

УДК 616.832-004.2-08-035:007.5

БИОУПРАВЛЕНИЕ: НОВЫЙ МЕТОД КОРРЕКЦИИ ДВИГАТЕЛЬНЫХ НАРУШЕНИЙ У БОЛЬНЫХ РАССЕЯННЫМ СКЛЕРОЗОМ

Пеккер Я.С., Алифирова В.М., Бразовская Н.Г., Рязанцева А.А., Прибыльская А.Н.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

РЕЗЮМЕ

Главными инвалидизирующими факторами при рассеянном склерозе (РС) являются двигательные и координаторные расстройства. Реабилитация таких нарушений – одна из важнейших медико-социальных задач. В настоящее время большая роль уделяется разработке методов коррекции двигательных нарушений, основанных на обращении к естественным ресурсам человеческого организма. Одним из таких методов является адаптивное управление с биологической обратной связью (БОС). Цель исследования – коррекция двигательных нарушений у больных РС при помощи БОС-тренинга. В ходе исследования были разработаны сценарии для обучающей реабилитационной программы компьютерного биоуправления по электромиограмме (ЭМГ), направленные на коррекцию двигательных нарушений у больных РС. Методика апробирована в неврологической клинике СибГМУ. В исследовании приняли участие 9 пациентов с достоверным диагнозом РС и наличием в клинической картине сочетанной пирамидной и мозжечковой симптоматики. Проведена оценка эффективности реабилитационных процедур БОС-тренинга при помощи специализированных шкал (шкала оценки функциональных систем по Куртцке; опросник по исследованию качества жизни – SF-36; оценка профиля влияния болезни – SIP и оценка по шкале утомляемости – FSS). В исследуемой группе больных уменьшился балл по шкале утомляемости (FSS), повысились двигательный контроль (SIP2), физический и психический компоненты здоровья (SF-36). Выявлена тенденция к уменьшению суммы неврологического дефицита за счет уменьшения балла по шкале пирамидных нарушений Куртцке. Анализ курсовой динамики БОС-тренингов по ЭМГ для тренируемых мышц свидетельствует об увеличении регистрируемого сигнала ОЭМГ от сеанса к сеансу. Доказана тенденция к увеличению силы и координации тренируемых мышц среди исследованных больных.

Положительные результаты применения БОС-терапии у пациентов с РС позволяют рекомендовать применение данного метода в комплексе реабилитационных мероприятий с целью коррекции двигательных и психоэмоциональных расстройств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: рассеянный склероз, компьютерное биоуправление, реабилитация двигательных нарушений, электромиограмма.

Введение

Рассеянный склероз (РС) – хроническое прогрессирующее воспалительно-дегенеративное заболевание, характеризующееся образованием множественных очагов демиелинизации в центральной нервной системе, поражающее лиц молодого трудоспособного возраста и быстро приводящее их к инвалидизации [1, 2].

Главными инвалидизирующими факторами при данной патологии являются двигательные и координаторные расстройства. Реабилитация таких нарушений

– одна из важнейших медико-социальных задач. Современные представления о способах коррекции нарушений двигательной сферы у больных РС включают медикаментозное, физиотерапевтическое лечение и лечебную физкультуру. Поиск новых методов двигательной коррекции, улучшающих качество жизни больных РС, является актуальной задачей восстановительного лечения [1, 3, 4].

В настоящее время большое внимание уделяется разработке методов коррекции состояния, основанных на обращении к естественным ресурсам человеческого организма. Одним из таких методов является адаптивное управление с биологической обратной связью (БОС) [4]. Управление тонусом мышц с использова-

✉ *Рязанцева Анастасия Александровна*, тел. 8-903-913-7796, факс 8 (3822) 53-20-50; e-mail: Nervanastasia@mail.ru

нием технологии биоуправления широко и эффективно применяется в реабилитационной медицине. Методика биоуправления по электромиограмме (ЭМГ) заключается в регистрации электрической активности тренируемой мышцы, оцифровке сигнала и выводе его на экран монитора. Пациент, видя динамику электрической активности мышцы на мониторе, получает возможность произвольного контроля мышечного напряжения. Таким образом, самим пациентом осуществляется контроль за динамикой реабилитационной процедуры БОС-тренинга.

БОС-тренинг по ЭМГ может стать эффективной методикой лечебной физкультуры, которая поможет больным РС в коррекции утраченных двигательных функций.

Цель исследования – коррекция двигательных нарушений у больных рассеянным склерозом при помощи БОС-тренинга.

Материал и методы

В исследовании приняли участие 9 пациентов (8 женщин и 1 мужчина) с достоверным диагнозом «рассеянный склероз» и наличием в клинической картине сочетанной пирамидной и мозжечковой симптоматики. Все пациенты находились под наблюдением в центре рассеянного склероза СибГМУ (г. Томск). У всех больных диагностирован ремиттирующий тип течения болезни (ремиттирующий РС). Средний возраст больных на момент обследования составил (29 ± 8) лет, длительность заболевания была равна (7 ± 5) лет. У всех пациентов в качестве главного симптома выявлены пирамидные расстройства (наличие центрального нижнего умеренно-выраженного парапареза). На втором месте – мозжечковые нарушения (интенция в конечностях). Выраженность неврологического дефицита оценивалась путем определения суммы баллов по функциональной шкале Куртцке (FS) и степени инвалидизации (EDSS). Средний балл EDSS на начало исследования составил 2,5 (2,0–3,5) балла. Оценивалась также сумма неврологического дефицита (СНД) – сумма баллов всех функциональных систем. Необходимость этого была продиктована тем, что в ряде случаев изменения неврологического статуса не находили адекватного отражения в шкале Куртцке (FS), поскольку изменялись показатели той или иной функциональной системы, но балл по шкале EDSS оставался без изменений. Этот показатель составил $10,05 \pm 0,28$. Оценка эффективности реабилитационных процедур БОС-тренинга проводилась при помощи специализированных шкал (шкала оценки функциональных систем по Куртцке; опросник по исследованию качества жизни – SF-36; оценка профиля

влияния болезни – SIP и оценка по шкале утомляемости – FSS). Положительными эффектами считались: улучшение клинических показателей двигательной активности тренируемых мышц и координации движений, появление паттерна (стереотипа) движения, положительная динамика показателей ОЭМГ от сеанса к сеансу, улучшение субъективного ощущения пациентом своего состояния.

Критериями включения в исследование являлись: степень инвалидизации по шкале EDSS до 4 баллов, сочетание легких и умеренно выраженных координаторных и двигательных нарушений. Критерии исключения: выраженные двигательные расстройства, наличие выраженных когнитивных нарушений, сопутствующие соматические заболевания тяжелой степени, нарушения слуха, зрения и высших психических функций, препятствующие пониманию инструкций.

В ходе БОС-тренингов использовался индивидуальный подход и оптимальный комплекс упражнений, исходя из клинических проявлений заболевания. Упражнения были направлены на наработку силы в паретичной мышце (четырёхглавой мышце бедра) и развитие координации в кисти руки.

Для проведения БОС-тренингов использовался программно-аппаратный комплекс «Реакор» (разработка НПКФ «Медиком МТД», г. Таганрог), который предназначен для реализации методик функционального биоуправления, направленных на проведение реабилитационных процедур с использованием биологической обратной связи по различным физиологическим сигналам. Данный комплекс представляет собой систему, состоящую из блока пациента, персонального компьютера (ПК), комплекта электродов, пакета программ БОС-тренинга. Блок пациента – это устройство съема физиологических сигналов, их усиления, первичной обработки и преобразования в цифровой код с последующей обработкой и передачей цифрового кода в ПК.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета прикладных программ SPSS 17.0 for Windows. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимался равным 0,05 (p – достигнутый уровень значимости). Обобщение результатов исследования проводили с использованием описательных статистик: медианы Me и интерквартильного размаха (Q_1 ; Q_3) для количественных и порядковых признаков. Динамику в двух временных точках оценивали с помощью критерия Вилкоксона, в нескольких временных точках – критерия Фридмана.

Результаты

После проведенных сеансов БОС-терапии в общей группе больных наблюдалось статистически значимое улучшение показателя двигательного контроля (SIP2), что свидетельствует об увеличении силы и координации в тренируемых мышцах ($p < 0,05$). У всех больных отмечено уменьшение степени утомляемости (FSS) при физических нагрузках ($p < 0,05$). После проведенных БОС-тренингов увеличился физический и психический компонент здоровья в общей группе больных ($p < 0,05$). В исследуемой группе больных клинически выявлена тенденция к уменьшению СНД за счет уменьшения балла по шкале пирамидных нарушений Куртцке. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение исследуемых параметров до и после курса БОС-тренингов по ЭМГ				
Шкала	До курса	После курса	Критерий Вилкоксона	p
EDSS	3 (3; 4)	3(3; 4)	0	1
СНД	15 (13; 17)	14,5 (12; 16)	-1,5	0,131
FS1 (поражения зрительного нерва)	2 (1,5; 2)	2 (1,5; 2)	0	1
FS2 (нарушения черепных нервов)	2 (0,5; 2,5)	2 (0,5; 2,5)	0	1
FS3 (симптомы поражения пирамидного пути)	3 (2,5; 3,5)	3 (2,5; 3,5)	0	1
FS4 (нарушения координации)	3 (2; 3)	2 (2; 3)	-1,7	0,83
FS5 (нарушения чувствительности)	2 (2; 2)	2 (2; 2)	0	1
FS6 (нарушения функций тазовых органов)	2 (2; 3)	2 (2; 2)	-1,4	0,157
FS7 (изменения интеллекта)	2 (1; 2)	2 (1,5; 2)	-1	0,317
SIP1 (уход за собой)	3 (2; 3)	2 (2; 3)	-1	0,317
SIP2 (двигательный контроль)	8 (6,5; 10,5)	7 (5,5; 9,5)	-2,1	0,033
SIP3 (психическая автономия и коммуникация)	8 (1,5; 10,5)	7 (1,5; 9,5)	-1,8	0,072
SIP4 (социальное поведение)	6 (3,5; 10,5)	5 (2,5; 10,5)	-1,8	0,066
SIP5 (эмоциональная стабильность)	1 (0; 1)	1 (0,5; 1)	-1,1	0,257
SIP6 (степень мобильности)	7 (2,5; 8,5)	5 (1; 8)	-1,7	0,084
FSS (утомляемость)	4,8 (3,83; 5,95)	4,3 (2,55; 4,68)	-2,6	0,008
SF-36 PF (физический компонент здоровья)	40,1 (32,9; 47,5)	41,2 (35,1; 49,3)	-2,07	0,038
SF-36 MH (психический компонент здоровья)	36,7 (25,62; 38,8)	39,6 (34,65; 55,82)	-2,66	0,008

На каждом сеансе выявлены статистически значимые различия фонового ОЭМГср с ОЭМГср на этапе

тренировки (табл. 2). Проведенное исследование доказывает эффективность сеансов БОС-терапии путем достижения величины целевого порога сигнала ОЭМГ. Снижение динамики роста сигнала ОЭМГ после шестого сеанса связано с тем, что последние сеансы прошли не все пациенты, поэтому мы не включили их в оценку эффективности (статистическую обработку).

Таблица 2

Сравнение величины ОЭМГср на первом тренировочном этапе каждого сеанса с фоновыми значениями ОЭМГср перед первым тренировочным этапом 1-го сеанса				
№ сеанса	ОЭМГср фон	ОЭМГср	Критерий Вилкоксона	p
1	2,4 (1,6; 2,8)	8,9 (5,8; 15,3)	-2,5	0,012
2	2,4 (1,6; 2,8)	22 (11,5; 25,2)	-2,5	0,012
3	2,4 (1,6; 2,8)	14,8 (12,7; 32,5)	-2,5	0,012
4	2,4 (1,6; 2,8)	29,9 (11,7; 36,6)	-2,5	0,012
5	2,4 (1,6; 2,8)	23,4 (10,2; 46,4)	-2,5	0,012
6	2,4 (1,6; 2,8)	20,4 (7,3; 43,5)	-2	0,043
7	2,4 (1,6; 2,8)	33,2 (10,6; 73,0)	-1,8	0,068

Необходимо отметить, что уровень сигнала ОЭМГср на этапе тренировки значительно отличался от фонового значения, зарегистрированного перед тренировочным этапом. Выявлена положительная динамика ОЭМГср на этапе тренировки от 1-го сеанса к 6-му, отмечена тенденция к увеличению силы тренируемой мышцы, наблюдаемая от сеанса к сеансу.

Была проведена оценка курсовой динамики сеансов БОС-терапии по ЭМГ для первого тренировочного этапа (табл. 3). В общей группе больных выявлена статистически значимая динамика увеличения величины сигнала ОЭМГ ($p = 0,05$). Отмечена положительная тенденция увеличения силы тренируемой мышцы.

Таблица 3

Сравнение величины ОЭМГср на первом тренировочном этапе каждого сеанса с фоновыми значениями ОЭМГ, зарегистрированными на каждом сеансе БОС-тренинга				
№ сеанса	ОЭМГср фон	ОЭМГср	Критерий Вилкоксона	p
1	2,4 (1,6; 2,8)	8,9 (5,8; 15,3)	-2,5	0,012
2	2,5 (1,8; 4,0)	22 (11,5; 25,2)	-2,4	0,017
3	2,4 (0,9; 4,3)	14,8 (12,7; 32,5)	-2,5	0,012
4	1,5 (1,0; 5,0)	29,9 (11,7; 36,6)	-2,2	0,025
5	2,7 (2; 3,3)	23,4 (10,2; 46,4)	-2,5	0,012
6	2,2 (0,7; 2,5)	20,4 (7,3; 43,5)	-1,8	0,068
7	3,8 (2; 10,9)	33,2 (10,6; 73,0)	-1,34	0,18

Также проводилось сопоставление величины сигнала ОЭМГср на втором тренировочном этапе каждого сеанса БОС-терапии с фоновыми значениями ОЭМГср исследуемой мышцы (табл. 4).

Таблица 4

Сравнение величины ОЭМГср на втором тренировочном этапе каждого сеанса с фоновыми значениями ОЭМГср перед вторым тренировочным этапом 1-го сеанса

№ сеанса	ОЭМГср фон	ОЭМГср	Критерий Вилкоксона	<i>p</i>
1	2,3 (0,5; 3,3)	6,5 (4,1; 16,3)	-2,5	0,011
2	2,3 (0,5; 3,3)	8,6 (5,7; 17,4)	-2,6	0,08
3	2,3 (0,5; 3,3)	8,9 (4,9; 25,7)	-2,6	0,08
4	2,3 (0,5; 3,3)	13,4 (7,5; 30,15)	-2,6	0,08
5	2,3 (0,5; 3,3)	13,7 (8,2; 35,7)	-2,6	0,08
6	2,3 (0,5; 3,3)	14,75 (5,38; 37,0)	-2,2	0,028
7	2,3 (0,5; 3,3)	7 (5,6; 17,2)	-1,8	0,068

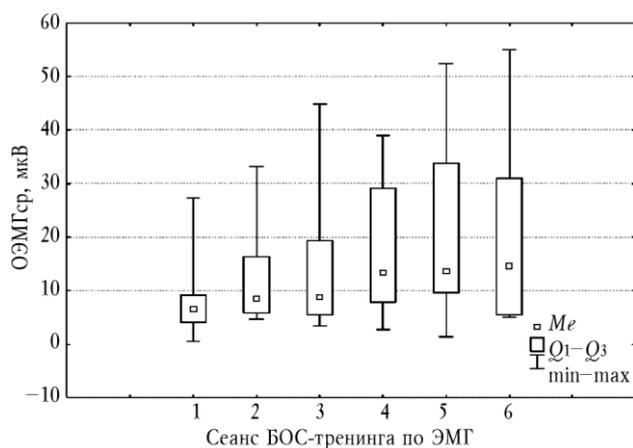
На втором тренировочном выявлена статистически значимая динамика показателей ОЭМГср от 1-го к 7-му сеансу БОС-терапии в общей группе больных. Отмечена положительная тенденция к увеличению силы в тренируемой мышце ($p < 0,05$) (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

Сравнение величины ОЭМГср на втором тренировочном этапе каждого сеанса с фоновыми значениями ОЭМГ, зарегистрированными на каждом сеансе БОС-тренинга

№ сеанса	ОЭМГср фон	ОЭМГср	Критерий Вилкоксона	<i>p</i>
1	2,3 (0,5; 3,3)	6,5 (4,1; 16,3)	-2,5	0,011
2	2,9 (1,1; 4,7)	8,6 (5,7; 17,4)	-2,5	0,011
3	1 (0,8; 4,0)	8,9 (4,9; 25,7)	-2,5	0,011
4	1,3 (0,7; 2,6)	13,4 (7,5; 30,15)	-2,6	0,008
5	0,9 (0,6; 2,4)	13,7 (8,2; 35,7)	-2,07	0,038
6	2 (1,2; 3,2)	14,75 (5,38; 37,0)	-2,2	0,028
7	0,8 (0,7; 2,4)	7 (5,6; 17,2)	-1,8	0,068

Проведена оценка курсовой динамики сеансов БОС-терапии по ЭМГ для второго тренировочного этапа. Не выявлено статистически значимой динамики увеличения величины сигнала ОЭМГср ($p = 0,12$). Отмечена тенденция к увеличению силы в тренируемой мышце (рисунок). Очевидно, что для подтверждения гипотезы об увеличении значений ОЭМГср в ходе курса не хватает наблюдений.



Курсовая динамика ОЭМГср сеансов БОС-тренингов по ЭМГ для четырехглавой мышцы бедра

Заключение

В результате проведенного исследования разработаны сценарии для обучающей реабилитационной программы компьютерного биоуправления по ЭМГ, направленные на коррекцию двигательных нарушений у больных РС. В клинической картине преобладали пирамидные и координаторные нарушения. Проведена оценка эффективности реабилитационных процедур БОС-тренинга. Положительными эффектами считались: улучшение клинических показателей двигательной активности тренируемых мышц и координации движений, появление паттерна (стереотипа) движения, положительная динамика показателей ОЭМГ от сеанса к сеансу, улучшение субъективного ощущения пациентом своего состояния. Доказано, что в исследуемой группе больных уменьшился балл по шкале утомляемости (FSS), повысились двигательный контроль (SIP2), физический и психический компоненты здоровья (SF-36) ($p < 0,05$). Выявлена тенденция к снижению СНД за счет уменьшения балла по шкале пирамидных нарушений Куртцке ($p < 0,05$). Доказана тенденция к увеличе-

нию силы и координации тренируемых мышц среди исследованных больных при помощи анализа курсовой динамики БОС-тренингов по ЭМГ.

Положительные результаты применения БОС-терапии у пациентов с РС позволяют рекомендовать применение данного метода в комплексе реабилитационных мероприятий с целью коррекции двигательных и психоэмоциональных расстройств.

Литература

1. Гусев Е.И., Завалишин И.А., Бойко А.Н. Рассеянный склероз. М.: Реал Тайм, 2011.
2. Шмидт Т.Е., Яхно Н.Н. Рассеянный склероз: руководство для врачей. 2-е изд. М., 2010. С. 153.
3. Аля Омар Самара. Общие вопросы физической реабилитации лиц с рассеянным склерозом // Педагогика, психология и мед.-биол. проблемы физ. воспитания и спорта. 2008. № 9. С. 3–7.
4. Черникова Л.А., Иоффе М.Е., Бушенева и др. ЭМГ-биоуправление и функциональная магнитно-резонансная томография в постинсультной реабилитации (на примере обучения точностному схвату) // Бюл. сиб. медицины. 2010. Т. 9, № 2. С. 12–17.
5. Столяров И.Д. Современные методы диагностики и лечения рассеянного склероза // Вестник Росздравнадзора. 2010. № 4. С. 64–67.

Поступила в редакцию 20.02.2014 г.

Утверждена к печати 07.05.2014 г.

Пеккер Яков Семёнович – канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой медицинской и биологической кибернетики СибГМУ (г. Томск).

Алифирова Валентина Михайловна – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой неврологии и нейрохирургии СибГМУ (г. Томск).

Бразовская Наталия Георгиевна – канд. мед. наук, доцент кафедры медицинской и биологической кибернетики СибГМУ (г. Томск).

Рязанцева Анастасия Александровна (✉), СибГМУ (г. Томск).

Прибыльская Алена Николаевна, СибГМУ (г. Томск).

✉ **Рязанцева Анастасия Александровна**, тел. 8-903-913-7796, факс 8 (3822) 53-20-50; e-mail: Nervanastasia@mail.ru

BIOFEEDBACK: A NEW METHOD FOR CORRECTION OF MOTOR DISORDERS IN PATIENTS WITH MULTIPLE SCLEROSIS

Pekker Ya.S., Alifirova V.M., Brazovskaya N.G., Ryazantseva A.A., Pribylskaya A.N.

Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

ABSTRACT

Major disabling factors in multiple sclerosis is motor disorders. Rehabilitation of such violations is one of the most important medical and social problems. Currently, most of the role given to the development of methods for correction of motor disorders based on accessing natural resources of the human body. One of these methods is the adaptive control with biofeedback (BFB). The aim of our study was the correction of motor disorders in multiple sclerosis patients using biofeedback training. In the study, we have developed scenarios for training rehabilitation program computer EMG biofeedback aimed at correction of motor disorders in patients with multiple sclerosis (MS). The method was tested in the neurological clinic of SSMU. The study included 9 patients with definite diagnosis of MS with the presence of the clinical

picture of combined pyramidal and cerebellar symptoms. Assessed the effectiveness of rehabilitation procedures biofeedback training using specialized scales (rating scale functional systems Kurtzke; questionnaire research quality of life – SF-36, evaluation of disease impact Profile – SIP and score on a scale fatigue – FSS). In the studied group of patients decreased score on a scale of fatigue (FSS), increased motor control (SIP2), the physical and mental components of health (SF-36). The tendency to reduce the amount of neurological deficit by reducing the points on the pyramidal Kurtzke violations. Analysis of the exchange rate dynamics of biofeedback training on EMG for trained muscles indicates an increase in the recorded signal OEMG from session to session. Proved a tendency to increase strength and coordination trained muscles of patients studied.

Positive results of biofeedback therapy in patients with MS can be recommended to use this method in the complex rehabilitation measures to correct motor and psycho-emotional disorders.

KEY WORDS: multiple sclerosis, computer biofeedback, rehabilitation of motor disorders, EMG.

Bulletin of Siberian Medicine, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 94–98

References

1. Gusev Ye.I., Zavalishin I.A., Boyko A.N. *Multiple sclerosis*. Moscow, Real Time Publ., 2011 (in Russian).
2. Schmidt T., Yahno N. *Multiple sclerosis. Guidance for doctors*. 2nd edition. Moscow, 2010, p. 153 (in Russian).
3. Alya Omar Samara. Common questions of physical rehabilitation of persons with multiple sclerosis. *Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sport*, 2008, no. 9, pp. 3–7 (in Russian).
4. Chernikova L.A., Ioffe M.E., Busheneva et al. EMG biofeedback and functional magnetic resonance imaging in post-stroke rehabilitation (for example, learning precision grasping). *Bulletin of Siberian Medicine*, 2010, vol. 9, no. 2, pp. 12–17 (in Russian).
5. Stolyarov I.D. Modern methods of diagnosis and treatment of multiple sclerosis. *Herald Roszdravnadzor*, 2010, no. 4, pp. 64–67 (in Russian).

Pekker Yakov S., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Alifirova Valentina M., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Brazovskaya Natalya G., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Ryazantseva Anastasia A. (✉), Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Pribylskaya Alena N., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

✉ **Ryazantseva Anastasia A.**, Ph. +7-903-913-7796, fax +7 (3822) 53-20-50; e-mail: Nervanastasia@mail.ru