

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АППАРАТОВ ДЛЯ БОС-ТЕРАПИИ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПАЦИЕНТОВ

Чепуряева О.С., Поздняков А.М., Шемонаев В.И., Клаучек С.В.

ГБОУ ВПО «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, e-mail: chepurjaeva@mail.ru

Биологическая обратная связь (БОС) для коррекции патологических состояний используется уже более 50 лет. Несмотря на это, интерес к адаптивному биоуправлению не становится меньше. БОС-терапия остается быстро и эффективно развивающимся направлением медицины. Принцип БОС основан на непосредственном взаимодействии человека с чувствительным прибором, который информирует человека о состоянии его биологических функций в режиме реального времени. В статье проводятся сравнительный анализ и экспертная оценка программно-аппаратных комплексов с биологической обратной связью с целью определить оптимальную модель для реабилитации стоматологических пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, гипертонией жевательных мышц. Наиболее эффективная модель аппарата БОС-терапии для координации работы жевательного аппарата на этапах реабилитации стоматологических пациентов должна быть надежной, функциональной, давать возможность использования без постоянного контроля врачом-стоматологом, демонстрировать четкую графическую картину состояния пациента, должна позволять проводить психоэмоциональную коррекцию психоэмоционального состояния, давать возможность оценить реципрокную регуляцию и функциональные взаимоотношения симметричных антагонистов, агонистов и синергистов в процессе жевания и движений нижней челюсти. На основании проведенного исследования мы считаем возможным и необходимым включение этапа БОС-терапии в клинический протокол лечебных мероприятий для стоматологических пациентов с дисфункциями ВНЧС и парафункциями жевательных мышц.

Ключевые слова: дисфункция височно-нижнечелюстного сустава, парафункциональная активность жевательных мышц, биологическая обратная связь (БОС), БОС-терапия, адаптивное биоуправление

COMPARATIVE ASSESSMENT OF DEVICES FOR BOS-THERAPY OF DENTAL PATIENTS

Chepuryaeva O.S., Pozdnyakov A.M., Shemonaev V.I., Klauček S.V.

FGBOU VO «Volgograd State Medical University», Volgograd, e-mail: chepurjaeva@mail.ru

Biofeedback (BFB) for the correction of pathological conditions has been used for more than 50 years, despite this, interest in adaptive biocontrol does not become less. BOS-therapy remains a rapidly and effectively developing direction of medicine. The principle of BOS is based on the direct interaction of a person with a sensitive device that informs a person about the state of his biological functions in real time. The article provides a comparative analysis and expert evaluation of software and hardware systems with biofeedback to determine the optimal model for the rehabilitation of dental patients with temporomandibular joint dysfunction, hypertension of the masticatory muscles. rehabilitation of dental patients should be reliable, functional, and allowed to be used without constant monitoring by a doctor or dentist, demonstrate a clear graphical picture of the patient's condition should allow for a psycho-emotional, correction psychovegetative state. It should also allow to evaluate the reciprocal regulation and functional relationship symmetric antagonists, agonists and synergists during chewing and mandibular motions. Based on the conducted research, we consider it possible and necessary to include the stage of BOS-therapy in the clinical protocol of therapeutic measures for dental patients with TMJ dysfunctions and parafunctional masseters.

Keywords: temporomandibular joint dysfunction, parafunctional activity of masticatory muscles, biofeedback (BFB), BOS-therapy, adaptive biocontrol

Биологическая обратная связь (БОС) для коррекции патологических состояний используется уже более 50 лет. Несмотря на это, интерес к адаптивному биоуправлению не становится меньше. БОС-терапия остается быстро и эффективно развивающимся направлением медицины.

Принцип БОС основан на непосредственном взаимодействии человека с чувствительным прибором, который информирует человека о состоянии его биологических функций в режиме реального времени. В основе метода лежат изменение индивидуального психофизиологического состояния человека (а именно определение индивидуального эталона психофизиологического состояния), проведение фиксации состояния на его основе, а также текущая коррекция тактики изменения состояния человека [1–3]. Основная концепция БОС сводится к тому, что информация о собственном функциональном состоянии позволяет пациенту обучиться саморегуляции и модификации исследуемой или регулируемой физиологической функции [4–6]. Поиск неинвазивной методики реабилитации пациентов с парафункциональной активностью жевательных мышц и дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава является актуальной задачей в клинике ортопедической стоматологии.

БОС-терапия нашла свое применение в качестве метода коррекции в стоматологии. Таким образом, БОС-терапию можно использовать на этапах реабилитации пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, парафункциональной активностью жевательных мышц. Существует широкий перечень аппаратов и тренажеров, конструкция которых основана на принципах биологической обратной связи, им присущ целый спектр различных характеристик.

Цель исследования: определить наиболее эффективную модель аппарата БОС-терапии для координации работы жевательного аппарата на этапах реабилитации пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, парафункциональной активностью жевательных мышц.

Материалы и методы исследования. Для определения наиболее эффективной модели аппарата БОС-терапии для координации работы жевательного аппарата на этапах реабилитации пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, парафункциональной активностью жевательных мышц нами были выбраны: программно-аппаратный комплекс «Бослаб-миография», комплекс «Колибри БОС профессиональный», миограф-БОС-тренажер-стимулятор «Синапсис-МИСТ», программно-аппаратный комплекс «Бослаб-профессиональный».

Программно-аппаратный комплекс «Бослаб-миография» (Boslab) используется для реабилитации и диагностического мониторинга следующей патологии: посттравматические состояния; двигательные расстройства (детский церебральный паралич, постинсультные состояния, последствия черепно-мозговых и спинальных травм); ортопедические заболевания (нарушения осанки, сколиозы, косолапость, кривошея); болевой синдром различного генеза (миогенно-фасциальный, связочный, артрогенный или дискогенный) и др.

Предусматривают возможности проведения тренингов биоуправления: ЭМГ (электромиографический) – тренинг по интенсивности сокращения/напряжения выбранной группы мышц или мышцы, тренинг по прогрессивной интенсивности сокращения/напряжения выбранной группы мышц или мышцы [7].

Комплекс «Колибри БОС профессиональный» позволяет считать его лучшим решением для проведения БОС-тренингов разных модальностей для взрослых и особенно для детей. Возможны любые сочетания электроэнцефалографии (ЭЭГ), электромиографии (ЭМГ), дыхания и частоты сердечных сокращений (ЧСС) сигналов одного испытуемого с целью проведения мультимодальных тренингов. Такие тренинги можно применять с целью выработки сложнорефлекторных реакций и навыков концентрации внимания, тонкой двигательной координации или при иных специфических психофизиологических задачах. Преимуществом данной системы является интеллектуальная математическая модель, описывающая реальные параметры мышцы, биопотенциалов мозга или ЧСС перед началом сеанса БОС-тренинга. Данная модель, являясь базовой опорной сигнальной системой, позволяет подстраиваться под индивидуальные характеристики пациента, что повышает точность физиологического восприятия и способствует выработке правильного тренировочного паттерна [7].

Портативный прибор миограф-БОС-тренажер-стимулятор «Синапсис-МИСТ» – многофункциональное электромиографическое устройство, предназначенное для регистрации биосигналов мышц наочно и при игольчатом отведении; для тренировки парализованных и ослабленных мышц с помощью метода биологической обратной связи (БОС), а также для формирования стимулирующих электрических импульсов и проведения сеансов аппаратной физиотерапии (методом электротерапии). Также появляется возможность проводить тренинги в домашних условиях без необходимости нахождения специалиста рядом с тренируемым [7].

Программно-аппаратный комплекс «Бослаб-профессиональный» – программно-аппаратный комплекс многоканального мониторинга и биоуправления для психофизиологического тренинга и реабилитации лиц опасных профессий. Функциональные возможности: оценка актуального психофизиологического состояния (стресс-тестирование) под контролем физиологических параметров – ритмов ЭЭГ, ЭМГ – интегральной, температуры, кардиоритмограммы, частоты дыхания, кожно-гальванической реакции; анализ состояния вегетативной нервной системы до и после проведения реабилитационных процедур и тренингов на основе оценки вариабельности сердечного ритма и кросс-анализа вариабельности ритма сердца и вариабельности длительности дыхательного цикла [7].

Результаты исследования и их обсуждение. Для определения наиболее эффективной модели аппарата БОС-терапии для координации работы жевательного аппарата на этапах реабилитации пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, парафункциональной активностью жевательных мышц нами были выбраны следующие критерии оценки:

- 1) возможность анализа информации о состоянии пациента;
- 2) функциональность;
- 3) эффективность работы;
- 4) удобство использования;
- 5) достаточная информативность каналов регистрации сигналов.

Для оценки устройств для БОС-терапии и БОС-тренинга нами был разработан опросник, состоящий из 50 вопросов, разбитых на блоки по определенным параметрам. Для подтверждения дифференцирующей способности опросника 10 специалистов-экспертов проводили экспертную оценку каждого из отобранных утверждений с присвоением ему весового коэффициента в диапазоне от 0 до 5 [8]. Сбор мнений специалистов проходил путем анкетного опроса. Оценка степени значимости параметров эксперты производили путем присвоения им рангового номера. Фактору, которому эксперт дает наивысшую оценку, присваивается ранг 1. Далее полученные оценки суммировались и заносились в таблицу 1. Затем производили расчет степени корреляции для определения согласованности экспертов.

Таблица 1

Экспертный анализ утверждений опросника

КАТЕГОРИИ		НОМЕР ЭКСПЕРТА											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
ЭКСПЕРТНАЯ УТВЕРЖДЕННАЯ В БАЛЛАХ	ОЦЕНКА,	1	1	2	2	2	3	3	4	3	2	3	2
			2	3	3	3	4	4	5	3	3	4	3
			3	4	4	2	5	3	4	4	4	3	4
			4	5	3	3	2	4	4	4	3	4	3
			5	2	4	2	3	3	4	2	4	3	4
	Номер категории / утверждения	2	1	1	3	1	2	2	1	3	2	1	1
			2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	3
			3	3	1	1	3	2	1	1	2	1	1
			4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	2
			5	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1
	3	1	2	2	1	2	1	2	1	2	4	1	

		2	3	3	2	3	2	3	4	3	1	2
		3	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3
		4	3	3	5	3	2	3	3	3	1	3
		5	2	5	1	2	3	2	2	2	2	2
	4	1	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5
		2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	5	1	4	4	5	4	4	4	3	5	4	4
		2	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5
		3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4
		4	4	3	4	4	3	4	5	4	3	3
		5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4

Если эксперт признает несколько факторов равнозначными, то им присваивается одинаковый ранговый номер. На основе данных анкетного опроса составляется сводная матрица рангов, приведенная в таблице 2.

Таблица 2

Сводная матрица рангов

Критерии	Эксперты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Возможность анализа информации о состоянии пациента	16	16	17	17	17	17	16	16	17	16
2. Функциональность	12	9	5	10	7	5	9	7	6	8
3. Эффективность работы	12	14	12	12	11	12	12	12	10	11
4. Удобство использования	25	24	25	25	25	25	25	25	24	25
5. Каналы регистрации сигналов	20	20	20	20	20	20	21	22	19	20

Так как в матрице имеются связанные ранги (одинаковый ранговый номер) в оценках одного эксперта, мы произвели их переформирование. Переформирование рангов производится без изменения мнения эксперта, то есть между ранговыми номерами должны сохраниться соответствующие соотношения (больше, меньше или равно). Также не рекомендуется ставить ранг выше 1 и ниже значения, равного количеству параметров (в данном случае $n=5$). Для оценки средней степени согласованности мнений всех экспертов мы воспользовались коэффициентом корреляции Пирсона – $W[8, 9].S=990,5; n=5; m=10;$

$$W = \frac{s}{\frac{1}{12} * m^2 (n^3 - n) - m * \sum Ti}$$

$$\sum Ti = 0.5$$

$$W = \frac{990,5}{\frac{1}{12} * 10^2 (5^3 - 5) - 10 * 0,5} = 1$$

W=1 говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.

На основе суммы рангов мнений экспертов можно вычислить значение весомости показателей. Полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Матрица преобразованных рангов

№ п.п. / Эксперты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∑	Вес λ
1. Возможность анализа информации о состоянии пациента	9	9	8	8	8	8	9	9	8	9	85	0,1936
2. Функциональность	13	16	20	15	18	20	16	18	19	17	172	0,3918
3. Эффективность работы	13	11	13	13	14	13	13	13	15	14	132	0,3007
4. Удобство использования	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0,00456
5. Каналы регистрации сигналов	5	5	5	5	5	5	4	3	6	5	48	0,1093
Итого											439	1

Далее эксперты оценивали устройства БОС-терапии по 5 параметрам, присуждая каждому из устройств определенный балл. Сумма баллов 10 экспертов умножалась на вес определенного параметра и заносилась в таблицу 4. По результатам, приведенным в таблице 4, можно увидеть аппарат, получивший наиболее высокую оценку и признанный экспертами наиболее функциональным.

Таблица 4

Экспертный анализ аппаратов для БОС-терапии

№ п/п	Параметр	Вес	Программно-аппаратный комплекс «Бослаб-миография»	Комплекс «Колибри» БОС профессиональный	Миограф-БОС-тренажер-стимулятор «Синапсис-МИСТ»	Программно-аппаратный комплекс «Бослаб-профессиональный»
			Сумма баллов * на вес/ итоговое значение показателя в баллах			
1	Возможность анализа информации о состоянии пациента	0,1936	(3+4+3+4+3+3+4+3+4+3)* 0,1936 = 6,58	(5+4+5+5+5+5+5+4+5+5+5)* 0,1936 = 9,29	(5+4+5+4+5+5+4+5+5+5+5)* 0,1936=9,1	(3+4+4+4+3+3+4+4+4+3)*0,1936 = 0,39
2	Функциональность	0,3918	(3+2+1+3+2+3+2+1+3+2)* 0,3918 = 8,62	(4+5+4+3+5+4+5+4+3+5)* 0,3918 = 16,46	(4+4+5+4+4+4+3+5+4+4)* 0,3918 = 16,06	(3+4+5+4+3+3+4+5+4+3)* 0.3918 = 14,89
3	Эффективность работы	0,3007	(5+3+3+3+4+5+3+3+3+4)* 0,3007 = 10,83	(5+4+5+5+5+5+4+5+5+5)* 0,3007 = 14,43	(5+4+5+5+4+5+5+5+5+4)* 0,3007 = 14,13	(3+4+5+4+3+3+4+5+4+3)* 0.3007 = 11,43
4	Удобство использования	0,0046	(3+3+2+3+2+3+3+2+3+2)* 0,046 = 0,12	(5+4+3+4+5+5+4+3+4+5)* 0,0046 = 0,21	(5+4+4+4+5+4+4+4+4+5)* 0,0046 = 0,2	(5+4+3+4+3+5+4+3+4+3)* 0,0046 = 0,17
5	Каналы регистрации сигналов	0,1093	(3+1+2+1+2+3+1+2+1+2)* 0,1093 = 2,41	(4+5+4+3+5+4+5+4+3+5)* 0,1093 = 4,59	(4+4+5+4+5+4+4+5+4+3)* 0,1093 = 4,59	(3+4+5+4+3+3+4+5+4+3)* 0,1093 = 4,15
	Сумма	1	28,55	45,01	44,08	37,61

По результатам экспертного анализа аппаратов были получены следующие данные: наибольшее количество баллов набрал комплекс «Колибри» БОС профессиональный – 45,01 балла, несколько меньше баллов присвоено миографу-БОС-тренажеру-стимулятору «Синапсис-МИСТ», а именно 44,08 балла. Несмотря на то что данный прибор по решению экспертов оказался на 2-м месте, мы хотели бы отметить его функциональность.

Выводы

Наиболее эффективная модель аппарата БОС-терапии для координации работы жевательного аппарата на этапах реабилитации стоматологических пациентов должна быть надежной, функциональной, давать возможность использования без постоянного контроля врачом-стоматологом, демонстрировать четкую графическую картину состояния пациента, должна позволять проводить психоэмоциональную коррекцию психовегетативного

состояния. Кроме того, она дает возможность оценить реципрокную регуляцию и функциональные взаимоотношения симметричных антагонистов, агонистов и синергистов в процессе жевания и движений нижней челюсти. На основании проведенного исследования мы считаем возможным и необходимым включение этапа БОС-терапии в клинический протокол лечебных мероприятий для стоматологических пациентов с дисфункциями ВНЧС и парафункциями жевательных мышц.

Список литературы

1. Чарыкова И.А., Рамза А.Г., Сороколит Я.Л., Булышко Е.С., Мухамова А.А. Аналитический обзор зарубежных научных публикаций на тему применения БОС в спорте // Прикладная спортивная наука. 2017. Т.2. № 6. С. 105-116.
2. Бурмистров А.С. «Cardio 2.1» - современный комплекс биологической обратной связи // Биологическая обратная связь. 2010. №1. С. 40.-43.
3. Lansbergen, M. M., van Dongen-Boomsma, M., Buitelaar, J. K., Slaats-Willemse, D. ADHD and EEG-neurofeedback: A double-blind randomized placebocontrolled feasibility study. Journal of Neural Transmission. 2010. V. 118. P. 275–284.
4. Клаучек С.В., Клиточенко Г.В., Кудрин Р.А., Бубнова А. Е. Возможности повышения стрессоустойчивости с использованием управляемого ритма дыхания // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. 2012. № 1 (41). С. 65-67.
5. Шемонаев В.И., Машков А.В., Малолеткова А.А., Бадрак Е.Ю., Клаучек С.В. Оценка функционального состояния жевательного звена зубочелюстной системы по данным гнатодинамометрии и электромиографии у лиц 18-35 лет с полными зубными рядами при ортогнатическом прикусе // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2014. № 4 (10). С. 17-23.
6. B.W. Strack, M.K. Linden, Vietta Sue Wilson. Biofeedback & Neurofeedback Applications in Sport Psychology. 2011. 414 p.
7. Комплексы и аппараты с биологической обратной связью [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medstatistic.ru/theory/pirson.html> (дата обращения: 02.10.2018).
8. Михальченко Д.В. Психофизиологические аспекты прогнозирования адаптации человека к ортопедическим стоматологическим конструкциям: дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 1999. 94 с.
9. Марапов Д. Коэффициент корреляции Пирсона [Электронный ресурс]. URL: <http://biofeedback.com.ua/index.php/programmno-apparatnyj-kompleks-boslab-miografija/> (дата обращения: 02.10.2018).