. Турнера МЗ РФ, Санкт/Петербург*

*4ООО “Косима”, Москва*

**АННОТАЦИЯ**

Анализ мышечного тонуса играет важную роль при диагностике формирующихся двигательных нарушений у ребенка первого года жизни. Такой анализ имеет ряд сложностей, связанных, в том числе, с субъективностью оценок. Нарушения могут проявляться в наличии физиологического гипертонуса в первом полугодии жизни, синдро ма “мышечной дистонии”, отсроченной манифестации (так называемого “светлого проме жутка”), симптомокомплекса “вялый ребенок”. Такой симптомокомплекс может

трансформироваться к 2–6 месяцам в ригидно спастические изменения или быть проявлением целого ряда заболеваний, таких как генетические синдромы, первично%мышечная патология, нейрометаболические нарушения.

Патофизиологические механизмы двигательных нарушений разнообразны и трудны для понимания в связи со сложностью архитектоники движения, многообразием топики поражений, незрелостью миелинизации стволовых и подкорковых образований нервной системы и проявлением феномена диашиза [1]. Однако для своевременного назначения адекватного лечения необходимо раннее выявление двигательных нарушений. Таким образом, разработка объективных количественных методов диагностики на ранних стадиях заболевания до формирования патологических двигательных автоматизмов является актуальной задачей [1].

Интерференционная (поверхностная) электромиография (ЭМГ) уже давно используется для анализа состояния двигательной системы. При многоканальной регистрации она дает возможность комплексной оценки активности одновременно нескольких мышц (агонистов и антагонистов) в процессе движения [2], а также пространственно временные характеристики мышечных синергий [3]. Основным преимуществом в сравнении с другими методами ЭМГ (стимуляционной и игольчатой) является ее неинвазивность и

безболезненность. Стандартные методики определения состояния двигательной системы, связанные с выполнением произвольных и непроизвольных движений или измерением скоростей проведения, являются неточными в применении.

|  |
| --- |
| **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ И СПИНАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ В КОМПЛЕКСНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ДЦП** |

|  |  |
| --- | --- |
|  | [**ЗВОЗИЛЬ А.В.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=748602)**1,**[**МОРЕНКО Е.С.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=770292)**1,**[**ВИССАРИОНОВ С.В.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=250109)**1,**[**УМНОВ В.В.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=457569)**1,**[**МОШОНКИНА Т.Р.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=92813)**2,**[**ГЕРАСИМЕНКО Ю.П.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=10968)**3,**[**БАИНДУРАШВИЛИ А.Г.**](http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=266916)**1 1 ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения РФ2**[**ООО «Косима»**](http://elibrary.ru/org_items.asp?orgsid=11834)**3 ФГБУН «Институт физиологии им. И.П. Павлова» Российской академии наук** |

Проведен литературный обзор по применению электростимуляции спинного мозга в клинической практике. Представлен механизм воздействия электрического тока на спинной мозг при стимуляции, а также результаты исследователей по применению электростимуляции при спастических состояниях. Даны сведения и перспективы по использованию электростимуляции.

**ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ**

**У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

**© 2015 г. Е. С. Жванский1, 3, О. Н. Цышкова2, А. А. Гришин3, Ю. П. Иваненко4,**

**Ю. С. Левик3, 1, Е. С. Кешишян**

*1Московский физико\_технический институт (ГУ), Москва*

*2Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздрава РФ, Москва*

*3Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва*

*4Лаборатория нейромоторной физиологии, IRCCS Santa Lucia Foundation, Рим, Италия*

*E\_mail:* *evgeny.zhvansky@yandex.ru*

 **АННОТАЦИЯ**

Исследовали нейромышечные характеристики у детей раннего возраста в норме и при формирующихся двигательных нарушениях методом поверхностной электромиографии.

Было обследовано 76 детей в возрасте от 6 месяцев до 3 лет: 61 ребенок с двигательными нарушениями (13 – с атонически астатической формой детского церебрального паралича (ДЦП), 48 – со спастическими формами ДЦП) и 15 детей без двигательных нарушений. У ребенка в положении лежа проводилось пассивное сгибание и разгибание коленных и тазобедренных суставов, регистрировалась электромиографическая (ЭМГ) активность основных групп мышц бедра и голени. Особенности ЭМГ активности оценивались с помощью вейвлет преобразования и дальнейшего анализа полученных временных зависимостей. В результате выявлены параметры, связанные с диагнозом у детей раннего возраста с двигательными нарушениями.

**ПЯТИКАНАЛЬНЫЙ НЕИНВАЗИВНЫЙ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯТОР СПИННОГО МОЗГА ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ**

 **Гришин А.А, Мошонкина Т.Р, Солопова И.А, Городничев Р.М., Герасименко Ю.П.**

 **Медицинская техника. №5, 2016 / с. 8-11. Scopus РИНЦ (0.307) ВАК**

**АННОТАЦИЯ**

Разработано устройство, которое может быть использовано как для диагностических, так и для лечебных процедур с применением метода неинвазивной электрической стимуляции спинного мозга. Устройство позволяет стимулировать спинной мозг по меньшей мере на трех уровнях в любой комбинации (шейный, грудной и поясничный уровни), а также стимулировать корешки спинного мозга хотя бы на одном из уровней. Использование электростимулятора является альтернативой применения инвазивной электростимуляции спинного мозга для реабилитации пациентов с тяжелыми двигательными нарушениями и болевым синдромом

**Сравнительный анализ эффективности двигательной реабилитации детей с церебральным параличом с использованием роботизированной механотерапии и чрескожной электрической стимуляции спинного мозга**

**Икоева Г.А., Кивоенко О.И., Мошонкина Т.Р., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г., Герасименко Ю.П.**

 **// Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – №2-2. - С.200-203. РИНЦ (0.621)**

**АННОТАЦИЯ**

|  |
| --- |
| В статье представлено клиническое исследование 26 пациентов с детским церебральным параличом. 15 детям (контрольная группа) проведен курс роботизированной механотерапии, 11 пациентов (основная группа) получили курс реабилитационного лечения с применением роботизированной механотерапии в сочетании с чрескожной электрической стимуляцией спинного мозга. С помощью специальных шкал и тестов проведен сравнительный анализ результатов восстановительного лечения в этих двух группах. Было установлено, что в обеих группах после курса реабилитации у пациентов отмечалось улучшение двигательных функций, но в основной группе, где использовали чрескожную электростимуляция спинного мозга, положительная динамика была более значимой. |



**Регуляция баланса у детей с тяжелыми формами ДЦП при реабилитации, включающей чрескожную стимуляцию спинного мозга, функциональную электромиостимуляцию и локомоторные тренировки // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.**

**Никитюк И.Е., Мошонкина Т.Р., Герасименко Ю.П., Виссарионов С.В., Баиндурашвили А.Г.**

 2016. – т.93. - №5. – с. 23-27. **Scopus РИНЦ (0.241)** ВАК

**АННОТАЦИЯ**

Одним из симптомов детского церебрального паралича (ДЦП) является значительное нарушение способности удерживать вертикальную позу. Цель — изучить влияние локомоторных тренировок в сочетании с чрескожной электростимуляцией спинного мозга (ЧЭССМ) и функциональной электростимуляцией мышц (ФЭСМ) на восстановление функции поддержания вертикальной позы у детей с ДЦП. Пациенты и методы. В исследование были включены 19 пациентов в возрасте 6—12 лет с тяжелой формой ДЦП, с уровнем тяжести клинических проявлений по классификации основных моторных функций (Gross Motor Function Classification System) около 3. Все пациенты были разделены на 2 группы: основную и контрольную. Пациентам обеих групп в течение 3 нед было проведено по 15 процедур роботизированной механотерапии на локомоторном тренажере. Больным основной группы во время каждой локомоторной тренировки проводили ЧЭССМ и ФЭСМ. Пациентам контрольной группы проводили только локомоторную тренировку. Динамику восстановления вертикальной позы у детей оценивали с помощью стабилометрии. Результаты. Стабилометрия выявила значимое возрастание постуральной устойчивости у пациентов основной группы по сравнению с больными контроля. Это проявлялось статистически достоверным (p<0,05) уменьшением длины и площади статокинезиограммы при открытых глазах (в среднем соответственно на 167 мм и 112 мм2) и тенденцией к нормализации положения проекции центра масс в сагиттальной плоскости. Вывод. В исследовании установлено, что проведение ЧЭССМ и ФЭСМ в сочетании с локомоторными тренировками способствует нормализации нарушения системы управления балансом у детей с тяжелыми формами ДЦП.

**Влияние локомоторной тренировки и функциональной электромиостимуляции на постуральные функции у детей с тяжелыми формами ДЦП**

**Никитюк И.Е., Мошонкина Т.Р., Щербакова Н.А., Виссарионов С.В., Умнов В.В., Рождественский В.Ю., Герасименко Ю.П.**

 **// Физиология человека. – 2016. – Т.42. - №3. – с. 37–46 Scopus РИНЦ (0.715) ВАК РФФИ**

**АННОТАЦИЯ**

Способность удерживать вертикальную позу значительно нарушена при детском церебральном параличе (ДЦП). Исследовано влияние локомоторных тренировок и функциональной электростимуляции мышц (ФЭС) на восстановление функции поддержания вертикальной стойки у детей с тяжелыми формами ДЦП. Проведено обследование 27 больных ДЦП в возрасте от 6 до 12 лет, с уровнем тяжести клинических проявлений церебрального паралича по классификации GMFCS около 3. Всем пациентам проводили 15 получасовых сеансов механотерапии на тренажере Локомат, 12 из этих пациентов одновременно с механотерапией проводили ФЭС. Проведены стабилографическое и плантографическое исследования. Данные стабилометрии сравнивали с результатами, полученными в таких же тестах у 23 здоровых детей того же возраста. Стабилограммы пациентов отличались от стабилограмм здоровых детей смещением проекции центра масс (ПЦМ) вперед, большими значениями площади статокинезиограммы, длины траектории ПЦМ, средней амплитуды колебаний ПЦМ, и отсутствием реакции статокинезиограммы на закрывание глаз. Изменения характеристик стабилограмм, зарегистрированных после курса реабилитации, рассматривали с точки зрения нормализации, то есть изменения этих характеристик в направлении значений, зарегистрированных в группе здоровых детей. Нормализация зарегистрирована у 43% детей в группе без ФЭС и у 75% детей в группе с ФЭС. Анализ плантограмм выявил нормализацию отпечатков стопы в группе детей с ФЭС. В результате показано, что ФЭС вместе с механотерапией способствует улучшению регуляции вертикальной позы у детей с тяжелыми формами ДЦП.

**Неинвазивный метод управления спинальными локомоторными сетями человека.**

**Щербакова Н. А., Мошонкина Т. Р., Савохин А. А., Селионов В. А., Городничев Р. М., Герасименко Ю. П.**

**Физиол. человека. – 2016. – Т. 42, № 1. – С. 73-81. ВАК Scopus, РИНЦ (0,738)**

|  |
| --- |
| АННОТАЦИЯ: |
|   | Целью работы было выяснение механизмов взаимодействия активации рецепторов опорно-двигательного аппарата и стимуляции спинного мозга в регуляции локомоторного поведения у испытуемых, не имеющих отклонений в состоянии здоровья. Исследовали влияние стимуляции афферентов на паттерн шагательных движений, вызываемых чрескожной стимуляцией спинного мозга. Установлено, что при сочетании чрескожной стимуляции спинного мозга с вибростимуляцией увеличивается амплитуда движений ног. Показано, что вибростимуляция мышц руки и ноги с частотой меньше 30 Гц может быть использована в управлении непроизвольными движениями, вызванными неинвазивной стимуляцией спинного мозга. |

**Методика неинвазивной электрической стимуляции в комплексной реабилитации детей с ДЦП.** **Пособие для врачей.**

Федеральное государственное бюджетное учреждение

"Научно-исследовательский детский ортопедический институт

имени Г.И. Турнера" Министерства здравоохранения Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской Академии Наук

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича

Российской Академии Наук

Общество с ограниченной ответственностью "Косима"

**АННОТАЦИЯ**

В пособии для врачей изложены методики двигательной реабилитации больных ДЦП с применением функциональной электростимуляции мышц (ФЭС) и чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ) в сочетании с роботизированной механотерапией на комплексе «Локомат», а также с использованием разработанного КОСТЮМА, в конструкцию которого встроены в определённом порядке стимулирующие электроды, позволяющие усовершенствовать проведение процедуры ФЭС и ЧЭССМ. Подбор характеристик электростимуляции (ЭС) дает возможность значительно расширить двигательную активность и улучшить процесс ходьбы пациентов с ДЦП.

**Аппаратно-программный комплекс «Биокин» для реабилитации двигательных нарушений центрального генеза.**

**Гришин А.А., Солопова И.А., Селионов В.А., Мошонкина Т.Р., Титова Е.Ю., Цветков Д.С., Герасименко Ю.П.**

 // Материалы VI Российской с международным участием конференции по управлению движением. Казань, 14-16 апреля 2016. С.54

**Обоснование и использование неинвазивных методов электростимуляции для коррекции двигательных нарушений у детей с тяжелыми формами ДЦП.**

**Мошонкина Т.Р., Солопова И.Н., Сухотина И.А., Виссарионов С.В., Никитюк И.Е., Икоева Г.А., Герасименко Ю.П.**

// Actae Naturae. 2016. Спецвыпуск. Т. 1. Научные труды V Съезда физиологов СНГ. Сочи, Россия. 4–8 октября 2016. С.29

**Sensorimotor regulation of movements: novel strategies for the recovery of mobility.**

**Gerasimenko Y., Kozlovskaya I., Edgerton V.R**

// Физиология человека. – 2016. – Т.42. - №1. - С.106–117.

**АННОТАЦИЯ**

A series of observations have provided important insight into properties of the spinal as well as supraspinal circuitries that control posture and movement. We have demonstrated that spinal rats can regain full weight-bearing standing and stepping over a range of speeds and directions with the aid of electrically enabling motor control (eEmc), pharmacological modulation (fEmc), and training [1, 2]. Also, we have reported that voluntary control movements of individual joints and limbs can be regained after complete paralysis in humans [3, 4]. However, the ability to generate significant levels of voluntary weight-bearing stepping with or without epidural spinal cord stimulation remains limited. Herein we introduce a novel method of painless transcutaneous electrical enabling motor control (pcEmc) and sensory enabling motor control (sEmc) strategy to neuromodulate the physiological state of the spinal cord. We have found that a combination of a novel non-invasive transcutaneous spinal cord stimulation and sensory-motor stimulation of leg mechanoreceptors can modulate the spinal locomotor circuitry to state that enables voluntary rhythmic locomotor movements.

**Влияние локомоторной тренировки и функциональной электромиостимуляции на постуральные функции у детей с тяжелыми формами ДЦП**

**Никитюк И.Е., Мошонкина Т.Р., Щербакова Н.А., Виссарионов С.В., Умнов В.В., Рождественский В.Ю., Герасименко Ю.П.**

// Физиология человека. – 2016. – Т.42. - №3. – с. 37–46

**АННОТАЦИЯ**

|  |
| --- |
|  |
|   | Способность удерживать вертикальную позу значительно нарушена при детском церебральном параличе (ДЦП). Исследовано влияние локомоторных тренировок и функциональной электростимуляции мышц (ФЭС) на восстановление функции поддержания вертикальной стойки у детей с тяжелыми формами ДЦП. Проведено обследование 27 больных ДЦП в возрасте от 6 до 12 лет, с уровнем тяжести клинических проявлений церебрального паралича по классификации GMFCS около 3. Всем пациентам проводили 15 получасовых сеансов механотерапии на тренажере Локомат, 12 из этих пациентов одновременно с механотерапией проводили ФЭС. Проведены стабилографическое и плантографическое исследования. Данные стабилометрии сравнивали с результатами, полученными в таких же тестах у 23 здоровых детей того же возраста. Стабилограммы пациентов отличались от стабилограмм здоровых детей смещением проекции центра масс (ПЦМ) вперед, большими значениями площади статокинезиограммы, длины траектории ПЦМ, средней амплитуды колебаний ПЦМ, и отсутствием реакции статокинезиограммы на закрывание глаз. Изменения характеристик стабилограмм, зарегистрированных после курса реабилитации, рассматривали с точки зрения нормализации, то есть изменения этих характеристик в направлении значений, зарегистрированных в группе здоровых детей. Нормализация зарегистрирована у 43% детей в группе без ФЭС и у 75% детей в группе с ФЭС. Анализ плантограмм выявил нормализацию отпечатков стопы в группе детей с ФЭС. В результате показано, что ФЭС вместе с механотерапией способствует улучшению регуляции вертикальной позы у детей с тяжелыми формами ДЦП. |

 **Effect of Locomotor Training and Functional Electrical Stimulation on Postural Function in Children with Severe Cerebral Palsy.**

**Nikityuk I.E., Moshonkina T.R., Shcherbakova N.A., Vissarionov S.V., Umnov V.V., Rozhdestvenskii V.Yu., Gerasimenko Yu.P.**

 Human Physiology, 2016, Vol. 42, No. 3, pp. 262–270. Scopus (0.41) ВАК РФФИ

Abstract Cerebral palsy (CP) considerably impairs the ability to maintain upright stance. The effects of locomotor training and functional electrical stimulation (FES) on postural control were determined in 27 children aged 6–12 years with severe CP. The severity level of the clinical manifestations of CP was classified as 3 according to the Gross Motor Function Classification System (GMFCS). All patients participated in 15 30-min mechanical therapy sessions using robot-assisted passive stepping. In 12 out of 27 children, the locomotion therapy was accompanied by FES. Stabilometry and plantography tests were performed in 23 healthy age-matched children. Postural control in children with CP differed from the stabilograms of healthy children in a forward shift of the center of pressure (COP) projection; higher values of the COP trajectory area and length, the mean amplitude of the COP oscillations, and the absence of COP response to the eyes closed condition. After treatment, the posturographic characteristics tended to normalize in relation to the values obtained in neurologically intact children. The improvement was observed in 43% of children without FES and in 75% of children in the group with FES. Analysis of plantograms revealed normalization of footprints in children who received FES. Thus, it was demonstrated that FES combined with locomotor training resulted in the improvement in vertical posture control in children with severe CP

**Effects of Spinal Cord Stimulation on motor functions in children with cerebral palsy**.

**Solopova, I. A., Sukhotina, I. A., Zhvansky, D. S., Ikoeva, G. A., Vissarionov, S. V., Baindurashvili, A. G., ... & Moshonkina, T. R.**

Neuroscience Letters (2017).

Abstract Is it possible to regulate the functional properties of abnormally developed spinal neuronal locomotor networks using transcutaneous spinal cord stimulation? This question has been studied in twenty-eight participants (∼9 yrs) with spastic cerebral palsy, and mainly Gross Motor Function Classification System for Cerebral Palsy level III. The participants were randomly assigned to two groups. The experimental group received transcutaneous spinal cord stimulation at two spinal levels (over T11 and L1 spinous processes), combined with locomotor treadmill training, whereas the participants of the control group received locomotor treadmill training only. After spinal cord stimulation in the experimental group we found an incremental increase in knee torque whereas in the control group this effect was absent. The amplitude of hip motion increased in both groups. A decrease of co-activation of hip and muscles of the lower extremities was observed in the experimental group while in the control group co-activation decreased only in hip muscles. The results support the idea that locomotor function can be improved significantly with the combination of training and transcutaneous spinal cord stimulation than with training alone.