МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Чувашский государственный университет
имени И.Н. Ульянова»

# АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Сборник научных трудов
по итогам III Межрегиональной научно-практической
конференции

Чебоксары
2020

ББК Р35я4
УДК 616-8(06)
А434

**Редакционная коллегия:**

Е.А. Гурьянова (отв. редактор), Е. С. Деомидов, А. В. Самойлова

Печатается по решению Ученого совета Чувашского государственного университета имени И. Н. Ульянова

**А43** **Актуальные** вопросы медицинской реабилитации: сб. науч. тр. по итогам III Межрегион. науч.-практ. конф. / под ред. Е.А. Гурьяновой. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2020. 100 с.

ISBN978-5-7677-2741-4

Представлены материалы по медицинской реабилитации, проблемные вопросы реабилитации заболеваний различного профиля, клинические случаи, приведены результаты научных исследований.

Для врачей и специалистов различных профилей, преподавателей медицинских вузов, ординаторов и аспирантов.

УДК 616-8(06)

ББК Р35я4

ISBN

Издательство Чувашского университета, 2020

**Ф. Г. Литвак, Е. А. Гурьянова, А. А. Самойлов**
ООО «ИТЦ Интеграл», Walk Aid
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары

# ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ КОРРЕКЦИИ ХОДЬБЫ

В статье представлены данные о применении аппаратов с функциональной электростимуляцией среди взрослого населения, особенно у пациентов после инсульта, с рассеянным склерозом и повреждением спинного или головного мозга. В течение последних лет возрос интерес к применению ФЭС также среди детей и подростков с церебральным параличом (ДЦП).

Ключевые слова: функциональная электростимуляция, инсульт, паралич, рассеянный склероз, детский церебральный паралич (ДЦП).

F. G. Litvak, E. A. Guryanova, A.A. Samoilov
ITC Integral LLC, Walk Aid
FSBEI of HE "Chuvash State University named
after I.N. Ulyanova ", Cheboksary

# APPLICATION OF FUNCTIONAL ELECTRIC STIMULATION FOR WALK CORRECTION

The article presents data on the use of devices with functional electrical stimulation in the adult population, especially in patients after a stroke, with multiple sclerosis and damage to the spinal cord or brain. In recent years, interest in the use of FES has also increased among children and adolescents with cerebral palsy (cerebral palsy).

Key words: functional electrical stimulation, stroke, paralysis, multiple sclerosis, cerebral palsy (cerebral palsy).

Применение ФЭС при неврологических заболеваниях описано еще в 1960-х годах, когда датчики внутри обуви использовались для электрической стимуляции с целью облегчения тыльного сгибания стопы во время фазы переноса ноги. За этими исследованиями последовали еще несколько

дополнительных попыток в 1990-х годах улучшить моторную функцию ног с помощью различных режимов электростимуляции.

Одной из отличительных черт современных систем ФЭС является их удобное применение в повседневной эксплуатации во время ежедневной ходьбы. В одном из исследований принимали участие группы больных с парезами, которые носили стимулятор на поясе вокруг талии. Стимулятор соединен проводами с электродами, размещенными на малоберцовом нерве, а под стопой в ботинке установлен датчик, который служил триггером для запуска стимуляции передней большеберцовой мышцы. Результаты исследования позволили предположить, что динамическое применение ФЭС в рабочем режиме при ходьбе в течение 12-недельного периода привело к улучшению позиционирования пораженной конечности во время опоры и к улучшенной симметрии походки. Те пациенты, кто завершили полностью испытание, были заинтересованы в продолжении использования ФЭС и дальше. Пациенты также указали на то, что стимулятор был слишком большой по размеру, а многочисленные провода затрудняли управление аппаратом [1].

Устройство ФЭС WalkAide успешно решило многие из тех проблем, на которые сослались пациенты, участвующие в исследованиях. Вместо громоздкого стимулятора, надетого вокруг талии и соединенного с электродами и датчиком под стопой с помощью длинных проводов, аппарат WalkAide помещается в одной манжете, надетой чуть ниже колена. Детская или взрослая манжета помещает в себе сам микростимулятор, а также фиксирует электроды в нужном месте на голени. Кроме того, поскольку стимуляция в WalkAide срабатывает в результате наклона голени от вертикали во время ходьбы, необходимость во внешних датчиках под стопой отпала (рис. 1, 2). Во время трехмесячного испытания пациентов просили носить устройство ФЭС не менее шести часов в день в то время, когда они больше всего ходят. Среди 18 пациентов, со средним ежедневным использованием ФЭС 5,6 часов и средним количеством шагов 2087 десять испытуемых использовали устройство более шести часов в день. Частота использования от четырех до шести часов

и от двух до четырех часов были получены от 4 и 3 испытуемых соответственно, один пациент использовал устройство ФЭС менее двух часов в день.

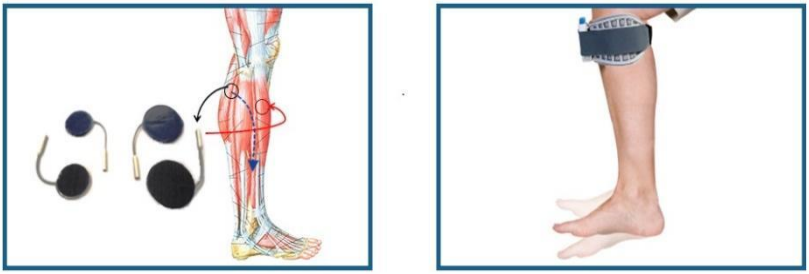

Рис. 1. Схема действия функционального электростимулятора WalkAide

Рис. 2. Внешний вид функционального электростимулятора

Во время применения ФЭС нужно принимать во внимание множество программируемых переменных, которыми можно манипулировать чтобы достичь лучшего качества электростимуляции малоберцового нерва. В отличие от применения на взрослых пациентах, где длительность (ширина) импульса обычно колеблется от 100 до 200 мкс, для детей и

подростков выставляется меньшая ширина импульса в пределах 25-50 мкс. Использование максимально возможного размера электрода для равномерного распределения электростимуляции по большей площади поверхности кожи, начиная с низкой амплитуды стимуляции, и постепенно увеличивая ее с течением времени. Использование более высокой частоты импульса приводит к большему комфорту и уменьшению вероятности спастической мышечной реакции. Всеми параметрами можно легко манипулировать в клинических условиях предоставляя врачам-реабилитологам возможность управления тонкой настройкой ФЭС персонализированно [2].

Несколько значительных улучшений в кинематике ходьбы и опорно-двигательных функциях наблюдались у больных при использовании ФЭС. Улучшения включали в себя усиление дорсифлексии на всех этапах во время фазы переноса ноги, улучшение стабильности постановки стопы на опору, увеличение ширины шага и скорости ходьбы. Улучшения биомеханики ходьбы не наступали мгновенным образом, а происходили постепенно на протяжении всего испытания.

Наблюдая за кинематикой голеностопного сустава, была отмечена не только улучшенная способность стопы к дорсифлексии, но и значительно улучшенное подошвенное сгибание (плантарфлексия). В отличие от использования голеностопного ортеза, который традиционно ограничивает подошвенное сгибание во время шага, при ФЭС пациенты были в состоянии показать максимально приближенную к физиологической кинематику голеностопного сустава при отрыве стопы от опоры. Были также отмечены положительные изменения в цикличности ходьбы, ритме или постоянстве длины шага. Однако следует отметить, что замеры проводились на пациентах с гемипарезом на коротких дистанциях. Поэтому они могут и не отражать способность ФЭС влиять на постоянство ходьбы на больших расстояниях, когда фактор усталости влияет на способность пациента компенсировать дефицит двигательной активности.

В недавнем исследовании в Тель-Авивской детской больнице Дана-Двек было изучено влияние функциональной

электрической стимуляции на походку у детей с гемиплегией. Пять месяцев непрерывного использования ФЭС привело к лучшему клиренсу стопы, лучшему начальному контакту с опорой, меньшим падениям и более медленной ходьбе, что, вероятно, является показателем способности к лучшему равновесию. Даже при выключенном ФЭС еще какое-то время наблюдались функциональные эффекты и пространственно-временная нормализация. Был выявлен отличный ортопедический эффект, хотя он в большой мере зависел от изначального диапазона движения в голеностопе (ROM). Это исследование еще больше обогатило понимании потенциала, заложенного от использования ФЭС WalkAide. Технология открывает дополнительные ортопедические преимущества, поскольку это динамический и активный электронный нейро-ортез, а не пластиковый статический устаревший ортез [3].

Более традиционный метод лечения дефицита движения при парезах, а именно ГСО, подозревается в усугубление слабости, которая зачастую присутствует в дорсифлексорах и плантарфлексорах стопы. Предотвращая активное тыльное сгибание стопы во время фазы переноса ноги и подошвенное разгибание при отталкивании стопы от опоры, существует небезосновательное опасение, что пациенты могут попасть в зависимость от их ГСО. Одно из клинических исследований было сфокусировано на изучении степени влияния ФЭС на силу и выносливость передней большеберцовой мышцы у пациентов с парезами. Это было сделано путем получения ультразвуковых измерений мышечного брюшка в разных точках в течение всего клинического испытания. Вспоминая постепенное улучшение функции дорсифлексора в прошлом исследовании, в ходе этого исследования интересно отметить ту же тенденцию постепенного увеличения размера мышц на протяжении всего испытания. В частности, средняя толщина мышц увеличилась на 2%, 9 и 12% в течение 1, 4 и 7 месяцев соответственно после начала клинического испытания с ФЭС. Следует отметить, что средняя толщина мышц уменьшилась на 1% в течение трехмесячного доиспытательного наблюдения перед применением ФЭС, что позволяет предположить, что наблюдаемые улучшения были

результатом вмешательства ФЭС. Таким образом, в отличие от атрофии в результате неиспользования мышц, которая обычно клинически наблюдается при применении ГСО, использование ФЭС терапии привело к прогрессивному улучшению размера и функции целевой группы мышц [4].

В одном из исследований рассматривается вопрос о том, может ли электрическая стимуляция увеличивать пользу, получаемую от ботокса. Испытуемым вводили ботокс в пораженную икроножную мышцу и далее ждали три недели, чтобы удостовериться, что ботокс оказывает положительное воздействие на спастическую мышцу. Метод применения ФЭС в этом случае сильно отличался от методов прошлых исследований. Вместо того, чтобы применять стимуляцию к малоберцовому нерву чтобы вызвать дорсифлексию, стимуляция была применена непосредственно к передней большеберцовой мышце. Аппарат ФЭС носили в течение 20-30 минут ежедневно под наблюдением, стимуляция применялась динамически во время ходьбы и запускалась датчиком внутри обуви.

Большинство пациентов испытывали больший угол дорсифлексии во время переноса стопы в течение всего испытания после ФЭС. Пациентам зачастую удавалось поддерживать улучшение дорсифлексии достаточно продолжительное время после снятия аппарата ФЭС. Важно отметить, что все оценки, которые проводились в конце каждого из этапов этого исследования, всегда проводились с выключенным ФЭС. Эффект, оказываемый ФЭС на сгибание стопы в фазе ее переноса и на начальное позиционирование стопы и голеностопного сустава в ответ на нагрузку, являлся терапевтическим с явным остаточным эффектом. Результаты исследования показали, что ФЭС по праву может способствовать повышению эффективности инъекций ботокса. Когда инъекции ботокса и функциональная электростимуляция комбинируется, то переобучение походки пациента становится реальностью.

В последнее время современные корректоры движения ФЭС стали крайне популярными во всем мире при реабилитации ходьбы детей и подростков уровней I и II по шкале GMFCS. Чем больше пациент применяет функциональную

электростимуляцию с помощью аппарата WalkAide, тем правильнее его движения во время ходьбы, тем выше сила и выносливость его передней большеберцовой мышцы. Грамотное применение ФЭС опытным специалистом применительно к подходящему клиническому случаю может стать одним из наиболее эффективных методов реабилитации ходьбы неврологического пациента.

Список литературы

1. Miller L. Rafferty D. Paul L., Mattison P. A comparison of the orthotic effect of the Odstock Dropped Foot Stimulator and the Walkaide functional electrical stimulation system on energy cost and speed of walking in Multiple Sclerosis // Disabil Rehabil Assist Technol. 2014. Mar 17.

2. Damiano D.L., Prosser L.A., Curatalo L.A., Alter K.E. Muscle plasticity and ankle control after repetitive use of a functional electrical stimulation device for foot drop in cerebral palsy // Neurorehabil Neural Repair. 2013. Mar-Apr:27(3):200-7. doi: 10.1177/1545968312461716.

3. Huskey T.N., Munin M.C., Nolan K.J., Kufta C.V. Effect of a foot-drop stimulator and ankle-foot orthosis on walking performance after stroke: a multicenter randomized controlled trial // Neurorehabil Neural Repair. 2013 Sep. 27 (7):579-91. doi: 10.1177/1545968313481278.

4. Weber D.J., Stein R.B., Chan K.M., Loeb G.E., Richmond F.J., Rolf R,. James K., Chons S.L. BIONic WalkAide for correcting foot drop // Conf Proc IEEE Ens Med Biol Soc. 2004;6:4189-92.

**Е.С. Макарова [1], Е.Н. Шамитова [1], Е.А. Гурьянова [1, 2]**
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет
им. И.Н. Ульянова», г. Чебоксары
ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей»
Минздрава Чувашии, г. Чебоксары

## БИОХИМИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ NR 2 И NR2ABS В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ И РЕАБИЛИТАЦИИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

В статье проведен обзор современных исследований, посвященных ранней диагностики ишемического инсульта. Проанализирована возможность применения биологических маркеров

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ**

**Сборник научных трудов по итогам III Межрегиональной научно-практической конференции**

Отв. за выпуск *Е.А. Гурьянова*

*Материалы публикуются в авторской редакции. Ответственность за достоверность цитат, имен, названий и иных сведений, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы представленных статей.*

Согласно Закону № 436-ФЗ от 29 декабря 2010 года данная продукция не подлежит маркировке

Подписано 25.03.2020. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 6,25. Уч.-изд. л. 6,10. Тираж 100 экз. Заказ №355

Издательство Чувашского университета
Типография университета
428015 Чебоксары, Московский просп., 15