

## РЕАКЦИЯ АКТИВАЦИИ НА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ ХИМИЧЕСКИ ЗАВИСИМЫХ ЛИЦ: СВЯЗИ С НАРКОЛОГИЧЕСКИМИ И ПСИХОЛОГИЧЕСКИМИ ПЕРЕМЕННЫМИ И ИЗМЕНЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ТРЕНИНГА НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЯ

Мельников М.Е.

НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН, г. Новосибирск

### РЕЗЮМЕ

Глубина реакции активации (подавления  $\alpha$ -активности при открывании глаз) считается важной количественной характеристикой  $\alpha$ -ритма. Реакция активации оценивалась в отведениях О1 и О2 у 31 химически зависимого мужчины, у 7 из них – до и после тренинга биоуправления по  $\alpha$ - или  $\beta$ -ритму. Обнаружены связи между степенью подавления  $\alpha$ -ритма при открывании глаз и отношением к болезни и лечению, личностной зрелостью, выраженностью патологических черт характера. Реакция активации значительно усиливалась после курса  $\alpha$ -тренинга и статистически незначимо ослабевала после курса  $\beta$ -1-тренинга.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** реакция активации (эффект Бергера), химическая зависимость, тренинг нейробиоуправления, личностная зрелость, идентичность, импульсивность.

### Введение

Химическая зависимость – одно из психопатологических состояний, тесно связанных с изменением церебрального электрогенеза. В процессе развития аддиктивного процесса нарушается мозговая ритмика во всех или практически всех частотных диапазонах, искажаются соотношения медленной и быстрой составляющих спектра. Находки, сделанные в этой области различными исследовательскими группами, были систематизированы [1]. В предельном упрощении их можно резюмировать следующим образом. Стимуляторы центральной нервной системы (ЦНС) увеличивают мощность высокочастотных полос ( $\alpha$ -2,  $\beta$ ) в краткосрочной перспективе, а в долгосрочной, напротив, снижают ее. Депрессанты ЦНС оказывают аналогичное действие на медленные ( $\delta$ ,  $\theta$ ,  $\alpha$ -1) ритмы электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Таким образом, реакция непосредственно завязана на типе психоактивного вещества (ПАВ). Кроме того, предрасположенность к зависимости от некоторых депрессантов ЦНС ассоциируется с недостаточной мощностью  $\alpha$ -ритма и избыточной  $\beta$ -активностью [1].

На этих данных основываются современные подходы к разработке протоколов биоуправления по ЭЭГ

[2, 3]. Длительный курс обучения позволяет пациентам, зависимым от ПАВ, манипулировать своей ЭЭГ, избирательно увеличивая мощность в той или иной полосе спектра. Показано, что оба основных типа ЭЭГ-тренинга биоуправления (протокол Пенистона ( $\alpha$ - $\theta$ -тренинг) и его отечественная модификация – протокол Скока ( $\alpha$ -тренинг), а также модификация Скотта-Кайзера ( $\beta$ -, а затем  $\alpha$ -тренинг)) приводят к ожидаемым клиническим и психологическим эффектам [2–5]. Для  $\alpha$ -тренинга на популяции зависимых показан и существенный рост абсолютной и относительной мощности  $\alpha$ -ритма [3–5].

Тем не менее  $\alpha$ -активность характеризуется не только мощностью. В работе О.М. Базановой подчеркивается, что полное понимание количественных характеристик  $\alpha$ -ритма требует учета как минимум трех характеристик: спектральной мощности с частотой максимального пика в  $\alpha$ -полосе; микроструктуры  $\alpha$ -сегментов, «веретен»; выраженности реакции активации (подавления  $\alpha$ -ритма при открывании испытуемым глаз) [6]. Сегодня существуют обширные, хотя и зачастую противоречивые данные по вопросам изменения мощности  $\alpha$ -активности при зависимости от ПАВ [1]. Исследования характеристик  $\alpha$ -сегментов ЭЭГ у пациентов с аддиктивной патологией, насколько нам известно, исчисляются единицами (см., например, [7]). Опубликованных работ по реакции активации (эффект Бергера) у химически зависимых лиц нам обнаружить не удалось.

✉ Мельников Михаил Евгеньевич, тел. 8-953-792-7480; e-mail: mikhail-melnikov@mail.ru

В целом, на наш взгляд, реакция активации редко попадает в фокус нейрофизиологических, тем более психофизиологических исследований. Она имеет довольно сложные отношения с качеством  $\alpha$ -ритма, так как зависит и от его мощности при закрытых глазах, и от динамики его восстановления после их открывания. Не вполне понятно и функциональное значение этого феномена. Существуют указания на связь его выраженности с текущим уровнем когнитивной загрузки, качеством когнитивных функций испытуемого и его адапционными возможностями [6]. Указаний на более тонкие связи с эмоциональными, мотивационными, характерологическими или личностными переменными в современной литературе нами не обнаружено.

В исследовании были поставлены три основные задачи:

1) выяснить, различается ли сила реакции активации у лиц, зависимых от различных ПАВ, и при различной симптоматике химической зависимости;

2) прояснить вопрос, имеет ли эффект Бергера психологические корреляты в личностной сфере (в особенности, патопсихологические) и если да, то какие;

3) проверить, изменяется ли выраженность депрессии  $\alpha$ -ритма при открывании глаз у химически зависимых лиц после прохождения длительного курса биоуправления по  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритму ЭЭГ.

## Материал и методы

Выборку исследования составили пациенты стационарного реабилитационного отделения (PCO 1) Новосибирского областного наркологического диспансера – мужчины в возрасте от 22 до 64 лет (средний возраст –  $(32,5 \pm 9)$  лет), всего 31 человек. Регистрация ЭЭГ и анкетирование проводились после детоксикации. Все испытуемые дали информированное согласие на участие в исследовании.

Запись ЭЭГ производилась в отдельной умеренно затемненной комнате. Испытуемые на протяжении всего времени регистрации находились в кресле в положении сидя и были проинструктированы не разговаривать, не двигаться и быстро выполнять команды экспериментатора. Отдельное внимание уделялось движениям глаз: требовалось смотреть прямо перед собой, не переводя взгляд, в том числе не двигая глазами под закрытыми веками, и по возможности воздержаться от моргания. Для анализа отобраны 10 с записи перед открыванием глаз и 3 последовательных интервала по 10 с после открывания глаз.

Запись производилась при помощи энцефалографа «Нейрон–Спектр-2» (Нейрософт) и программного комплекса «Нейрон–Спектр.NET 1.2.11.0» (Нейрософт). Сигнал регистрировался комплектом Ag/AgCl-электро-

дов MScap-26 (Медицинские компьютерные системы). Для увеличения проводимости использовались гель «УниМакс» (Гельтек) и абразивная паста Evergi (FIAB). Подэлектродное сопротивление на протяжении регистрации удерживалось ниже 20 кОм. Сигнал оцифровывался с частотой дискретизации 500 Гц. Фильтры высоких и низких частот выставлялись на отметках 0,5 и 35 Гц соответственно, режекторный фильтр настраивался на частоту 50 Гц. Индивидуальные границы диапазонов ЭЭГ и их мощность были рассчитаны средствами программы WinEEG 1.5.

Границы индивидуального  $\alpha$ -диапазона определялись как участок спектра, на котором мощность ЭЭГ при закрытых глазах превосходит мощность ЭЭГ при открытых глазах как минимум на 20%. Сила реакции активации определялась по формуле  $R_a = (P_{зг/ог} - P_{ог}) + P_{зг} \cdot 100\%$ , где  $R_a$  – сила реакции активации;  $P_{зг/ог}$  – мощность  $\alpha$ -ритма при закрытых и открытых глазах соответственно,  $\text{мкВ}^2$ . Для каждой записи ЭЭГ получено шесть значений этого индекса – сравнение мощности  $\alpha$ -ритма в последние 10 с при закрытых глазах и в первый, второй и третий 10-секундный интервал после открывания глаз отдельно для отведений О1 и О2. Это позволило учесть динамику восстановления  $\alpha$ -ритма после открывания глаз и возможную латерализацию феномена.

Наличие наркологических симптомов, частота употребления ПАВ и основные аспекты отношения к лечению оценивались при помощи анкеты DS-II (Texas Christian University, США) и сверялись с данными истории болезни. Для получения психологических данных использовалась батарея тестов-опросников: стандартизованный метод исследования личности (СМИЛ), тест структуры Эго-идентичности (СЭИ), уровень субъективного контроля (УСК), личностный семантический дифференциал (ЛД), тест Басса–Дарки, адаптированный тест Бонда, тест копинг-стратегий Хайма.

Тренинг нейробиоуправления был направлен на обучение пациентов волевому контролю  $\alpha$ - и (или)  $\beta$ -ритма. У испытуемых снимались сигналы ряда биологических показателей (температура кончика пальца, электромиограмма фронтальных мышц лба и одноили двухканальная ЭЭГ). Получая обратную связь об изменении этих показателей в форме графика, звука, комментария психолога или изменения сюжета игры, пациент пытался найти стратегию, позволяющую эффективно изменить указанные параметры и достичь релаксации ( $\alpha$ -тренинг) или мобилизации ( $\beta$ -тренинг).

Курс тренинга строился исходя из вида зависимости, симптоматики, силы и характера влечения к ПАВ, особенностей пациента в соответствии с идеями, вы-

сказанными авторами ранее [2]. Технически сессии реализованы при помощи комплекса БОСЛАБ (Компьютерные системы биоуправления). Для записи применялись стандартные электроды, включенные в комплекс, и проводящая паста Ten-20 (Weaver & Co). В качестве усилителя использована модификация прибора БИ-011 для подключения через COM-порт. Запись, обработка данных и подача сигнала обратной связи выполнены при помощи программы БОСЛАБ (версия от 2012 г.).

Участие в тренинговой программе было безвозмездным и добровольным. Первая запись ЭЭГ проводилась до начала курса, вторая – по достижении пациентом уверенного контроля над мощностью  $\alpha$ - или  $\beta$ -ритма. Такие данные получены для 7 человек, 3 из которых прошли курс  $\alpha$ -стимулирующего тренинга, 3 –  $\beta$ -1-стимулирующего тренинга, 1 – оба курса последовательно. Остальные испытуемые были выписаны из отделения по их собственному желанию до завершения курса.

Статистическая обработка выполнена в программе SPSS Statistics 21 (IBM). Для проверки нормальности данных использовался критерий Колмогорова–Смирнова. Сравнения производились при помощи  $U$ -критерия Манна–Уитни,  $W$ -критерия Вилкоксона и парного  $t$ -критерия Стьюдента, а проверка наличия связей – корреляционного анализа  $\rho$  Спирмена. В описании результатов принят стандартный трехступенчатый подход определения достоверных различий и связей: достаточным уровнем значимости считается  $p < 0,05$ , при этом отдельно учитываются  $p < 0,01$  и  $p < 0,001$ . В таблицах они отмечены \*, \*\* и \*\*\* соответственно.

## Результаты

Выраженность эффекта Бергера в группе испытуемых приведена в табл. 1. Степень депрессии  $\alpha$ -ритма в отведениях O1 и O2 для одних и тех же временных отрезков не различалась. При этом в обеих точках со

временем происходит частичное восстановление мощности в  $\alpha$ -полосе, что находит отражение в меньшей выраженности реакции активации. Так, в O1 ее глубина значимо снижается от первого ко второму интервалу ( $p = 0,005$ ), а в O2 – от первого ко второму ( $p = 0,005$ ) и от первого к третьему ( $p = 0,003$ ). Вторые интервалы не показали значимых отличий от третьих по этому показателю. Стоит отметить, что сила реакции активации в данной выборке не была значимо связана с возрастом испытуемых.

Таблица 1

Показатели реакции активации для всей выборки исследования						
	O1			O2		
	1	2	3	1	2	3
$M$	83,2	74,8	75,7	81,6	76,2	75,1
$\varsigma$	19	28	30	23	26	31

Примечание. В таблице приведены индексы подавления  $\alpha$ -ритма при открывании глаз в процентах. Здесь и в табл. 2, 3: O1 и O2 – отведения по системе 10-20; 1, 2 и 3 – порядковый номер 10-секундного отрезка записи при открытых глазах, для которого рассчитана реакция активации;  $M$  – среднее арифметическое,  $\varsigma$  – стандартное отклонение.

нами были обнаружены значимые связи глубины реакции активации на всех трех временных отрезках и нескольких наркологических переменных. В частности, пациенты, уверенные в серьезности своих проблем с ПАВ и необходимости получения специализированной помощи, демонстрировали сравнительно слабый эффект Бергера (табл. 2). Кроме того, депрессия  $\alpha$ -ритма при открывании глаз была значимо меньше у пациентов, не отмечавших увеличения толерантности к ПАВ (табл. 3). При этом подгруппы испытуемых, сформированные по типу аддикции (алкогольная, опиоидная, от психостимуляторов) и наличию/отсутствию всех остальных симптомов химической зависимости, не различались по силе эффекта Бергера. Связей между его выраженностью и частотой употребления каких-либо конкретных ПАВ также не выявлено.

Таблица 2

Данные корреляционного анализа						
Шкала психологических тестов	O1			O2		
	1	2	3	1	2	3
Серьезность проблем	-0,557**	-0,498*	-0,542**	-0,526**	-0,51*	-0,538**
Важность помощи	-0,548*	-0,433*	-0,409*	-0,399*	-0,436*	-0,446*
4: Импульсивность	0,406*	0,444*	0,476*		0,492*	0,404*
6: Ригидность			0,444*	0,413*	0,443*	
Д.26: Контроль	0,591**	0,583**	0,587**	0,653**	0,68***	0,58**
Д.47: Преступность			0,421*		0,424*	0,451*
Д.119: Сензитивность			0,408*		0,445*	
Д.121: Альтруизм	0,416*	0,428*	0,516*			0,507*
Д.146: Чистая псих-я	0,409*	0,426*			0,456*	
Д.156: Прогноз шизофрении	0,489*	0,517*	0,546**	0,455*	0,485*	0,521**
Интернальность				0,409*		0,394*
Соответствие себе (Ф)		-0,427*				-0,434*

Примечание. Таблица иллюстрирует связи выраженности реакции активации и наркологических и психологических переменных. Приведены показатели  $\rho$  Спирмена с указанием уровня значимости связи.

Таблица 3

Данные сравнения подгрупп с выраженным ростом толерантности к ПАВ и без такового						
Показатель	O1			O2		
	1	2	3	1	2	3
Рост толерантности	86 ± 18	77 ± 25	76 ± 30	84 ± 23	80 ± 20	78 ± 29
Без роста толерантности	50 ± 8	27 ± 24	41 ± 25	47 ± 9	23 ± 18	26 ± 24
$\rho$	0,006**	0,011*	0,046*	0,01*	0,002*	0,02*

Примечание. В таблице приведены средние арифметические и стандартные отклонения глубины реакции активации в упомянутых группах, а также уровень значимости различий согласно  $U$ -критерию Манна–Уитни.

Несмотря на то, что в общей сложности для корреляционного анализа было привлечено 180 шкал психологических тестов, достоверных связей обнаружено не слишком много. Тем не менее сила реакции активации на большинстве временных отрезков положительно коррелировала с базовыми шкалами «Импulsивность» и «Ригидность» опросника СМИЛ, а также с некоторыми его дополнительными шкалами, в особенности № 26 «Контроль». Снижение мощности в  $\alpha$ -полосе в правой затылочной области было позитивно связано с общим показателем интернальности теста УСК. Наконец, восстановление  $\alpha$ -ритма после открывания глаз негативно коррелировало с показателем «Ф» шкалы «Соответствие себе» теста СЭИ, выражающим показную, наигранную уверенность в себе. Данные тестов самооценки и эмоционального контроля не образовали значимых связей с выраженностью реакции активации.

Для проверки наличия эффектов тренинга нейробиоуправления, ввиду малочисленности подвыборки, данные по всем трем периодам записи испытуемых были объединены в одну группу. Сравнение таких групп, сформированных из данных пациента до начала тренинга (1) и после приобретения им навыков саморегуляции (2), проводилось при помощи парного  $t$ -критерия Стьюдента, так как распределение данных соответствовало нормальному. В этих статистических операциях уровень значимости рассчитан для одностороннего критерия, что обусловлено наличием предварительных гипотез:  $\alpha$ -стимулирующий тренинг увеличит мощность  $\alpha$ -ритма при закрытых глазах, следовательно, усилит реакцию активации;  $\beta$ -стимулирующий тренинг может ослабить средне- и низкочастотную ЭЭГ-активность и уменьшить выраженность эффекта Бергера.

Как видно из рис. 1, первая гипотеза подтвердилась. В обоих затылочных отведениях сила реакции активации по окончании курса  $\alpha$ -тренинга статистически значимо выросла. Вторая гипотеза не подтвердилась:  $\beta$ -тренинг не привел к статистически значимым изменениям в степени депрессии  $\alpha$ -ритма. Однако в

отведении O1 снижение реакции активации было очень близким к статистически значимому (рис. 2).

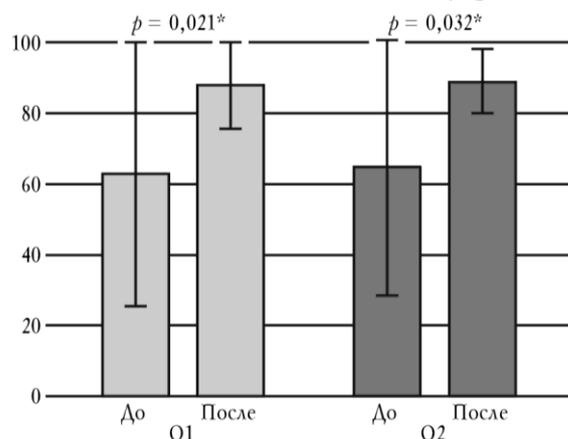


Рис. 1. Изменение реакции активации пациентов по окончании курса  $\alpha$ -стимулирующего тренинга (среднее арифметическое и стандартное отклонение среднего). Уровень значимости различий дан для одностороннего парного  $t$ -критерия Стьюдента

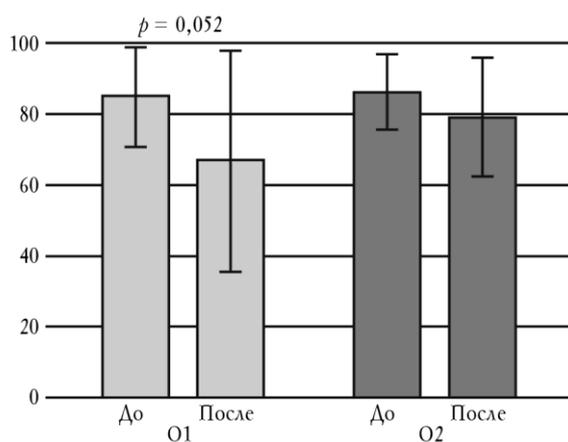


Рис. 2. Изменение реакции активации пациентов по окончании курса  $\beta$ -стимулирующего тренинга (среднее арифметическое и стандартное отклонение среднего). Уровень значимости различий дан для одностороннего парного  $t$ -критерия Стьюдента

## Обсуждение

В первую очередь стоит отметить, что  $\alpha$ -активность химически зависимых лиц в момент открывания

глаз претерпевает изменения, известные по наблюдениям за здоровыми людьми. За резким снижением мощности в  $\alpha$ -диапазоне в первые секунды после открывания глаз следует ее частичное восстановление. В среднем усиление  $\alpha$ -активности происходит в первые 15–20 с после первой окулограммы. Дальнейшее увеличение мощности в этой полосе обычно незначительно. Отсутствие связи силы реакции активации с возрастом испытуемых в нашем исследовании, вероятно, объясняется небольшой выборкой и асимметричным распределением испытуемых по возрастным группам.

Несмотря на многочисленную литературу по вопросам характерного изменения спектра ЭЭГ при различных видах химической зависимости, нами не выявлено различий по параметрам реакции активации между подгруппами алкоголиков, героиновых наркоманов и зависимых от психостимуляторов. При этом не обнаружено и связей депрессии  $\alpha$ -ритма с частотой употребления ни одного из распространенных ПАВ. Данный факт свидетельствует о том, что аддиктивный цикл, специфически нарушая структуру спектра ЭЭГ зависимых, не оказывает существенного влияния на выраженность эффекта Бергера, либо о том, что данное влияние прекращается после детоксикации пациента.

Тем не менее степень подавления  $\alpha$ -ритма на всех трех временных участках оказалась негативно связанной с оценкой испытуемыми серьезности проблем, возникших в результате употребления ПАВ, и необходимости специальной помощи. Заметим, что такая оценка имеет два источника: реальную тяжесть проблемы и уровень рефлексии пациента, позволяющий признать ее существование. Вероятно, в образование связи вносят свою лепту оба этих фактора. Ослабленную реакцию активации у лиц, отрицающих рост толерантности к ПАВ, в таком случае стоит отнести на счет недостаточной рефлексии и самонаблюдения, не позволивших аддикту заметить плавное повышение дозировки употребляемых ПАВ.

Рассмотрим связи психологических переменных и данных о динамике  $\alpha$ -ритма. Высокие показатели реакции активации присущи активным, целеустремленным людям, привыкшим доверять своему мнению больше, чем чужому, ориентированным на достижение успеха, быстрое исполнение своих желаний, захват лидерства в группе. С другой стороны, для таких пациентов характерно упрямство, импульсивность, конфликтность, склонность к соперничеству, неумение заботиться о завтрашнем дне. При всем том каких-либо связей выраженности подавления  $\alpha$ -ритма при открывании глаз и показателей шкал агрессивности и контроля эмоций не обнаружено.

Интересно, что несколько показателей, также положительно связанных с силой реакции активации, напротив, указывают на отчаянные попытки пациентов сдерживать свои импульсы и эмоциональные проявления, на доброжелательность и альтруистические тенденции. Эти черты можно рассматривать как компенсаторные, позволяющие импульсивным и самолюбивым людям строить относительно успешные социальные отношения.

Связи показателей идентичности (самосознания) и глубины активации выражены довольно слабо. Среди них можно отметить большее подавление правополушарного  $\alpha$ -ритма у пациентов, склонных считать свои действия главной причиной происходящих с ними событий, уверенных в том, что они сами управляют своей жизнью. Кроме того, после открывания глаз  $\alpha$ -активность быстрее восстанавливалась у испытуемых, для которых была характерна нарочитая самоуверенность, убежденность в собственной уникальности без веских на то оснований.

Наконец, перейдем к данным, характеризующим курсы тренинга биоуправления. Даже на очень небольшой выборке удалось продемонстрировать существенные изменения в силе реакции активации по завершении пациентами курса  $\alpha$ -тренинга. Более того, разнонаправленность изменений в случае  $\alpha$ - и  $\beta$ -тренинга подтверждает специфичность эффекта данных процедур. Таким образом, альтернативная гипотеза о том, что изменения в динамике  $\alpha$ -ритма происходят исключительно ввиду долгосрочного воздержания от приема ПАВ, традиционной психо- и фармакотерапии или неспецифических терапевтических факторов тренинга, выглядит неправдоподобной.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что долгосрочный  $\alpha$ -стимулирующий тренинг позволяет усилить реакцию активации, а  $\beta$ -стимулирующий, возможно, ослабляет ее. Стоит обратить особое внимание на то, что вид тренинга подбирался для каждого пациента исходя из клинических параметров

(в первую очередь вида зависимости). При этом зависимые, которым был показан  $\alpha$ -тренинг и у которых, соответственно, стал более выраженным эффект Бергера, изначально характеризовались значительно более слабой реакцией активации, чем те, кому был показан  $\beta$ -тренинг.

В практике работы при помощи биоуправления следует учитывать и указанные выше психофизиологические связи. Так, прошедший длительный курс  $\alpha$ -тренинга пациент может стать более уверенным в себе, упрямым и конфликтным, и наоборот – в случае  $\beta$ -тренинга. Эти возможные характерологические изме-

нения должны быть учтены заранее, и специалистам следует быть к ним готовыми.

## Заключение

Проведенное исследование показало, что ЭЭГ пациентов с различными формами зависимости не отличаются друг от друга по силе реакции активации. Однако высокая оценка пациентами тяжести их проблем и значительный уровень мотивации к лечению указывали на меньшую депрессию  $\alpha$ -ритма при открывании глаз.

Выраженная реакция активации была характерна для уверенных в себе, интернальных, но в то же время импульсивных и конфликтных испытуемых. Однако эти же люди были более склонны обращать внимание на свои чувства и поведение и пытаться контролировать их.

Курс  $\alpha$ -тренинга позволил значимо усилить реакцию ЭЭГ зависимых на открывание глаз. Вероятно,  $\beta$ -стимулирующий тренинг оказывает противоположное воздействие. Полученные данные могут быть использованы как в диагностических целях, так и при назначении и проведении нейротерапевтических интервенций, в особенности тренинга ЭЭГ-биоуправления.

Стоит оговориться, что данные носят предварительный характер, в особенности в отношении корреляционных связей. Понимая опасность прямого сопоставления психологических характеристик и параметров ЭЭГ, мы лишь обозначаем тенденции, которые могут оказаться полезными в дальнейших исследованиях вопроса. Кроме того, результаты должны быть подтверждены в работах с большей и более однородной выборкой с применением статистических инструментов многофакторного анализа данных.

*Автор благодарит академика РАН М.Б. Штарка, канд. мед. наук О.С. Шубину и д-ра биол. наук О.М. Базанова за консультации на различных этапах работы и зав. отделением РСО1 Новосибирского областного наркологического диспансера И.Н. Ильчевского за организационную помощь.*

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 12-06-31067 мол\_А.*

## Литература

1. Мельников М.Е., Шубина О.С. Современные электроэнцефалографические исследования химической зависимости // Успехи физиол. наук. 2013. Т. 44, № 3. С. 16–32.
2. Мельников М.Е., Шубина О.С., Ильчевский И.Н., Букин В.Н. Формирование современных протоколов биоуправления для реабилитации наркозависимых пациентов // Современные аспекты реабилитации в медицине. VI. Материалы междунар. конф. Ереван, 2013. С. 172–175.
3. Sokhadze T.M., Cannon R.L., Trudeau D.L. EEG Biofeedback as a Treatment for Substance Use Disorders: Review, Rating of Efficacy, and Recommendations for Further Research // Applied Psychophysiology and Biofeedback. 2008. V. 33, № 1. P. 1–28.
4. Макаров С.В. Оценка уровня здоровья и его коррекция методами аудиовизуальной стимуляции и нейробиоуправления при опиоидно-зависимых состояниях: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Томск, 2005.
5. Скок А.Б. Использование биологической обратной связи для целенаправленного изменения поведения пациентов с аддиктивными расстройствами: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Новосибирск, 1999.
6. Базанова О.М. Современная интерпретация альфа-активности ЭЭГ // Междунар. неврол. журн. 2011. № 8 (46). С. 96–104.
7. Fingelkurts A.I.A., Kähkönen S., Fingelkurts An.A. et al. Composition of EEG Oscillations and Their Temporal Characteristics: Methadone Treatment // International Journal of Psychophysiology. 2007. V. 64, № 2. P. 130–140.

Поступила в редакцию 16.04.2014 г.

Утверждена к печати 07.05.2014 г.

Мельников Михаил Евгеньевич (✉) – аспирант лаборатории компьютерных систем биоуправления НИИ молекулярной биологии и биофизики СО РАМН (г. Новосибирск).

✉ Мельников Михаил Евгеньевич, тел. 8-953-792-7480; e-mail: mikhail-melnikov@mail.ru

## ACTIVATION REACTION ON THE ELECTROENCEPHALOGRAM IN SUBSTANCE DEPENDENT PATIENTS: LINKS TO ADDICTION STUDIES AND PSYCHOLOGICAL FACTORS AND CHANGES IN NEUROFEEDBACK TRAINING

Melnikov M.Ye.

Research Institute for Molecular Biology and Biophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

### ABSTRACT

Depth of activation reaction ( $\alpha$ -activity suppression during the eyes-opening task) is considered to be an important quantitative characteristic of  $\alpha$ -band brainwaves. Activation reaction was assessed from O1 and O2 leads in 31 male substance dependent subjects. In 7 cases it was measured twice: before and after  $\alpha$ - or  $\beta$ -brainwave biofeedback training. The correlations were found between grade of  $\alpha$  suppression in eyes-opening task and attitude towards disease and treatment, personality maturity, and level of pathological personality traits. Activation reaction was significantly improved by  $\alpha$ -training and non-significantly diminished after  $\beta$ -1-training.

**KEY WORDS:** activation reaction (Berger effect), substance dependence, neurofeedback training, personality maturity, the Self, impulsiveness.

*Bulletin of Siberian Medicine*, 2014, vol. 13, no. 4, pp. 65–71

### References

1. Melnikov M.Ye., Shubina O.S. Modern EEG studies of chemical dependency. *Uspekhi Fiziologicheskikh Nauk – The Successes of Physiological Sciences*, 2013, vol. 44, no. 3, pp. 16–32 (in Russian).
2. Melnikov M.Ye., Shubina O.S., Ilchevsky I.N., Bukin V.N. The formation of the modern protocols of biofeedback for rehabilitation of drug dependent patients. *Modern aspects of rehabilitation in Medicine: VI. Proceedings of the International conference*. Yerevan, 2013. Pp. 172–175 (in Russian).
3. Sokhadze T.M., Cannon R.L., Trudeau D.L. EEG Biofeedback as a Treatment for Substance Use Disorders: Review, Rating of Efficacy, and Recommendations for Further Research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2008, vol. 33, no. 1, pp. 1–28.
4. Makarov S.V. *Assessment of the health level and its correction by methods of audiovisual stimulation and neurobiologie when opioide-dependent states*. Author. Dis. cand. med. Sci. Tomsk, 2005 (in Russian).
5. Skok A.B. *The use of biofeedback for purposeful change the behavior of patients with addictive disorders*. Author. Dis. cand. med. Sci.. Novosibirsk, 1999 (in Russian).
6. Bazanova O.M. A modern interpretation of alpha EEG activity. *Mezhdunarodnyi Nevrologicheskiy zhurnal – International Neurological Journal*, 2011, no. 8 (46), pp. 96–104 (in Russian).
7. Fingelkurts A.I.A., Kähkönen S., Fingelkurts An.A. et al. Composition of EEG Oscillations and Their Temporal Characteristics: Methadone Treatment. *International Journal of Psychophysiology*, 2007, vol. 64, no. 2, pp. 130–140.

Melnikov Mikhail Ye. (✉), Research Institute for Molecular Biology and Biophysics, SB RAMS, Novosibirsk, Russian Federation.

✉ Melnikov Mikhail Ye., Ph. +7-953-792-7480; e-mail: mikhail-melnikov@mail.ru