

УДК 612.821

АЛЬФА–ТЕТА ТРЕНИНГ: САМОРЕГУЛЯЦИЯ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА С ПОМОЩЬЮ СЕАНСОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ЭЭГ

Трибрат А. Г.¹, Павленко В. Б.², Трибрат Н. С.²

¹Медицинская академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия

*²Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия
E-mail: 3brat@rambler.ru*

Статья посвящена исследованию изменению частот и спектров мощности текущей ЭЭГ в ходе проведения серии из трех сеансов биологической обратной связи по ее характеристикам (ЭЭГ-ОС), ориентированным на увеличение соотношения мощностей альфа- и тета-ритмов. На протяжении сеансов ЭЭГ-ОС соотношение мощностей альфа- и тета-ритмов снижается у испытуемых как контрольной, так экспериментальной групп. Логично предположить, что в результате сеансов ЭЭГ-ОС повышается функциональная возможность произвольной психической релаксации.

Ключевые слова: биологическая обратная связь по характеристикам ЭЭГ; нейрофидбэк, нейротерапия.

ВВЕДЕНИЕ

Исследованиями последних лет показано, что существуют корреляционные связи между электроэнцефалографическими показателями работы мозга и функциональными характеристиками текущего состояния человека, в частности, уровнем его общей активации, самочувствием и эмоциональным состоянием [1–5]. Тесная взаимосвязь между электро-, нейро- и психофизиологическими процессами лежит в основе метода обратной связи по ЭЭГ (ЭЭГ-ОС, нейрофидбэк, нейротерапия). Сущность метода состоит в том, что испытуемый, пользуясь различными техниками (физическое расслабление, психическая релаксация или, наоборот, концентрация внимания), целенаправленно изменяет свое психическое состояние, ориентируясь на сигнал обратной связи, информирующий об амплитудно-частотных характеристиках ЭЭГ [6].

Несмотря на то, что альфа-тета тренировки нашли своё практическое применение, о природе благоприятного влияния сеансов ЭЭГ-ОС на процессы, протекающие в ЦНС и организме в целом, имеются пока лишь отдельные предположения. Для выявления механизмов благоприятного влияния ЭЭГ-ОС актуально изучение частотного паттерна ЭЭГ в процессе тренировки и по его завершению. Таким образом, целью данной работы явилось изучение динамики текущей ЭЭГ в центральных локусах при проведении серии сеансов биологической обратной связи по ЭЭГ, направленных на увеличение соотношения альфа- и тета-ритма правого полушария.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 70 здоровых испытуемых в возрасте от 18 до 30 лет, обоюго пола. Из них 37 человек входили в экспериментальную группу, 33 – в группу контроля. Все испытуемые были добровольцами и не находились в состоянии эмоционального стресса.

Основная часть исследования проводится по следующей схеме:

В первый и третий дни исследования проводили регистрацию исходных показателей состояния испытуемого, включая следующие элементы и проведение тренинга или его имитации: проведение сеанса ЭЭГ-ОС (экспериментальная группа) или его имитации (контрольная группа). В третий день проводили клиническую беседу с испытуемым о применяемой им технике подавления «белого шума» во время сеанса ЭЭГ-ОС. Во второй день исследования проводили сеанс ЭЭГ-ОС или его имитацию.

Отвод и анализ ЭЭГ осуществляли по общепринятой методике с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа ЭЭГ-16S («Medicog», Венгрия), интерфейса и компьютера IBM PC. ЭЭГ-потенциалы отводили монополярный, с расположением электродов по системе «10-20» в точках С3 и С4.

Для проведения сеансов ЭЭГ-ОС использовали специально разработанную программу "Biofeedback-2".

Для проведения процедуры ЭЭГ-ОС был организован непрерывный акустический обратная связь по соотношению мощностей альфа- и тета-ритмов. Как сигнал обратной связи использовался белый шум. Одновременно испытуемому подавали спокойные плавные мелодии, которые способствуют релаксации.

Сеанс ЭЭГ-ОС состоял из трех этапов. Первый этап продолжался 2,5 минуты. В этот период подавалась музыка и средний по громкости белый шум. Испытуемый не имел возможности контролировать его, поскольку обратная связь на этом этапе не включался.

Второй этап продолжался пять минут. С момента его начала включали биологическая обратная связь. Как и в течение первого этапа, подавали музыку и белый шум, но на протяжении данного этапа шум программно менялся в зависимости от соотношения альфа- и тета-ритма правого полушария. Испытуемый мог контролировать громкость данного сигнала – шум усиливается при напряженном состоянии, то есть доминировании тета-ритма, и затихает при расслабленном состоянии, то есть доминировании альфа-ритма.

Третий этап продолжался 2,5 минуты. В течение данного этапа изучали эффект последствия тренинга с использованием ЭЭГ-ОС. В начале данного этапа белый шум выключали, оставляли только музыкальный фон.

Длительность сеанса составляла около десяти минут.

Испытуемым контрольной группы предлагался сеанс прослушивания того же музыкального фона с временными характеристиками, аналогичными такими в экспериментальной группе (этапы по 2,5, 5 и 2,5 мин) и наличием белого шума на первом и втором этапах, однако инструкции по управлению своей ЭЭГ давали. Белый шум был постоянным по громкости.

Предварительная регистрация ЭЭГ в 16 отведениях показала, что в процессе тренинга наблюдается изменение мощности альфа-ритма как затылочных, так и в лобных отведениях. Однако наиболее выраженный и стойкий характер изменение ЭЭГ носила в центральном регионе [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении первого сеанса ЭЭГ-ОС у испытуемых экспериментальной группы наблюдается статистически значимое уменьшение мощности исследованных ритмов ЭЭГ, зарегистрированных в течение второго и третьего этапов сеанса, по сравнению с исходным, первым, этапом. Альфа-ритм в левом полушарии падает на 17 % ($P < 0.01$), в правом – на 19 % ($P < 0.001$). Однако, в отличие от контрольной группы, при этом выявлено и значимое снижение низкочастотных ритмов ЭЭГ. Так, мощность тета-ритма в левом полушарии снижается на 7 %, в правом – на 10 % ($P < 0.01$). Особенно интересной является тенденция к увеличению мощности альфа-ритма в период одноименных этапов от сеанса к сеансу, особенно выраженная в правом полушарии. Так, к концу третьего сеанса мощность альфа-ритма в указанном полушарии выросла на 6 % по сравнению с показателями завершающего этапа первого сеанса. При этом, если на протяжении первого этапа первого сеанса у испытуемых данной группы мощность альфа-ритма в правом полушарии была на 2% ниже, чем в левом, то под действием ЭЭГ-ОС асимметрия указанного ритма приобретает противоположный характер – мощность альфа-ритма становится в правом полушарии выше на 3% выше, чем в левом. У испытуемых контрольной группы подобных изменений мощности альфа-ритма и его асимметрии не выявлено.

В связи с направленностью тренингов ЭЭГ-ОС на увеличение соотношения мощностей альфа- и тета-ритмов, особый интерес представляло сопоставление динамики этого показателя у испытуемых обеих групп. Уже исходная величина данного соотношения у членов экспериментальной группы в среднем выше, чем у участников исследования из контрольной группы (рис. 1), хотя эти различия и не достигали уровня статистически значимых.

На протяжении всех трех сеансов ЭЭГ-ОС соотношение мощностей альфа- и тета-ритмов обоих полушарий снижается у испытуемых как контрольной, так экспериментальной групп. Однако уменьшение данного соотношения у испытуемых экспериментальной группы менее значительно, чем у участников исследования, принадлежащих к контрольной группе. У членов контрольной группы прослушивание музыки и белого шума приводит почти к равномерному снижению соотношения мощности альфа- и тета-ритмов обоих полушарий от этапа к этапу на протяжении всех трех сеансов.

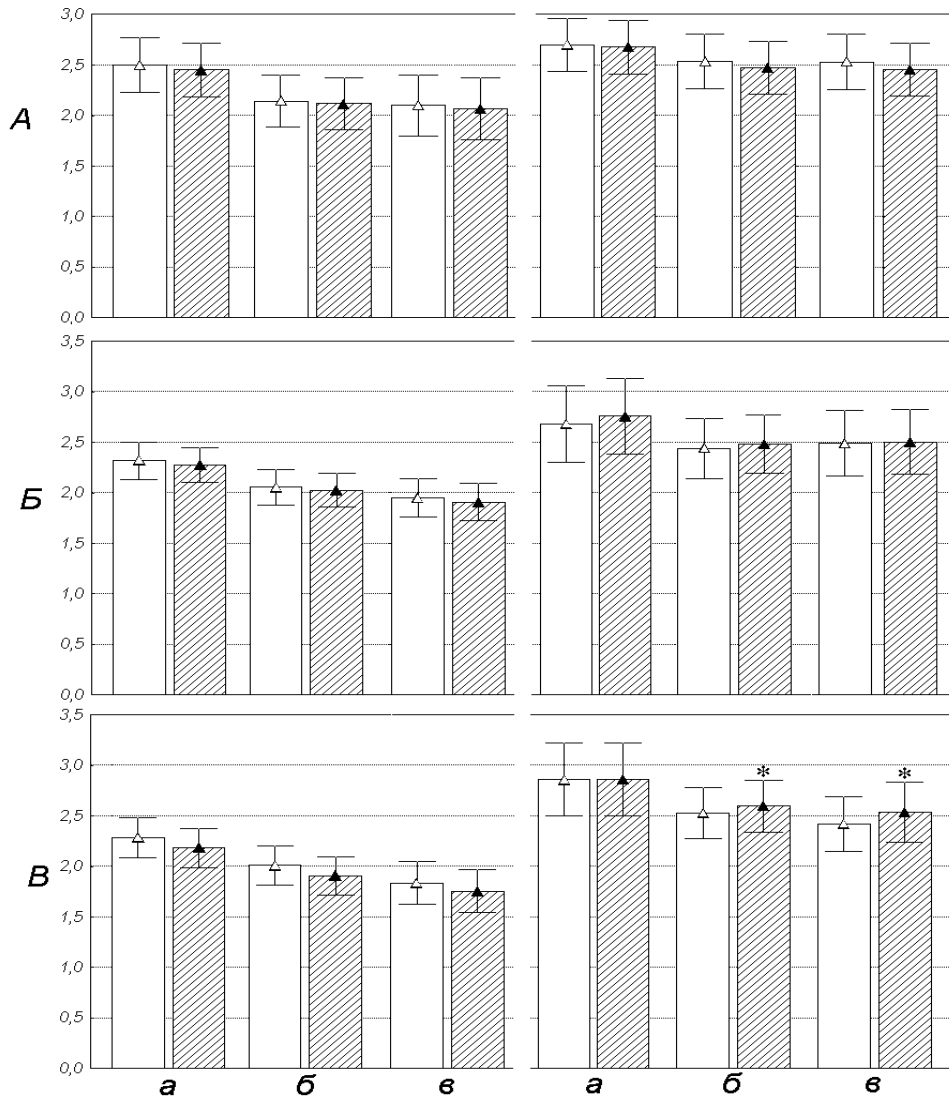


Рис 1. Соотношение мощности α - и θ -ритмов ЭЭГ, зарегистрированных в центральных отведениях испытуемых на протяжении контрольной серии исследований (слева) и при проведении сеансов биологической обратной связи по ЭЭГ (справа).

А, Б, В – три последовательных сеанса или их имитация, состоящие из трех этапов (а, б, в). Белые столбики – для левого, заштрихованные – для правого полушария. Указаны значения средних \pm значение среднего по группе. Звездочками отмечены случаи значимых ($P < 0.05$) отличий от показателей контрольной группы.

У испытуемых экспериментальной группы вслед за небольшим снижением указанного соотношения при переходе от первого ко второму этапу его величина

стабилизируется. Особенно велики различия между соотношением мощностей альфа- и тета-ритмов испытуемых обеих групп в правом полушарии. Здесь указанное соотношение у испытуемых экспериментальной группы к концу третьего сеанса не только становится выше, чем в их левом полушарии, но и на 48 % ($P < 0.05$) превышает соотношение мощностей альфа- и тета-ритмов в правом полушарии у испытуемых контрольной группы.

Анализ динамики альфа- и тета-ритмов у отдельных испытуемых показал, что те из них, кто входил в экспериментальную группу и ориентировался на сигнал обратной связи чаще демонстрировали увеличение соотношения альфа- и тета-ритмов. Всего к концу первого сеанса ЭЭГ-ОС соотношение указанных ритмов в левом полушарии по сравнению с исходным уровнем удалось увеличить у 14 (37.8 %), в правом – у 16 (43.2 %) из 37 (100 %) испытуемых экспериментальной группы. В контрольной группе на этом этапе увеличение такого соотношения и для правого и для левого полушария выявлено только у 11 (32.4 %) из 34 (100 %) человек.

К концу второго сеанса увеличение показателя по сравнению с исходным уровнем первого дня выявлено в обоих полушариях почти у половины участников исследования экспериментальной группы – у 18 (48.7 %) человек. Подобное изменение ЭЭГ в этот период наблюдалось в левом полушарии у 13 (38.2 %), в правом – у 12 (35.3 %) человек контрольной группы. К концу третьего сеанса увеличение показателя по сравнению с исходным уровнем первого дня выявлено в обоих полушариях у 16 (43.2 %) человек экспериментальной группы. У испытуемых контрольной группы в этот период увеличение показателя выявлено в 12 (35.3 %) случаях для левого и правого полушарий. Таким образом, существует тенденция к приросту соотношения альфа- и тета-ритма у большего числа испытуемых экспериментальной группы, по сравнению с контрольной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Увеличение при проведении сеансов биологической обратной связи у участников тренинга соотношения мощности альфа- и тета-ритмов центральных отделов правого полушария, по сравнению с показателями контрольной группы, объективно свидетельствует об эффективности данной методики как метода саморегуляции психофизиологического состояния.
2. Анализ альфа-ритма ЭЭГ, зарегистрированного в центральных отделах с учетом его индивидуальных частотных характеристик, показал, что при проведении сеансов ЭЭГ-ОС у испытуемых опытной группы, в отличие от участников исследования контрольной группы, к концу тренингов развивается статистически значимый ($P < 0.05$) прирост мощности альфа-1-ритма ЭЭГ на 70 % в левом и на 80 % в правом полушариях по сравнению с его исходным уровнем.

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках базовой части государственного задания № 2015/701 Минобрнауки России в сфере научной

деятельности темы «Обоснование применения оздоровительно-превентивных технологий на основе действия низкоинтенсивных факторов различной природы».

Список литературы

1. Калашникова И. Г. Индивидуально–типологические особенности ЭЭГ-коррелятов эмоциональных реакций человека / Калашникова И. Г. // Физиол. журн. – 1995. – Т. 41, № 10. – С. 108–112.
2. Костюнина М. Б. Частотные характеристики спектров ЭЭГ при эмоциях / Костюнина М. Б., Куликов М. А. // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П.Павлова. – 1995. – Т. 45, № 3. – С. 453–457.
3. Crawford H. J. Self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during waking and hypnosis: laterality and regional EEG activity differences / Crawford H. J., Clarke S. W., Kitner-Triolo M. // Int. J. Psychophysiol. – 1996. – V. 24, N 3. – P. 239–266.
4. Krause C. M. Relative electroencephalographic desynchronization and synchronization in humans to emotional film content: an analysis of the 4–6, 6–8, 8–10 and 10–12 Hz frequency bands / Krause C. M., Viemero V., Rosenqvist A., Sillanmaki L., Astrom T. // Neuroscience Letters. – 2000. – V. 286, N 1. – P. 9–12.
5. Aftanas L. I. Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli / Aftanas L. I., Pavlov S. V., Reva N. V., Varlamov A. A. // Int. J. Psychophysiol. – 2003. – V. 50, N 3. – P. 205–212.
6. Трибрат А. Г. Динамика ЭЭГ-потенциалов в начале серии сеансов обратной связи по характеристикам ЭЭГ / А. Г. Трибрат, Д. Г. Губкина, В. Б. Павленко // Нейрофизиология. – 2007. – Т. 39, № 1. – С. 88–98.
7. Павленко В. Б. Нейробиологические факторы психической индивидуальности и их электрофизиологические корреляты / Павленко В. Б. // В кн.: Системные реакции в биопотенциалах головного мозга человека и животных (под редакцией В.Г. Сидякина). – Симферополь: СГТ, 2001. – С. 276–336.

**ALPHA–THETA TRAINING: SELF-REGULATION OF
PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE WITH THE HELP OF THE FEEDBACK
SESSIONS ON THE EEG**

Tribrat A. G., Pavlenko V. B., Tribrat N. S.

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russian Federation
E-mail: 3brat@rambler.ru*

Changes of specters of the EEG was studied in set the experiments with biofeedback, which consists of three tries and based on EEG characteristics, which were oriented on increasing ration between power of alpha- and theta rhythms analyzes was done. The feedback signal is a volume of white noise, combined with the background music, in the control of the sound impact remained unchanged. EEG-potentials were recorded in C3 and C4 locus. During the sessions running EEG power ratio alpha and theta rhythms is reduced in subjects as a control, since the experimental groups. However, experimental test group decrease significantly less than this ratio and the end of the third session in the right hemisphere significantly exceeds the rate of the control group. To determine the EEG power in the sub-bands of EEG alpha rhythm of each test subject to individual analysis. After neurofeedback sessions also revealed a significant increase in the

availability of early-building component amplitudes in both hemispheres, and contingent negative wave in the right hemisphere. It is obvious that the identified differences in the ratio of alpha and theta rhythms merely subjects the activity of the experimental group can be explained by the subjects of the two groups which, by relying on the feedback signal, allow purposefully to reduce mental and emotional stress, to reach the motor and mental relaxation. It is also possible to conclude that the minimum effective series of alpha-theta training, leading to a change in the pattern of EEG potentials for most healthy subjects may consist of three sessions. It is obvious that the reduction of situational anxiety as a result of the EEG-running series of sessions decreases the severity of the feeling of tension, fear, anxiety. Statistically significant changes in the expression of emotion revealed only in the subjects of the experimental group. It turned out that the subjects using certain relaxation strategy is characterized as certain dynamics of the pattern of EEG rhythms. Those participants in the experimental group who reached not only relaxation, but also a high ratio of alpha and theta rhythms better make the task of the metering of the time intervals less lagging with the push of a button relative to other members of their group. It is logical to assume that as a result of the neurofeedback sessions increased functionality of any mental relaxation. We also assume that since power-3-alpha rhythm reflects the degree of physical relaxation during the session occurs primarily emotional than muscle relaxation.

Keywords: biological feedback based on EEG characteristics, neurofeedback, neurotherapy.

References

1. Kalashnikova I.G. Individualno-tipologicheskie osobennosti EEG-korrelyatov emocionalnih reakciy cheloveka, *Fiziol.URN: urn:issn:1092-9744* **41, 10**, 108 (1995).
2. Kostyunina M. B., Kulikov M. A. Chastotnye harakteristiki spektrov EEG pri emociyah, *Jurnal vyishey nervnoy diyatelnosti im. I.P.Pavlova*, **45, 3**, 453 (1995).
3. Crawford H. J., Clarke S. W., Kitner-Triolo M. Self-generated happy and sad emotions in low and highly hypnotizable persons during waking and hypnosis: laterality and regional EEG activity differences, *Int. J. Psychophysiol.*, **24, 3**, 239 (1996).
4. Krause C. M., Viemero V., Rosenqvist A., Sillanmaki L., Astrom T. Relative electroencephalographic desynchronization and synchronization in humans to emotional film content: an analysis of the 4–6, 6–8, 8–10 and 10–12 Hz frequency bands, *Neuroscience Letters.*, **286, 1**, 9 (2000).
5. Aftanas L. I., Pavlov S. V., Reva N. V., Varlamov A. A. Trait anxiety impact on the EEG theta band power changes during appraisal of threatening and pleasant visual stimuli, *Int. J. Psychophysiol.*, **50, 3**, 205 (2003).
6. Tribрат А. Г., Gubkina D. G., Pavlenko V. B. Dinamika EEG-potencialov v nachale serii seansov obratnoy svyazi po harakteristikam EEG, *Neyrofiziologiya*, **39, 1**, 88 (2007).
7. Pavlenko V. B. *Neyrobiologicheskie faktoryi psicheskoy individualnosti i ih elektrofiziologicheskie korrelyaty*, V kn.: *Sistemnye peakcii v biopotencialah golovnoego mozga cheloveka i jivotnih* (pod redakciye V. G. Sidyakina), 276 (Simferopol: SGT, 2001).