

УДК-612.822.3.08; 612.821.2

КОРРЕКЦИЯ ТРЕВОЖНОСТИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ С ПОМОЩЬЮ КУРСА СЕАНСОВ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ

Эйсмонт Е.В., Алиева Т.А., Луцюк Н.В., Павленко В.Б.

*Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина,
e-mail: jeta07@mail.ru*

Изучали изменения паттерна электроэнцефалограммы (ЭЭГ) в ходе проведения сеансов обратной связи по характеристикам ЭЭГ (ЭЭГ-ОС), а также оценивали влияние применения метода ЭЭГ-ОС на уровень тревожности, оцениваемый с помощью психологических тестов Спилбергера, А.М. Прихожан и Люшера. В исследовании приняли участие 23 практически здоровых испытуемых 5-14 лет, которые были разделены на две группы: экспериментальную (n=11) и контрольную (n=12). Получены данные, подтверждающие изменение функционального состояния мозга в результате прохождения курса сеансов ЭЭГ-ОС. В ЭЭГ отмечались изменения величины альфа-ритма, отношений амплитуд альфа-ритма и тета-ритма, сенсомоторного ритма и тета-ритма, а также модальной частоты альфа-ритма. Зарегистрированные изменения характеристик ЭЭГ, вызванные прохождением курса сеансов ЭЭГ-ОС, сопровождались снижением уровня тревожности.

Ключевые слова: тревожность, дети, подростки, обратная связь по характеристикам ЭЭГ.

ВВЕДЕНИЕ

В современных исследованиях большое внимание уделяется феномену повышенного уровня тревожности. Высокий уровень личностной тревожности способствует возникновению ряда нервно-психических расстройств (панические атаки, фобии, депрессии и др.) и психосоматических заболеваний [1]. При этом исследователями отмечается рост числа высокотревожных детей и подростков [2, 3], в связи с чем большую актуальность приобретает вопрос коррекции тревожности в данной возрастной группе. Важность имеет не только эффективность способа коррекции, но и его безвредность для детского организма. В настоящее время в терапии неврозов у взрослых людей широко и успешно применяется метод обратной связи по ЭЭГ (ЭЭГ-ОС) [4, 5]. В литературе отмечается актуальность разработки методики сеансов ЭЭГ-ОС, которые были бы направлены на лечение тревожных расстройств у детей [6]. Сеансы ЭЭГ-ОС, проводимые с детьми, в основном были направлены на коррекцию синдрома дефицита внимания с гиперактивностью, при этом была показана их высокая эффективность [7 – 11], однако методика проведения сеансов ЭЭГ-ОС, направленных на снижение

повышенной тревожности у детей и подростков, остается не разработанной. На основании вышеизложенного целью настоящего исследования явилась оценка эффективности сеансов обратной связи по характеристикам ЭЭГ, направленных на снижение тревожности у детей и подростков.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 23 практически здоровых ребенка 5-14 лет (13 мальчиков и 10 девочек). Дети были разделены на две группы: экспериментальную ($n = 11$), которая участвовала в сеансах ЭЭГ-ОС и контрольную ($n = 12$), в которой двукратно регистрировали ЭЭГ и диагностировали уровень тревожности с интервалом, соответствующим продолжительности проведения тренинга у детей экспериментальной группы.

При проведении сеансов ЭЭГ-ОС использовался 16-канальный электроэнцефалограф фирмы "Tredex" (г. Харьков). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно в соответствии с международной системой 10-20 в точках Fp1, Fp2, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T3, T4, T5, T6, P3, P4, O1, O2. Частота оцифровки сигнала составляла 200 с^{-1} .

Тренинг включал 10-12 сеансов, занятия проводились два раза в неделю. Длительность одного сеанса составляла 30 мин. Во время сеансов испытуемый располагался в удобном кресле. Сеанс включал в себя несколько (пять-семь) эпизодов записей различных вариантов акустической и визуальной ОС, чередующихся между собой. Записи фоновой ЭЭГ при закрытых и открытых глазах длительностью по одной минуте проводились до и после каждого сеанса. Для сеансов ЭЭГ-ОС использовали ЭЭГ, регистрируемую от сенсомоторной зоны (С4) правого полушария. Перед тренингом испытуемому предоставляли необходимые сведения о процедуре и объясняли зависимость параметров сигнала ОС от психо-эмоционального состояния.

Акустическая ЭЭГ-ОС была представлена в трех вариантах. Первый вариант представлял собой предъявление испытуемому звукового шума («белый шум»), интенсивность которого менялась в зависимости от отношения амплитуды тета-ритма к амплитуде альфа-ритма: чем меньше было значение данного отношения, тем меньшую громкость имел «белый шум», т.е. зависимость между интенсивностью «белого шума» и величиной отношения амплитуд управляемых ритмов была прямо пропорциональной. Во втором случае испытуемому предъявляли одновременно музыкальный фон и «белый шум». Управляемым параметром являлась интенсивность «белого шума», которая менялась таким же образом, как и в первом варианте. Третий вариант представлял собой предъявление испытуемому музыки, громкость которой была тем больше, чем больше было значение соотношения амплитуды альфа-ритма к амплитуде тета-ритма. Испытуемому предлагалось запомнить свое состояние в то время, когда управляемый параметр менялся в необходимом направлении.

Во время визуальной ЭЭГ-ОС использовали цветовую таблицу, разработанную Стефаном Мадяром, цветные изображения природы, а также компьютерную игру «гонки жуков».

Во время предъявления визуального сигнала ОС испытуемый располагался в кресле перед монитором. Яркость цветов таблицы С. Маджара и элементов цветных изображений (например, плодов на дереве) менялась в зависимости от величины амплитуды альфа-ритма: чем больше была данная величина, тем ярче становились цвета. В специально разработанной игре «гонки жуков» скорость движения или сила главного игрового персонажа изменялись в зависимости от величины отношения амплитуд СМР и тета-ритма. Положительное развитие сюжета в игре наблюдалось при увеличении тренируемого отношения.

В ходе спектрального анализа ЭЭГ рассчитывали амплитуды следующих частотных компонентов: тета-ритм (4-8 Гц); альфа-ритм (9-13 Гц); СМР (12-15 Гц), бета1-ритм (16-20 Гц), бета2-ритм (21-30 Гц). Модальная частота альфа-ритма определялась как среднее арифметическое значение частот в соответствующем диапазоне данного частотного компонента, имеющее максимальную амплитуду в 20–25 отрезках записи длительностью 2.56 с. Рассчитывались также отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов, СМР и тета-ритма, бета1- и тета-ритмов, а также бета2- и тета-ритмов.

Обработка ЭЭГ во время проведения сеансов ЭЭГ-ОС основывалась на использовании цифровых фильтров Баттерворта четвертого порядка.

Уровень тревожности у детей и подростков определяли с помощью следующих психологических методик: проективной методики «Дом – Дерево – Человек» [12], теста Спилбергера-Ханина [13], шкалы явной тревожности А. М. Прихожан, шкалы личностной тревожности учащихся А.М. Прихожан, позволяющей оценить уровни различных видов тревожности (школьной, самооценочной, межличностной и магической) [14] и цветового теста Люшера [15].

Данные электрофизиологического исследования и показатели психологических тестов количественно обрабатывались посредством стандартных методов вариационной статистики.

Для определения достоверности различий между группами, а также различий уровней тревожности и спектральных характеристик ЭЭГ до и после ЭЭГ-ОС тренинга применяли параметрический t-критерий Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведения курса нейротерапии у испытуемых экспериментальной группы наблюдались изменения характеристик ЭЭГ по сравнению с аналогичными показателями до сеансов. Практически во всех локусах головного мозга, от которых производилась регистрация ЭЭГ, наблюдалось снижение амплитуды тета-ритма, значимое снижение данной величины наблюдалось в правой затылочной области ($p < 0,05$), увеличение амплитуд альфа-ритма и СМР, а также увеличение отношений амплитуд альфа- и тета-ритмов, амплитуд СМР и тета-ритма при закрытых глазах. Статистически значимые изменения величины отношения амплитуд альфа- и тета-ритмов были установлены для ЭЭГ, зарегистрированной от лобно-височной области правого полушария и теменной области левого полушария ($p < 0,05$), величины отношения амплитуд СМР и тета-ритма – для ЭЭГ, зарегистрированной от центральной, теменно-височной и затылочной областей левого полушария ($p < 0,05$), а

также от теменной области левого полушария ($p < 0,01$). На рис. 1 представлено топографическое распределение значений отношений амплитуд альфа- и тета-ритмов и амплитуд СМР и тета-ритма при записи ЭЭГ с закрытыми глазами у испытуемых экспериментальной группы до и после прохождения курса нейротерапии.

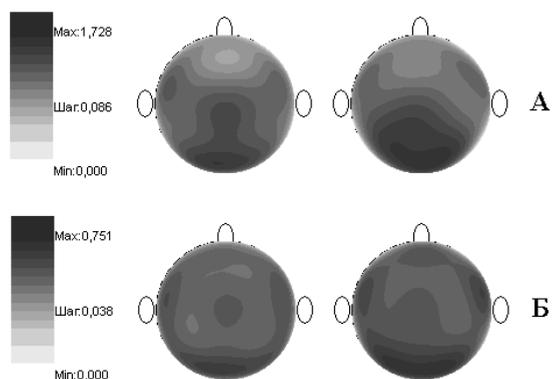


Рис. 1. Топография изменений отношений амплитуд альфа- и тета-ритмов (а) и амплитуд СМР и тета-ритма (б) до (слева) и после (справа) прохождения курса нейротерапии при записи ЭЭГ с закрытыми глазами у испытуемых экспериментальной группы.

Шкала в условных единицах – отношение амплитуд альфа- и тета-ритмов и амплитуд СМР и тета-ритма.

Представленные топограммы наглядно демонстрируют, что отношения ритмов ЭЭГ, на увеличение которых были направлены звуковые и игровые варианты обратной связи, после прохождения курса нейротерапии возросли практически по всей поверхности коры головного мозга.

В ЭЭГ, зарегистрированной при закрытых глазах, у испытуемых контрольной группы наблюдалось снижение амплитуд тета-ритма, альфа-ритма и СМР по сравнению с первоначальными значениями. В экспериментальной группе после прохождения тренинга наблюдался также рост величины модальной частоты альфа-ритма в ЭЭГ при закрытых глазах практически по всем отведениям, тогда как в ЭЭГ детей контрольной группы увеличение данного показателя было характерно для отдельных отведений, при этом изменения не были статистически значимыми, в других же отведениях наблюдалось снижение величины модальной частоты альфа-ритма или ее неизменность по сравнению с исходными значениями (рис. 2).

В ЭЭГ, зарегистрированной при открытых глазах, у детей экспериментальной группы были обнаружены следующие изменения: снижение амплитуды тета-ритма и увеличение отношения амплитуд СМР и тета-ритма после прохождения тренинга по сравнению с исходным уровнем. В ЭЭГ контрольной группы наблюдалось снижение величины отношения амплитуд СМР и тета-ритма (рис. 3).

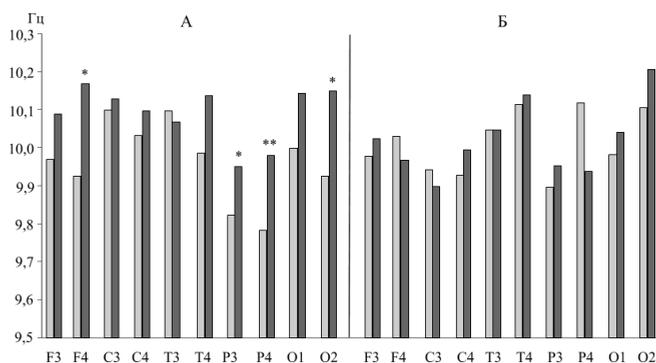


Рис. 2. Диаграммы средних значений модальной частоты альфа-ритма в ЭЭГ при закрытых глазах в экспериментальной (А) и контрольной (Б) группах до (светлые столбики) и после (темные столбики) проведения сеансов ЭЭГ-ОС. Звездочками отмечены случаи значимых отличий значений модальной частоты альфа-ритма после проведения сеансов со значениями модальной частоты альфа-ритма до сеансов ЭЭГ-ОС. * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ (t-критерий Стьюдента). F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1, O2 – локусы отведения ЭЭГ-потенциалов согласно системе 10-20. По вертикали – величина модальной частоты альфа-ритма (Гц).

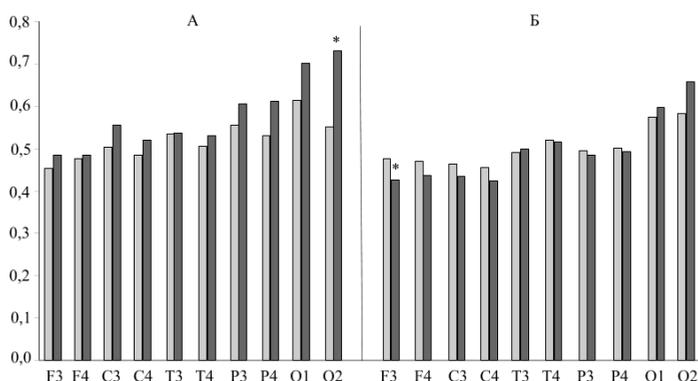


Рис. 3. Диаграммы средних значений отношения амплитуд СМР и тета-ритма в экспериментальной (А) и контрольной (Б) группах до (светлые столбики) и после (темные столбики) проведения сеансов ЭЭГ-ОС при регистрации ЭЭГ при открытых глазах. Звездочками отмечены случаи значимых отличий значений отношения амплитуд СМР и тета-ритма после проведения сеансов со значениями отношения амплитуд СМР и тета-ритма до сеансов ЭЭГ-ОС. * $P < 0.05$ (t-критерий Стьюдента). По вертикали – величина отношения амплитуд СМР и тета-ритма. Остальные обозначения те же, что на рис. 2.

Из рисунка видно, что величина отношения амплитуд СМР и тета-ритма, на увеличение которой были направлены игровые варианты обратной связи, у детей экспериментальной группы выросла во всех областях головного мозга,

статистически значимое увеличение наблюдалось в правой затылочной области. У детей контрольной группы величина данного отношения снижалась в большинстве отведений, от которых производилась регистрация ЭЭГ, в левой верхне-лобной области это снижение достигало уровня статистической значимости.

Результаты психологического тестирования до и после проведения курса сеансов ЭЭГ-ОС у испытуемых экспериментальной и контрольной групп представлены в таблице.

Таблица.

Средние значения уровней тревожности, определяемых с помощью различных методик, у испытуемых экспериментальной и контрольной групп до и после прохождения тренинга ($\bar{x} \pm S\bar{x}$)

Тревожность по различным тестам	Показатели до прохождения тренинга		Показатели после прохождения тренинга	
	Экспериментальная группа	Контрольная группа	Экспериментальная группа	Контрольная группа
Тревожность по тесту «Дом – Дерево – Человек»	4,00 ± 0,43	4,29 ± 0,64	3,77 ± 0,51 **	5,54 ± 0,36
Тревожность по тесту Люшера	5,64 ± 0,95	3,42 ± 0,62	5,64 ± 1,15	3,25 ± 1,04
Явная тревожность по тесту Прихожан	21,80 ± 5,17	20,50 ± 1,89	18,60 ± 4,55	18,33 ± 1,54
Ситуативная тревожность по тесту Спилбергера	40,14 ± 1,83	35,25 ± 1,46	36,29 ± 3,31	34,25 ± 1,21
Личностная тревожность по тесту Спилбергера	49,57 ± 3,41	43,58 ± 1,48	45,14 ± 1,92	45,25 ± 1,96
Школьная тревожность по тесту Прихожан	20,71 ± 1,81	16,00 ± 1,78	14,43 ± 2,47	15,33 ± 1,74
Самооценочная тревожность по тесту Прихожан	16,71 ± 2,69	15,42 ± 1,36	14,00 ± 3,10	15,00 ± 1,74
Межличностная тревожность по тесту Прихожан	19,29 ± 1,77	13,92 ± 1,84	14,43 ± 2,51	13,92 ± 1,65
Магическая тревожность по тесту Прихожан	11,14 ± 2,88	15,25 ± 1,11	8,00 ± 3,44	13,91 ± 2,71
Общая тревожность по тесту Прихожан	67,86 ± 7,01	60,58 ± 4,11	50,86 ± 9,53	58,17 ± 5,64

Примечание. Указаны значения средних \pm ошибка среднего по группе. Звездочками отмечены различия достоверные между показателями контрольной и экспериментальной групп после проведения тренинга при ** $P < 0.01$ (t-критерий Стьюдента)

Из данных таблицы видно, что уровни тревожности, определяемые с помощью различных психологических методик, в экспериментальной группе снижались после прохождения сеансов нейротерапии, за исключением уровня тревожности, оцениваемого с помощью теста Люшера, который для группы испытуемых в целом остался неизменным. Следует отметить, что после проведения тренингов в экспериментальной группе не наблюдается повышения уровня тревожности ни по одной из применяемых психологических методик, тогда как в контрольной группе уровень тревожности по некоторым шкалам оказался выше исходного уровня. Так, после проведения тренингов уровень тревожности по тесту «Дом – Дерево – Человек» в группе детей, проходивших сеансы ЭЭГ-ОС оказался значимо ниже, чем в контрольной группе детей. По субъективным отчетам родителей у детей, проходивших сеансы ЭЭГ-ОС, после тренинга повышались самооценка, эмоциональная стабильность, нормализовался сон, что может указывать на оптимизацию психо-эмоционального состояния детей.

Проанализировав данные тренингов испытуемых можно заключить, что многократные сеансы на основе метода обратной связи по ЭЭГ, направленные на увеличение амплитуды альфа-ритма, отношений амплитуд альфа- и тета-ритмов и амплитуд СМР и тета-ритма приводят к росту тренируемых величин и модальной частоты альфа-ритма в ЭЭГ при закрытых глазах, а также к увеличению амплитуды СМР и отношения амплитуд СМР и тета-ритма в ЭЭГ при открытых глазах. Результаты психологического тестирования в группе испытуемых показали снижение уровня тревожности практически по всем психологическим методикам после прохождения тренинга. На основании полученных результатов по электрофизиологическим и психологическим показателям можно сделать вывод о положительном воздействии сеансов обратной связи по ЭЭГ на психо-эмоциональное состояние детей и подростков и возможности эффективного применения данного метода с целью коррекции повышенного уровня тревожности.

ВЫВОДЫ

1. Многократные сеансы на основе метода обратной связи по ЭЭГ, направленные на увеличение амплитуды альфа-ритма, отношений амплитуды альфа-ритма к амплитуде тета-ритма и амплитуды СМР к амплитуде тета-ритма приводят к росту тренируемых величин и модальной частоты альфа-ритма в ЭЭГ при закрытых глазах, а также к увеличению амплитуды СМР и отношения амплитуды СМР к амплитуде тета-ритма в ЭЭГ при открытых глазах.
2. Результаты психологического тестирования в группе испытуемых после прохождения тренинга показали снижение уровня тревожности практически по всем шкалам психологических тестов, тогда как в контрольной группе наблюдалось дальнейшее повышение уровня тревожности. Так, по тесту «Дом – Дерево – Человек» уровень тревожности после прохождения тренинга в экспериментальной группе был значимо меньше ($p < 0,01$), чем в контрольной группе.
3. Проведение курса сеансов с помощью метода ЭЭГ-ОС является эффективным для коррекции тревожности у детей и подростков и может быть рекомендовано

для применения в оздоровительных учреждениях и центрах психологической помощи несовершеннолетним.

Список литературы

1. Свидерская Н.Е. Особенности ЭЭГ-признаков тревожности у человека / Н.Е. Свидерская, В.Н. Прудников, А.Г. Антонов // Журнал высшей нервной деятельности. – 2001. – № 2. – С. 158–165.
2. Прихожан А. М. Психология тревожности: дошкольный и школьный возраст / Прихожан А. М. – СПб.: Питер, 2007. – 192 с.
3. Костина Л. М. Игровая терапия с тревожными детьми / Костина Л. М. – СПб.: Речь, 2006. – 160 с.
4. Коррекция нервно-психических дисадаптационных нарушений с помощью метода функционального биоуправления с ЭЭГ-обратными связями / С.И. Сороко, Т.Ж. Мусуралиев, И.Н. Комаеров [и др.] // Физиология человека. – 1995. – № 6. – С. 14–28.
5. Джунусова Г.С. Использование адаптивного биоуправления по ЭЭГ для коррекции функционального состояния неврологических больных / Г.С. Джунусова, Р.А. Курмашев // Физиология человека. – 2001. – № 1. – С. 18–22.
6. Hammond D. Neurofeedback with anxiety and affective disorders / D. Hammond // Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America. – 2005. – № 1. – P. 105–123.
7. Влияние биологической обратной связи по сенсомоторному ритму и бета-ритму ЭЭГ на параметры внимания / В.А. Гринь-Яценко, Ю.Д. Кропотов, В.А. Пономарев [и др.] // Физиология человека. – 2001. – № 3. – С. 5–13.
8. Любар Д.Ф. Биоуправление, дефицит внимания и гиперактивность / Д.Ф. Любар // Биоуправление – 3: теория и практика. – 1998. – С. 142–162.
9. Egner T. The effects of neurofeedback training on the spectral topography of the electroencephalogram / T. Egner, T.F. Zech, J.H. Gruzelier // Clin. Neurophysiology. – 2004. – № 11. – P. 2452–2460.
10. Lubar J.O. Electroencephalographic biofeedback of SMR and beta for treatment of attention deficit disorders in a clinical setting / J.O. Lubar, J.F. Lubar // Biofeedback and self-regulation. – 1984. – № 1. – P. 1–23.
11. Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder / V.J. Monastra, S. Lynn, M. Linden [et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback. – 2005. – № 2. – P. 95–114.
12. Беляускайте Р. Рисуночные пробы как средство диагностики развития личности ребенка / Р. Беляускайте // Диагностическая и коррекционная работа школьного психолога. – Москва, 1987. – С. 67–74.
13. Елисеев О.П. Практикум по психологии личности / Елисеев О.П. – СПб.: Питер, 2000. – 560 с.
14. Прихожан А.М. Психология сиротства / А.М. Прихожан, Н.Н. Толстых. – СПб.: Питер, 2005. – 400 с.
15. Кокун О.М. Оптимізація адаптаційних можливостей людини: психофізіологічний аспект забезпечення діяльності / Кокун О.М. – К.: Міленіум, 2004. – 265 с.

Эйсмонт Е.В. Коррекция тревожности у детей та підлітків за допомогою курсу сеансів зворотного зв'язку за характеристиками електроенцефалограми / Е.В. Эйсмонт, Т.А. Алиева, Н.В. Луцок, В.Б. Павленко // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2009. – Т. 22 (61). – № 4. – С. 286-294.

Вивчали зміни патерну електроенцефалограми (ЕЕГ) під час проведення сеансів зворотного зв'язку за характеристиками ЕЕГ (ЕЕГ-ОС), а також оцінювали вплив застосування методу ЕЕГ-ОС на рівень тривожності, що оцінюється за допомогою психологічних тестів Спилбергера, А.М. Прихожан і Люшера. У дослідженні взяли участь 23 практично здорових випробуваних 5-14 років, які були розділені на дві групи: експериментальну (n = 11) і контрольну (n = 12). Отримані дані, що підтверджують зміну функціонального стану мозку в результаті проходження курсу сеансів ЕЕГ-ОС. У ЕЕГ відзначалися зміни величини альфа-ритму, відносин амплітуд альфа-ритму і тета-ритму, сенсомоторного ритму і тета-ритму, а також модальної частоти альфа-ритму. Зареєстровані зміни

характеристик ЕЕГ, викликані проходженням курсу сеансів ЕЕГ-ОС, супроводжувалися зниженням рівня тривожності.

Ключові слова: тривожність, діти, підлітки, зворотній зв'язок за характеристиками ЕЕГ.

Eysmont E. V. Correction of anxiety in children and adolescents through the course of feedback sessions on the characteristics of the electroencephalogram / E. V. Eysmont, T. A. Alieva, N. V. Lutsyuk, V.B. Pavlenko // Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2009. – V.22 (61). – № 4. – P. 286-294.

Changes in the pattern of the electroencephalogram (EEG) during the feedback sessions on the characteristics of the EEG (EEG-biofeedback) and assessment the effect of EEG-biofeedback method application to the level of anxiety were studied, assessed using psychological tests such as Spielberger, A.M. Prihojan and Luscher. 23 healthy subjects, 5-14 year old took part in the investigation who were divided into two groups: experimental (n = 11) and control (n = 12). Obtained data are an evidence of the change of the functional state of the brain as a result of the course of EEG-biofeedback sessions. Changes of EEG alpha rhythm amplitude, amplitude ratio of the alpha rhythm and the theta rhythm, sensory motor rhythm and theta rhythm, as well as the modal frequency of the alpha rhythm were observed. Registered changes of EEG characteristics caused by the course of EEG-biofeedbacksessions were accompanied with lower levels of anxiety.

Key words: anxiety, children, adolescents, feedback on the characteristics of the EEG.

Поступила в редакцію 21.11.2009 г.