

УДК 612.822.3.08

МОДИФИКАЦИИ СПЕКТРАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ РИТМОВ ЭЭГ ЖИВОТНОГО ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ СЕАНСОВ АЛЬФА/ТЕТА ТРЕНИНГА

Фокина Ю.О.

По разработанной модели проводили сеансы альфа/тета тренинга с двумя бодрствующими кошками. Сигналом обратной связи являлся уровень звукового сигнала, подаваемый животному, который уменьшался при увеличении отношения спектральных мощностей альфа- и тета-ритмов ЭЭГ, зарегистрированной в затылочном отведении. Показано, что после проведения таких сеансов увеличивается спектральная мощность альфа-ритма и снижается спектральная мощность тета-ритма ЭЭГ.

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, биологическая обратная связь, альфа/тета тренинг.

ВВЕДЕНИЕ

Методика обратной связи по характеристикам ЭЭГ (ЭЭГ-ОС) все чаще применяется в медицине. Наиболее широкое распространение имеет вариант ЭЭГ-ОС, при котором пациенты обучаются произвольному контролю выраженности альфа-ритма ЭЭГ. Существуют многочисленные данные о применении ЭЭГ-ОС с произвольной регуляцией альфа-ритма ЭЭГ для подавления состояний тревожности [1], стресса и депрессии [2], а также при коррекции аффективных расстройств [3] и нервно-психических дизадаптационных отклонений [4]. В тоже время, механизмы, лежащие в основе изменений спектральной мощности (СМ) альфа-ритма после проведения сеансов ЭЭГ-ОС не известны. Безусловно, первым звеном таких исследований являются эксперименты на животных. При этом вначале необходимо разработать модель для обучения животного управлять ритмами своей ЭЭГ. В предложенной нами модели во время записи животному подается громкий раздражающий шум. Компьютерная программа регулирует уровень громкости звукового сигнала в зависимости от СМ определенного ритма ЭЭГ животного. Поскольку ритмы ЭЭГ спонтанно меняются, меняется и громкость звукового сигнала. Рост мощности определенного ритма совпадает по времени с уменьшением громкости раздражающего шума. В результате у кошки вырабатывается условный рефлекс – ритмы ЭЭГ меняются так, что громкость подаваемого звукового сигнала становится тише. Целью настоящего исследования является доказательство эффективности предложенной нами модели на примере проведения сеансов альфа/тета тренинга.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования выполнены на двух бодрствующих кошках, весом 3,0-4,0 кг. Животных предварительно оперировали под общим наркозом. В процессе операции на костях черепа (над лобной, правой и левой височными и затылочной областями

коры) располагали электроды для монополярного отведения ЭЭГ. Референтный электрод располагали на лобной кости. Через 5–7 дней после операции начинали проводить сеансы ЭЭГ-ОС. Во время экспериментов кошки находились в состоянии спокойного бодрствования. ЭЭГ регистрировали с помощью электроэнцефалографа Bioscrypt BST–112. Рассчитывали мощность ЭЭГ в следующих частотных диапазонах: 1-3 Гц (дельта-ритм); 4-7 Гц (тета-ритм); 8-13 Гц (альфа-ритм); 14-30 Гц (бета-ритм); 31-48 Гц (гамма-ритм).

Сеансы ЭЭГ-ОС проводили на увеличение отношения СМ альфа- и тета-ритма затылочного отведения животного по следующей схеме: регистрация фоновых показателей (первая мин), подача звукового сигнала ОС (белый шум, вторая-шестая мин), последствие (седьмая мин). Управляемым параметром являлась интенсивность белого шума, которая менялась в зависимости от отношения СМ альфа-ритма к СМ тета-ритма (в пределах 70-80 дБ), при этом, чем больше было значение данного соотношения, тем меньшую громкость имел белый шум. Всего проводили 50 - 60 таких сеансов. Данные эксперимента фиксировались в памяти компьютера и в последующем обрабатывались. СМ ритмов ЭЭГ вычисляли с помощью быстрого преобразования Фурье. Дальнейшую обработку и анализ экспериментальных данных проводили с использованием непараметрического критерия Вилкоксона [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При анализе изменения СМ каждого ритма ЭЭГ, зарегистрированной во всех исследованных отведениях, после проведения сеансов ЭЭГ-ОС на увеличение отношения мощностей альфа- и тета-ритмов ЭЭГ в затылочном отведении, по сравнению с исходными значениями, выявлена общая тенденция к увеличению СМ альфа-ритма и снижению СМ тета-активности в составе ЭЭГ бодрствующей кошки (рис. 1). При этом, статистически значимые различия ($p < 0,05$) были выявлены для СМ альфа-ритма, зарегистрированного в затылочном отведении и для СМ тета-ритма, зарегистрированного в затылочном и правом височном отведениях. Так, СМ альфа-ритма ЭЭГ, отведенной от затылочного локуса, после проведения всех сеансов ОС на увеличение отношения мощностей альфа- и тета-ритмов составила в среднем $111,5 \pm 8,32$ %, относительно значений в исходном состоянии принятых за 100 % (рис. 1, Б). СМ тета-ритма ЭЭГ, зарегистрированной в затылочном и правом височном локусе, после проведения таких сеансов составила в среднем $93,0 \pm 9,51$ % и $92,8 \pm 9,20$ %, соответственно (рис. 1, Б, Г).

Тот факт, что изменения спектральных компонентов ЭЭГ происходят во всех исследованных отведениях согласуется с данными Д. Любара, которым показаны изменения ЭЭГ не только по каналу обратной связи, а во всех исследованных отведениях [6]. В тоже время, имеются многочисленные исследования, в которых показано увеличение альфа-ритма во время сеансов ЭЭГ-ОС [4, 7, 8]. Так, в работе О.М. Базановой и М.Б. Штарк [7] выявлено увеличение частоты, ширины диапазона и мощности альфа-активности ЭЭГ после эффективного биоуправления. А.И.Федотчев и Е.В. Ким [8] показали, что в результате ЭЭГ-ОС наиболее выраженные и достоверные изменения наблюдаются в увеличении альфа-ритма и

снижении тета-активности, авторы предполагают, что такие изменения можно объяснить общим релаксационным влиянием ЭЭГ-ОС процедур. Что касается тета-ритма ЭЭГ, который снижался после проведения ЭЭГ-ОС сеансов, то установлено, что наибольшее число успешных проб (83 %) отмечается для сеансов ЭЭГ-ОС на уменьшение тета-активности [8]. Подавление медленноволновой активности рассматривается рядом исследователей как один из наиболее характерных признаков повышения функциональной активности мозга [9, 10]. Достоверное снижение тета-ритма в правом полушарии можно объяснить тем, что правое полушарие в основном обеспечивает общую мобилизационную готовность, поддержание необходимого уровня бодрствования, но его активность сравнительно мало связана с особенностями конкретной деятельности [11].

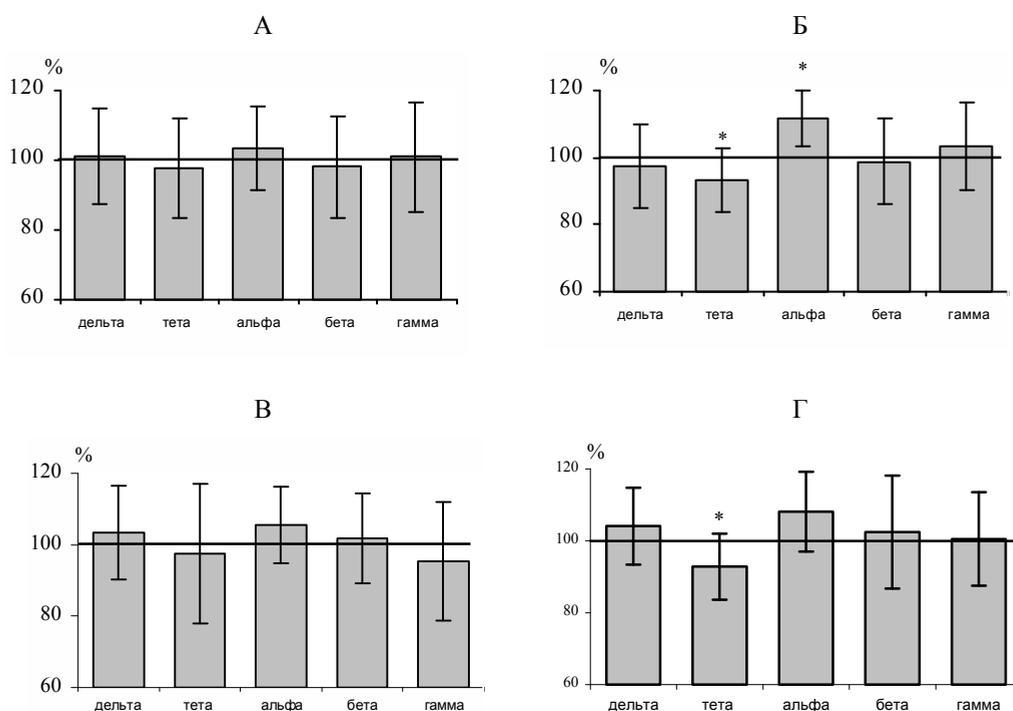


Рис. 1. Изменение спектральной мощности ритмов ЭЭГ, в каждом из исследованных отведений после проведения сеансов обратной связи на увеличение отношения мощностей альфа- и тета-ритмов ЭЭГ, зарегистрированной в затылочном отведении относительно исходных значений принятых за 100%.

А – лобное отведение, Б – затылочное отведение, В – левое височное отведение, Г – правое височное отведение.

* – достоверные различия по сравнению с исходными значениями при $p < 0,05$.

Таким образом, при проведении сеансов ОС отношение мощностей альфа- и тета-ритмов растет за счет увеличения СМ альфа-ритма и снижения СМ тета-

активности в составе ЭЭГ бодрствующей кошки. Изменения СМ ритмов ЭЭГ, зарегистрированы не только в отведении, с которого подавался сигнал обратной связи (затылочное отведение). Это позволяет сделать вывод, что изменения, происходящие в результате проведения сеансов ЭЭГ-ОС, не являются строго локальными, ограничивающимися отдельными участками мозга. Вероятно, что при проведении сеансов альфа/тета тренинга животное обучается (за счет снижения громкости подаваемого звукового сигнала) достигать максимального расслабления при поддержании определенного уровня бодрствования.

ВЫВОДЫ

1. После проведения сеансов обратной связи по характеристикам ЭЭГ на увеличение альфа/тета отношения обнаружено увеличение спектральной мощности альфа-ритма и снижение спектральной мощности тета-ритма во всех исследованных отведениях.
2. Спектральная мощность альфа-ритма статистически значимо увеличивается в затылочном отведении, спектральная мощность тета-ритма статистически значимо уменьшается в затылочном и правом височном отведениях

Список литературы

1. Rice K. M. Biofeedback treatments of generalised anxiety disorder: preliminary results / K. M. Rice, E. B. Blanchard, M. Purcell // *Biofeedback Self-Regul.* – 1993. – V. 18, № 2. – P. 93–105.
2. Gibson D. P. The enhancement of alpha waves following EEG biofeedback / D. P. Gibson, D. Montgomery // *Biofeedback Self-Regul.* – 1994. – V. 19, № 3. – P. 305–306.
3. Rosenfeld J. P. Operant (biofeedback) control of left-right frontal alpha power differences: potential neurotherapy for affective disorders / J. P. Rosenfeld, G. Cha, T. Blair, I. H. Gotlib // *Biofeedback Self-Regul.* – 1995. – V. 20, № 3. – P. 241–249.
4. Сороко С. И. Коррекция нервно-психических дизадаптационных нарушений с помощью метода функционального биоуправления с ЭЭГ-обратными связями / С. И. Сороко, Т. Ж. Мусуралиев, И. Н. Комаровер, В. В. Соложенкин // *Физиология человека.* – 1995. – Т. 21, № 6. – С. 14–28.
5. Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных: учебное пособие / Андрей Дмитриевич Наследов. – СПб. : Речь, 2004. – 392 с. – (3-е изд., стереотип.).
6. Lubar J. F. Quantitative EEG and auditory event related potentials in the evaluation of attention deficit disorder: Effects of Methylphenidate and implications for neurofeedback training / J. F. Lubar, M. O. Swartwood, J. N. Swartwood [et al.] // *J. Psychoeducational Assessment (Monograph series, Special ADHD Issue).* – 1995. – P. 143–160.
7. Базанова О. М. Биоуправление в оптимизации психомоторной реактивности. Сообщение I. Сравнительный анализ биоуправления и обычной исполнительской практики / О. М. Базанова, М. Б. Штарк // *Физиология человека.* – 2007. – Т. 33, №4. – С. 24–32.
8. Федотчев А. И. Коррекция психоэмоциональных расстройств при беременности методом адаптивного биоуправления с обратной связью по ЭЭГ / А. И. Федотчев, Е. В. Ким // *Физиология человека.* – 2006. – Т. 32, № 6. – С. 28–32.
9. Гусельников В. И. Электрофизиология головного мозга (курс лекций) / Владимир Иванович Гусельников. – М. : Высшая школа, 1976. – 423 с. – (Учеб. пособие для биолог. специальностей ун-тов).
10. Биопотенциалы мозга человека: Математический анализ / [Русинов В. С., Гриндель О. М., Болдырева Г. Н., Вакар Е. М.]. – М. : Медицина, 1987. – 285 с. – (под ред. В. С. Русинова).
11. Posner M. I. The attention system of the human brain / M. I. Posner, S. E. Peterson // *Ann. Rev. Neurosci.* – 1990. – V. 13, № 1. – P.25–42.

Фокина Ю.О. Модифікації спектральної потужності ритмів ЕЕГ тварини після проведення сеансів альфа/тета тренінгу // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т. 22 (61). – № 1. – С. 94-98.

По розробленій моделі проводили сеанси альфа/тета тренінгу на двох бадьорих котів. Сигналом зворотнього зв'язку був рівень звукового сигналу, що подавався тварині, котрий зменшувався при збільшенні відносини спектральних потужностей альфа- і тета-ритмів ЕЕГ, зареєстрованої в потиличному відведенні. Показане, що після проведення таких сеансів збільшується спектральна потужність альфа-ритму та зніжується спектральна потужність тета-ритму.

Ключові слова: електроенцефалограма, біологічний зворотний зв'язок, альфа/тета тренінг.

Fokina Yu.O. The modifications of spectral power EEG rhythms of animal after realization alpha/teta session // Uchenye zapiski Tavricheskogo Natsionalnogo Universiteta im. V. I. Vernadskogo. Series «Biology, chemistry». – 2009. – V.22 (61). – № 1. – P. 94-98.

The alpha/teta neurofeedback sessions on two wakeful cats were carried out based on elaborated sheme. The signal of feedback was the level of audio signal given to an animal, which diminished when the relation of powers of alpha - and teta-rhythms recorded in occipital area is increased. It is revealed, that spectral power of alpha-rhythm in occipital lead is increased and spectral power of teta-rhythm in occipital and right temporal leads is decreased after EEG biofeedback sessions

Keywords: electroencephalogram, biofeedback, alpha/teta session.

Поступила в редакцію 20.04.2009 з.