

*Павленко В.Б., Конарева И.Н., Шутова Е.С., Черный С.В. Использование электроэнцефалографической биообратной связи для коррекции психофизиологического статуса человека // Таврический медико-биологический вестник. – 2001. – Т. 4, № 4. – С. 56-60.*

УДК 612.822.3.08; 159.938.

**Использование электроэнцефалографической биообратной связи для коррекции психофизиологического статуса человека.**

В.Б Павленко, И.Н. Конарева, Е.С. Шутова, С.В. Черный  
Кафедра физиологии человека и животных (зав. – проф. В.Г. Сидякин), отделение психологии (зав. – проф. В.К. Калинин) Таврического национального университета им В.И. Вернадского, г.Симферополь.

**Using EEG biofeedback for correction of psychophysiological state of the man**

V.B.Pavlenko, I.N.Konareva, E.S.Shutova, S.V.Chernuj

**SUMMARY**

It is showed that EEG biofeedback session applying to increase correlation between the alpha and the teta bands of the EEG lead to improvement of the functional state of the subjects. Event related potentials were annualized for understanding the mechanisms of these effects. It has been found an considerable enhancement of contingent negative variation amplitude, decreasing the reaction time and its dispersion after training session.

**Використання електроенцефалографічного біозворотного зв'язку для корекції психофізіологічного статусу людини**

В.Б. Павленко, І.Н. Конарева, О.С.Шутова, С.В.Чорний

**Резюме**

Показано, що проведення серії сеансів біозворотного зв'язку по ЕЕГ, спрямованих на збільшення співвідношення альфа- і тета-ритму, приводить до оптимізації функціонального стану дослідуваних. Для з'ясування

механізмів спостережуваних ефектів аналізували пов'язани с подією потенціали, зареєстровані до і після сеансу. Виявлено достовірне збільшення амплітуди умовної негативної хвилі, зменшення часу реакції та його дисперсії.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, связанные с событием потенциалы, ЭЭГ, ситуативная и личностная тревожность.

Загрязнение окружающей среды нашего региона и социальные стрессы приводят к все более широкому распространению психических дизадаптаций включающих в себя повышенную тревожность, депрессию, враждебность и другие негативные проявления [6]. Предполагают, что подобные нарушения не являются следствием каких-то органических поражений отдельных структур мозга, а являются “сбоями” в системе регуляции. Оптимальными для коррекции указанных нарушений должны быть, прежде всего, не фармакологические препараты, а функциональные методы, такие как применение биологической обратной связи (БОС) по ЭЭГ или biofeedback [7]. Применение БОС связано с использованием электронного приспособления для отведения, усиления и представления в подходящей форме обычно неконтролируемых сознанием физиологических процессов, что позволяет достичь их произвольной регуляции. Показано, что с помощью сеансов БОС по ЭЭГ (нейротерапия или neurofeedback) можно научить человека направленно менять мощность и частоту ритмов ЭЭГ, их пространственную локализацию. Считается, что приобретаемый при помощи БОС сознательный контроль физиологических процессов сохраняется затем и без искусственной обратной связи за счет сформировавшихся механизмов саморегуляции [10]. Однако применения БОС пока не получило широкого распространения в связи с недостаточной изученностью его нейрофизиологических механизмов и малодоступностью соответствующего оборудования. Что касается механизмов БОС, то адекватным методом для оценки объективных показателей работы

мозга является регистрация связанных с событием потенциалов (ССП) [5].

В связи с этим, целью настоящего исследования являлась апробация нового программно-аппаратного комплекса для проведения БОС, а также анализ показателей ССП и иных психофизиологических показателей до и после сеанса БОС.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняло участие 44 человека в возрасте 19-35 лет, обоего пола, правшей, без неврологических патологий. Эксперименты были проведены в две серии. В первой из них изучали динамику изменений ритмов ЭЭГ, самочувствие, активность, настроение и тревожность в течение шести-восьми тренингов с применением БОС у четырех испытуемых. Психологическое тестирование включало предъявление опросников САН и Спилбергера. Опыты второй серии включали регистрацию ССП до и после однократного проведения сеанса БОС на увеличение соотношения альфа- и тета-ритмов в одной группе или прослушивания музыки в другой (каждая группа – 20 человек).

Испытуемый находился в удобном кресле в затемненной камере. Отведение и анализ биопотенциалов осуществляли с помощью электроэнцефалографа “Медикор”, лабораторного интерфейса и компьютера IBM PC. Потенциалы отводили монополярно, в точках С3 и С4 по системе “10-20”, референтным электродом служили объединенные датчики над сосцевидными отростками черепа. Для проведения сеансов БОС использована программа “ВФВ-2” (программист В.Арбатов, техническое задание В.Павленко). Сеанс включал три этапа. На первом этапе испытуемые слушали музыку на фоне постоянного “белого шума”. На втором этапе испытуемым предлагалось управлять соотношением амплитуд своих альфа- и тета-ритмов, ориентируясь на сигнал обратной связи. В качестве сигнала обратной связи использовали изменения громкости “белого шума”. При увеличении амплитуды альфа-

ритма и понижении тета-ритма шум становился тише и исчезал, в противоположном случае его громкость возрастала. На третьем этапе сигнал обратной связи выключался. Общая продолжительность сеанса – семь-восемь минут; длительность этапов – две-четыре минуты. В контрольной серии сигнал обратной связи не включали.

При проведении второй серии исследований регистрировали ССП с помощью программы “ERP”. Программа обеспечивала автоматизированное предъявление пар звуковых стимулов (предупреждающего и императивного) и требовала от испытуемого нажатия на кнопку правой рукой с максимальной возможной скоростью после второго из них. Об успешности выполнения задачи испытуемый узнавал из сигналов, зажигающихся на светодиодном табло. Для анализа ССП были выбраны величины амплитуды УНВ и P300.

Остальные подробности методики описаны ранее [1, 5].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Участовавшим в первой серии исследований испытуемым как правило удавалось увеличить амплитуду своего альфа-ритма либо во время подачи сигнала обратной связи (Рис. 1, а), либо на третьем этапе сеанса БОС (в последствии) (Рис. 1, б). Усиление альфа-ритма в последствии активного сеанса БОС можно объяснить итогом направленной деятельности испытуемого, приводящего к определенным скрытым изменениям. Такая деятельность сама по себе часто подавляет альфа-ритм, но благоприятствует его последующему появлению с большей интенсивностью.

Рис. 1. Динамика спектра ЭЭГ двух испытуемых во время сеанса БОС. По оси абсцисс – частота ЭЭГ, по оси ординат – нормированная мощность ритмов, по оси аппликат – время регистрации. Цветом выделены этапы БОС: светло-серым – исходный этап, темно-серым – собственно БОС, черным – последствие БОС.

Динамика изменения альфа-ритма ЭЭГ и психологических показателей на протяжении шести сеансов БОС представлена на рис. 2. Мощность альфа-ритма на протяжении тренингов увеличивалась, хотя подъемы чередовались со спадами.

Рис.2. Динамика изменения мощности альфа-ритма ЭЭГ (а), уровня тревожности (б), показателей самочувствия, активности, настроения (в) четырех испытуемых на протяжении шести сеансов БОС.

В результате проведения БОС значительно понижалась ситуативная тревожность, росли показатели самочувствия, активности, настроения. В некоторых случаях наблюдалось улучшение соматического состояния (исчезали сердечные или головные боли). Было установлено также понижение личностной тревожности. Известно, что высокой личностной тревожности чаще соответствует преобладание торможения, инертность нервных процессов. [2]. Поэтому наши результаты могут объясняться ростом сбалансированности процессов возбуждения и торможения.

При проведении второй серии исследований оказалось, что более половины испытуемых смогли увеличить мощность своего альфа-ритма даже при однократном тренинге БОС. Такие изменения наблюдались у 11 из 20 человек, у троих данный ритм значимо не изменялся, у шести – снижался.

Регистрация ССП после сеанса БОС показала достоверное увеличение амплитуды условной негативной волны (УНВ), несколько выросла амплитуда волны P300 (Рис. 3). Получено также достоверное уменьшение времени реакции и его дисперсии после сеанса БОС. Этот результат является закономерным следствием увеличения негативации УНВ, которая отражает степень вовлечения испытуемого в деятельность, связанную со стимулом [3].

Отметим, что в контрольной группе испытуемых, которые слушали му-

зыку без предъявления сигнала обратной связи, подобные эффекты не наблюдались.

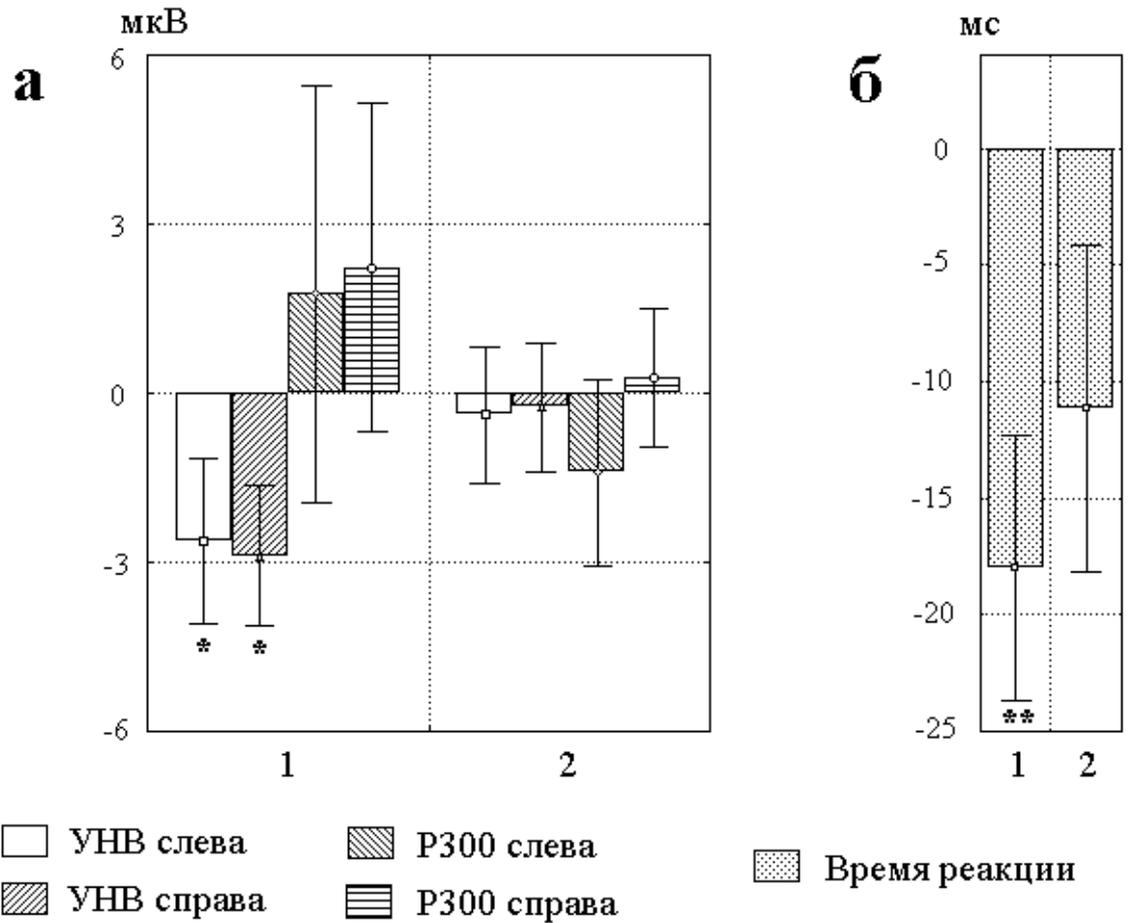


Рис.3. Изменение показателей ССП (а) и времени реакции (б) в последствии сеанса БОС (1) и предъявления музыки без БОС (2) по сравнению с исходным уровнем.

\* изменения достоверны при  $P \leq 0,05$ , \*\* при  $P \leq 0,01$ .

Рост УНВ еще раз свидетельствует о том, что амплитуда УНВ зависит от степени выраженности альфа-ритма и его соотношении с другими ритмами ЭЭГ [4]. Полученные данные позволяют представить некоторые механизмы, лежащие в основе эффектов БОС по ЭЭГ. Известно, что в генерации ССП принимают участие пирамидные нейроны III и VI слоев коры. Аффе-

рентные импульсы, поступающие по таламокорковым путям, активируют их апикальные дендриты, возбуждение охватывает поверхностные дендритные разветвления и развивается негативная волна ССП. Важную роль в этом процессе играют нервные клетки стриопаллидарной системы и других подкорковых структур (в том числе моноаминергических), угнетающие тормозящие нейроны ретикулярного ядра таламуса [8]. Принято считать, что взаимодействие нейронов ретикулярного и других ядер таламуса лежит в основе генерации альфа-ритма. Исходя из этого, была выдвинута одна из гипотез о природе эффектов БОС: тренинг, направленный на усиление альфа-ритма, модифицирует тормозные механизмы таламуса [9]. Полученные нами факты об увеличении УНВ в последствии БОС свидетельствуют в пользу данного предположения.

## ВЫВОДЫ

1. Проведение серии сеансов БОС с использованием программы “ВФВ-2” позволяет адекватно скорректировать психоэмоциональное состояние человека, нарушенное в результате отрицательных экологических и социальных воздействий.
2. Динамика ССП свидетельствуют, что в результате сеансов БОС на увеличение соотношения альфа- и тета-ритмов формируются благоприятные, относительно устойчивые перестройки внутримозговых связей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мясников Д.А., Ефремов Д.А., Павленко В.Б. Измененные состояния сознания: психофизиологический анализ // Таврический журнал психиатрии. – 1998. –2, № 4. – С.47-50.
2. Катygин Ю.А., Умнов В.П., Чунаев А.А. Связь тревожности как свойства личности с некоторыми психофизиологическими характеристиками // Психофизиология. – Л., – 1979. – С. 46-49.
3. Конарева И.Н., Павленко В.Б. Индивидуально-психологические особенно-

сти латентного периода простой сенсомоторной реакции с предупреждением. // Ученые записки Таврического национального университета. – 1999. – 12, № 2. – С. 105-110.

4. Конарева И.Н., Павленко В.Б. Взаимосвязь ритмической активности коры мозга, вызванных потенциалов и характеристик личности // Ученые записки Таврического национального университета.– 2001. – (в печати).
5. Конарева И.Н., Павленко В.Б. Индивидуальные особенности когнитивных вызванных потенциалов при выполнении задачи на время реакции. // Таврический медико-биологический вестник. – 2000. – 3, № 1-2. – С. 62-67.
6. Павленко В.Б., Евстафьева И.А., Евстафьева Е.В., Артов А.М. Психологические особенности и показатели биоэлектрической активности мозга у подростков в связи с содержанием ртути в организме // Таврический медико-биологический вестник. – 2001. – (в печати).
7. Сороко С.И., Мусуралиев Т.Ж., Комаровер И.Н., Соложенкин В.В. Коррекция нервно-психических дизадаптационных нарушений с помощью метода функционального биоуправления с ЭЭГ-обратными связями // Физиология человека – 1995. – 21, № 6. – С. 14-28.
8. Birbaumer N., Elbert T., Canavan A., Rocstron B. Slow potentials of the cerebral cortex and behavior // *Physiol. Rev.*– 1990. – 70, № 1. – P. 1-41.
9. Sterman B. Physiological origins and functional correlates of EEG rhythmic activities: implication for self-regulation // *Biofeedback and self-regulation.* – 1996. –21, № 1. – P.3-33.
10. Williams R.R. Biofeedback: a technology for self-transaction. // *J. Transperson. Psychol.* – 1976. –8, №. 2. – P. 119-127.