

ФГБУ НИИДИ ФМБА России  
Северо-Западное отделение РАМН  
Комитет по здравоохранению Правительства Санкт-Петербурга  
Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова

---

ЧЕТВЕРТАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
с международным участием

**КЛИНИЧЕСКАЯ  
НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ  
И НЕЙРОРЕАБИЛИТАЦИЯ**

Материалы конференции

24-25 НОЯБРЯ 2016 г.  
Санкт-Петербург

ными нейронными сетями и связан с взаимодействием субъекта и внешнего мира, а генез тета-ритма – обуславливается гиппокампально-кортикальной системой, участвующей в функционировании памяти, то есть более ориентирован на приём и обработку информации от внутренней среды организма. Эти нейрофизиологические представления совпадают с существующим предположением [5], что при релаксации происходит изменение состояния сознания, при котором внимание от внешнего мира переключается на обработку информации от внутренней среды организма.

Повышение мощности альфа-ритма свидетельствует об оптимизации корково-подкорковых взаимоотношений, способствующих уменьшению активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. Снижение повышенной активности лимбической и гипоталамической областей сопровождается уменьшением тревожности, психологической и физиологической реакции на стрессовое воздействие [2]. Показано также [4], что существенное возрастание выраженности альфа-ритма и снижение выраженности тета-ритма коррелирует со снижением уровня тревожности и эмоционального напряжения. При функциональных перестройках в заданных условиях процедуры, происходит формирование нового алгоритма работы ритмозадающих систем за счёт снижения активности глубоких подкорковых структур (тета-активность), на фоне возбуждения структур, ответственных за сосредоточение и поисковую активность в новых условиях (бета-активность).

Таким образом, способность испытуемого изменять активность параметров ритма сердца также определяет степень его воздействия и на функции центральных структур вегетативной регуляции. Состояние расслабленности, подкрепленное сигналами биологической обратной связи, вызывает более сильные сдвиги в функциональной активности мозга и способствует нормализации механизмов активации, улучшая при этом кортикальную стабильность, проявляемую в увеличении альфа- и снижении тета-активности. Процессы синхронизации мозговой активности в динамике биоуправления наиболее отчётливо проявляются в правом полушарии, при этом часто с вовлечением префронтальных областей. Стоит отметить, что контроль неуправляемых полиграфических показателей при кардиобиоуправлении в целом имеет существенное значение для определения функционального состояния испытуемого и эффективности проводимого тренинга.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ДИНАМИКИ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГОЛОВНОГО МОЗГА В ПРОЦЕССЕ НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ

А.Н. Долецкий, И.К. Исмаил-заде

Волгоградский государственный медицинский университет, кафедра нормальной физиологии

Биологическая обратная связь (БОС) — это метод медицинской реабилитации, при котором человеку с помощью электронных приборов мгновенно и непрерывно предоставляется информация о физиологических показателях деятельности его внутренних органов посредством световых или звуковых сигналов обратной связи. Принцип обратной связи опирается на фундаментальный закон кибернетики, согласно которому эффективное функционирование любой управляемой системы зависит от возврата информации о результатах работы этой системы управляющему органу [1].

В доступной литературе наряду с большим количеством исследований изменения регулируемых показателей с помощью ЭЭГ-БОС отмечается недостаточное освещение изменений нейрофизиологических характеристик, не подвергавшихся управлению, но отражающих изменение уровня активности и межсистемных взаимосвязей в ЦНС [2, 3].

Целью работы является установление характерных особенностей изменения биоэлектрической активности головного мозга в процессе БОС-тренинга.

**Материалы и методы:** В исследовании принимали участие 4 молодых человека (возраст от 18 до 33 лет). Исследование биоэлектрической активности проводилось с помощью электроэнцефалограммы (ЭЭГ) регистрировавшейся с помощью полиграфа «Энцефалан-131» («Медиком МТД», г. Таганрог) в состоянии покоя при наложении электродов по международной системе «10–20».

Проведение БОС-тренинга осуществлялось по параметру амплитуды бета-2 диапазона ЭЭГ и проводилось с применением принципов инструкции и мотивации. Испытуемым предлагалось решение задач средней сложности, поскольку именно изменение когнитивной активности наиболее значимо влияет на уровень биоэлектрической активности мозга в бета-диапазоне [4]. При этом возникал звуковой и световой сигнал, извещающий об усилении активности коры головного мозга. При этом возникала ассоциативная связь: «я решаю задачу, при этом растёт амплитуда столбика, отображающаяся на экране и при достижении определенного порога возникает звуковой сигнал».

Второе условие заключалось в поддержании мотивации испытуемых, которая определяла эффективность тренинга. При повышении биоэлектрической активности в целевом диапазоне снижался уровень постороннего шума в наушниках. Таким образом, испытуемый старался достичь наиболее четкого проигрывания звукового сопровождения. Формировалось не только желание выполнять задания, но и уверенность в успехе каждого сеанса.

По окончании тренинга проводилось сравнение характеристик биоэлектрической активности мозга до и после сеансов биоуправления с использованием непараметрической статистики.

#### Результаты и обсуждение:

Проанализировав поэтапную динамику, выявили следующие особенности:

- Перед началом БОС-тренинга для всех испытуемых было характерно преобладание активности альфа-диапазона, на фоне относительно невысокой выраженности бета- и тета-активности (среднее значение абсолютной мощности альфа-активности составило 121,94 мВ2; дельта1-активности - 76,22 мВ2; дельта2-активности – 24,02 мВ2; тета-активности - 74,81 мВ2; бета2-активности - 2,07 мВ2; бета1-активности – 12,05 мВ2).

- К середине курса определилось снижение мощности альфа- и тета-ритма на фоне заметного усиления активности бета2-ритма (средняя амплитуда альфа-активности составила 63,25 мВ; дельта1-активности - 30,55 мВ; дельта2-активности –

18,64 мВ; тета-активности - 27,99 мВ; бета2-активности - 4,94 мВ; бета1-активности – 12,02 мВ).

• К концу курса обучения саморегуляции с помощью ЭЭГ-БОС наблюдали преобладание бета-ритма (средняя мощность альфа-активности составила 47,54 мВ2; дельта1-активности - 28,60 мВ2; дельта2-активности – 16,33 мВ2; тета-активности - 33,28 мВ2; бета2-активности - 7,42 мВ2; бета1-активности – 12,72 мВ2).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе активирующего БОС-тренинга по амплитуде высокочастотной бета-активности ЭЭГ отмечается наряду с повышением выраженности бета-ритма снижение активности альфа- и тета-диапазонов, что характерно для состояний повышения функциональной активности коры больших полушарий.

**Выводы:** Таким образом, выявленная обратная зависимость между динамикой альфа- и бета-ритма на последних сессиях тренинга является критерием наученности самоуправлению.

### ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОУПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ВАРИАбельНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА: НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ

Кривоногова Е.В., Поскотинова Л.В., Овсянкина М.А.

ФГБУН Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, Архангельск, Россия

Возрастающая учебная нагрузка, высокие требования к качеству знаний, нарастающий объем информации в школе вызывают у многих учащихся психоэмоциональное напряжение. Требования к квалификации педагогов с каждым годом также возрастают в связи с реформой образовательной среды, которые побуждают их постоянно осваивать новые виды специализации. Подобные условия работы обуславливают повышенное психоэмоциональное напряжение. Проблема оптимизации функционального состояния и работоспособности человека и тесно связанные с ней вопросы профилактики неблагоприятного воздействия эмоционального стресса на организм человека на сегодняшний день продолжают оставаться актуальными. Метод биоуправления с биологической обратной связью (БОС-тренинг) позволяет человеку повысить его функциональные возможности и адаптивный резерв, помогает подобрать оптимальный фон для функционирования центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Цель работы заключалась в выявлении нейрофизиологических особенностей эффективности биоуправления параметрами ритма сердца в разных возрастных группах у участников образовательного процесса.

Обследовано 68 преподавателей города Архангельска и 52 учащихся общеобразовательных школ в возрасте 15-17 лет. Исследования проводили с одобрения этического комитета института. Были получены информированные согласия от участников исследования. При обследовании подростков получены согласия у их родителей. Критериями исключения явились нарушения ритма сердца, острый инфаркт миокарда, нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, сердечная и дыхательная виды недостаточности. Педагоги и учащиеся прошли курс из 10 сеансов биоуправления параметрами ритма сердца с целью увеличения вагусных влияний на ритм сердца (патент 237771 РФ). Сеансы проводились ежедневно или через день в течение 2 недель. Каждый сеанс включал регистрацию кардиоинтервалограммы во время фоновой записи (5 минут) и сеанса с биологической обратной связью (5 минут). Критериями эффективности сеанса биоуправления считали увеличение показателя вариабельности ритма сердца (ВСР) суммарную мощность спектра (TR, мс2) и снижение индекса напряжения регуляторных систем (ИН). Параметры вариабельности ритма сердца (ВСР) оценивали с помощью прибора АПК «Варикард» (г. Рязань). Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica, 6. Уровни статистически значимых различий значений учитывали с помощью непараметрических критериев Вилкоксона (для зависимых выборок) и Манн-Уитни для независимых выборок при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Провели анализ эффективности биоуправления параметрами ритма сердца в разных возрастных группах. При однократном сеансе биоуправления параметрами ритма сердца у большей части обследуемых подростков отмечается повышение TR ( $p < 0,01$ ) и снижение ИН ( $p < 0,01$ ). После проведения 10 сеансов БОС-тренинга у подростков повысились исходные значения TR, мс2 ( $p < 0,05$ ). Один из механизмов повышения TR в процессе биоуправления, вероятно, достигается путем взаимодействия нейронных сетей сердца, сердечно-сосудистой системы с высшими центрами головного мозга, что будет сказываться на концентрации внимания, скорости принятия решения [1]. Биоуправление параметрами ритма сердца способствует оптимизации уровней возбуждения и торможения, что отражается на сокращении времени латентного периода P300 когнитивного вызванного потенциала головного мозга, а у подростков с исходно высоким уровнем эмоциональности отмечается усиление внутреннего дифференцировочного торможения для достижения успешного биоуправления, что выражается в удлинении времени латентного периода P300 [2]. Данные изменения соответствуют процессам оптимизации когнитивного контроля принятия решений. У педагогов при однократном сеансе биоуправления повышался показатель TR, однако могли сохраняться повышенные значения ИН, что свидетельствует о низкой эффективности одного сеанса БОС-тренинга. При проведении 10 сеансов биоуправления у педагогов отмечается более значимое повышение TR по сравнению с фоновыми значениями. В процессе курса сеансов кардиотренинга повышение вагусных влияний на ритм сердца и снижение симпатической активности становится более выраженным после 4-5 сеанса биоуправления. Наиболее низкая реактивность показателей ВСР наблюдалась у педагогов с исходно высоким вкладом сверхнизкочастотной составляющей ВСР (VLF), а также у педагогов старше 50 лет. Наиболее значимое снижение ИН и повышение TR при однократном сеансе биоуправления наблюдали у преподавателей музыки, что может быть обусловлено более выраженным влиянием дыхательной деятельности на ритм сердца у лиц, занимающихся вокалом [3]. Наиболее часто неуспешные случаи биоуправления параметрами ВСР в течение курса биоуправления наблюдались у педагогов с повышенным артериальным давлением на момент обследования и отсутствием приверженности к лечению артериальной гипертензии. В общей выборке у педагогов, независимо от величины повышения TR, уровни тревожности и нервно-психического напряжения значимо снизились после проведения курса БОС-тренинга в сравнении с исходным его уровнем [4,5]. Таким образом, для каждой возрастной