

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

---

Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского

Серия «Биология, химия». Том 25 (64). 2012. № 3. С. 3-10.

**УДК 612.822.3.08; 612.821.2**

## **ВЛИЯНИЕ КУРСА СЕАНСОВ НЕЙРОТЕРАПИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

*Алиева Т.А., Эйсмонт Е.В., Павленко В.Б.*

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

Изучали влияние курса сеансов нейротерапии на характеристики паттерна вызванных ЭЭГ-потенциалов, зарегистрированных с помощью модификации двустимульной Go/No-Go парадигмы у 33 детей и подростков 6-14 лет. Получены данные, свидетельствующие о том, что в результате прохождения курса сеансов обратной связи по характеристикам электроэнцефалограммы, временные характеристики вызванных потенциалов претерпевают изменения. Было отмечено уменьшение значений латентного периода компонентов P1 и P2. Кроме того, сеансы нейротерапии благоприятно влияют на индивидуальные психо-эмоциональные характеристики личности, о чем свидетельствует обнаруженное уменьшение уровней «магической» и общей тревожности по шкале личностной тревожности учащихся А. М. Прихожан, а также уменьшение показателя «трудности общения» по проективной методике «Дом – Дерево – Человек».

**Ключевые слова:** вызванные потенциалы, обратная связь по характеристикам ЭЭГ, дети, подростки.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время общеизвестным является факт зависимости параметров вызванных потенциалов (ВП) от индивидуальных паттернов переработки информации и характеристик личности. Так, имеются работы, свидетельствующие о существовании связи между характеристиками ВП и уровнем тревожности, внимания и других когнитивных функций [1, 2]. В то же время, на параметры ВП могут оказывать влияние и другие факторы внешней и внутренней среды. Поскольку на сегодняшний день одним из самых распространенных методов влияния на электрическую активность мозга является метод биологической обратной связи по электроэнцефалограмме (ЭЭГ-ОС, нейрофидбек), актуальным становится вопрос, ограничивается ли влияние данного метода только характеристиками электроэнцефалограммы, или же оно распространяется и на другие виды электрической активности мозга, в частности на параметры ВП. Соответственно этому, целью настоящего исследования было изучение изменений в характеристиках ВП после курса тренингов ЭЭГ-ОС, направленных на снижение тревожности у детей и подростков.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 33 практически здоровых ребенка 6-14 лет (20 мальчиков и 13 девочек). Дети были разделены на две группы: экспериментальную ( $n = 16$ ) и контрольную ( $n = 17$ ). Тренинг, в котором участвовали дети из экспериментальной группы, включал 10-12 сеансов, занятия проводились два раза в неделю. Во время сеансов испытуемый располагался в удобном кресле перед экраном монитора компьютера. Сеанс включал в себя несколько (пять-семь) эпизодов записей различных вариантов акустической и визуальной обратной связи (ОС), чередующихся между собой. В качестве тренируемого показателя были выбраны спектральная плотность мощности альфа-ритма и соотношение спектральных плотностей мощности альфа- и тета-ритмов. Подробное описание методики и принципов расчета показателей спектральной плотности мощности ритмов ЭЭГ было приведено ранее [3, 4].

До и после окончания тренинга у испытуемых регистрировали вызванные потенциалы в двустимульной Go/No-Go парадигме. У испытуемых контрольной группы двукратная регистрация ВП проходила с интервалом, соответствующим продолжительности проведения тренинга у детей экспериментальной группы.

В рамках Go/No-Go парадигмы испытуемым предъявляли 30 пар акустических стимулов – тональных посылок различной частоты с интервалами по 2 с внутри пары и по 4 с между парами. Пары акустических стимулов предъявлялись в случайном порядке с одинаковой (приближающейся к 50%) вероятностью появления как высокого, так и низкого тона. Задача, которая ставилась перед испытуемыми, заключалась в нажатии на кнопку ведущей рукой в ответ на предъявление второго стимула в паре, которая состояла из двух стимулов одинаковой частоты – высокой или низкой. Время реакции должно было не превышать эталонного значения. В то же время испытуемым предлагалось не реагировать на пары стимулов, имеющих разную тональность. Первоначально эталонное время устанавливали равным 500 мс для испытуемых 6–9 лет, и 380 мс для испытуемых 10–16 лет. В дальнейшем после первой и всех последующих реакций испытуемого эталонное время рассчитывалось как медиана всех имеющихся на данный момент значений времени сенсомоторной реакции испытуемого. Таким образом, эталонное время было индивидуальным, поскольку представляло собой величину, рассчитанную отдельно для каждого испытуемого, и оно менялось в процессе выполнения задачи. Обоснование данного подхода при определении эталонного значения времени сенсомоторной реакции описано ранее [1]. После каждого нажатия на кнопку рассчитанное значение эталонного времени реакции сопоставлялось с текущей величиной времени реакции испытуемого. Если данная величина была меньше или равнялась эталонному значению, то задача считалась выполненной успешно; в противном случае констатировалась неуспешность. Испытуемый получал визуальный сигнал обратной связи, информирующий об успешном или неуспешном выполнении задания (предъявлялась соответственно вертикальная или горизонтальная черта на световом табло).

Регистрация ВП осуществлялась с использованием общепринятой методики с помощью автоматизированного комплекса, состоящего из электроэнцефалографа, лабораторного интерфейса и персонального компьютера. Рабочей программой была

«ERP-2» (программист В. В. Арбатов). ЭЭГ-потенциалы отводили монополярно в точках F3, F4, T3, T4, C3, C4, P3, P4, O1 и O2, согласно международной системе 10-20. Референтными электродами служили объединенные контакты над сосцевидными отростками черепа.

Волны P1, N1, P2, N1-P2 (вертекс-потенциал) и N2, рассматриваемые как длиннolatентные компоненты экзогенных акустических ВП, регистрировали в случае предъявления всех предупредительных (первых в паре) сигналов, потенциал P300 – при предъявлении всех зрительных сигналов обратной связи. Также регистрировали УНВ, возникающую в интервале между предъявлениями двух стимулов (предупредительного и императивного) и отражающую процессы подготовки поведенческого акта. Максимумы анализируемых компонентов ВП соответствовали следующим временным интервалам: P1 – 50–100, N1 – 100–150, P2 – 150–250, N2 – 200–300 и P300 – 250–500 мс после предъявления сигналов. За значения латентных периодов компонентов принимали величину временного интервала от начала предъявления стимула до максимума амплитуды соответствующего компонента. Остальные подробности регистрации и расчета характеристик ВП были описаны ранее [2].

Уровень тревожности у детей и подростков определяли с помощью проективной методики «Дом – Дерево – Человек» [5], шкалы явной тревожности А. М. Прихожан и шкалы личностной тревожности учащихся А. М. Прихожан, позволяющей оценить уровни различных видов тревожности (школьной, самооценочной, межличностной, «магической» и общей) [6].

При обработке полученных данных для каждой из групп высчитывалась величина, представляющая собой разницу между значениями параметров ВП во время первой и второй регистрации. Соответствующая величина рассчитывалась также и для показателей психологического тестирования. После этого полученные для контрольной и экспериментальной групп величины подвергались обработке посредством стандартных методов вариационной статистики. Соответствие полученных результатов закону нормального распределения устанавливалось с помощью критерия Колмогорова-Смирнова. Для определения достоверности различий между группами применяли критерий Манна-Уитни. При этом для N1, N2 и УНВ максимальными по амплитуде считали наиболее негативные потенциалы.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

В результате анализа полученных данных были отмечены изменения латентных периодов (ЛП) вызванных потенциалов в результате прохождения курса тренингов ЭЭГ-ОС, направленных на снижение тревожности. Данные различия касались преимущественно экзогенных компонентов ВП. Так, для экспериментальной группы было отмечено уменьшение ЛП потенциала P1. Статистически значимые ( $p < 0,05$ ) изменения величины ЛП данного компонента в результате прохождения сеансов нейротерапии были установлены для потенциалов, зарегистрированных от теменных областей обоих полушарий (рис.1). Кроме того, у испытуемых экспериментальной группы также отмечалось значимое уменьшение латентного периода компонента P2 в центральном отведении правого полушария. В то же

время, в контрольной группе значимых изменений амплитудно-временных характеристик ВП не наблюдалось. Это дает основание утверждать, что отмеченные нами изменения характеристик ВП экспериментальной группы напрямую обусловлены участием испытуемых этой группы в курсе сеансов нейротерапии.

Необходимо отметить, что наблюдаемые нами изменения носят вполне закономерный характер, учитывая сложившиеся в литературе представления о роли соответствующих потенциалов. Так, в многочисленных исследованиях была показана существенная связь компонента P1 с вниманием (см. обзор [7]). Данный потенциал традиционно связывают с подавлением незначимых сигналов и интенсификацией восприятия, происходящей при привлечении внимания к стимулу [8, 9]. Имеются сведения о том, что ЛП данного потенциала обратно пропорционально коррелирует с селективным вниманием [2], и прямо пропорционально – с уровнем тревожности, характерной для индивидуума [1].

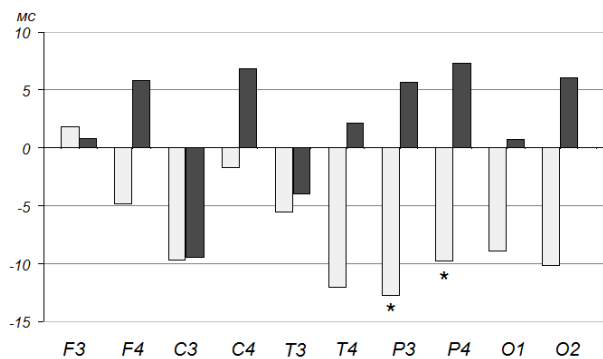


Рис.1. Диаграммы изменений средних значений латентного периода компонента P1, зарегистрированных у экспериментальной (светлые столбики) и контрольной (темные столбики) групп.

Звездочками отмечены случаи значимых отличий величин латентного периода компонента P1 между испытуемыми обеих групп (\* –  $p < 0.05$ ). F3, F4, C3, C4, T3, T4, P3, P4, O1 и O2 – локусы отведения ЭЭГ-потенциалов согласно системе 10-20. По вертикали – величина изменения латентного периода вызванных потенциалов (мс).

Компонент P2 также связывают с характеристиками селективного внимания, с которыми его ЛП находится в обратно пропорциональной зависимости. Кроме того, имеются данные, согласно которым ЛП P2- и N2-колебаний на протяжении детства стремительно уменьшаются до своего минимума в 16 лет, в то время как у взрослых они, постепенно увеличиваются в процессе старения [10]. Соответственно этому, принято считать, что уменьшение ЛП данных ВП является благоприятным признаком, отражающим лучшее развитие когнитивных систем мозга и более высокий уровень внимания.

В тоже время, как уже упоминалось выше, феномен тревожности также находит свое отражение в паттерне рассматриваемых потенциалов. В литературе имеются данные, согласно которым для детей с нарушенной функцией внимания характерна

повышенная тревожность. Так, отмечается наличие тревожных расстройств у детей, страдающих синдромом дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) [11]. Соответственно, зачастую действия, направленные на изменение уровня тревожности влекут за собой изменение параметров внимания. Так, Чутко Л.С. с соавт. отмечают, что после курса ЭЭГ-ОС (в частности альфа-тренинга) клиническое улучшение наступило у 60% детей с СДВГ [12]. В нашем случае, отмеченные различия между контрольной и экспериментальной группами свидетельствуют об оптимизации работы головного мозга, наблюдаемой в результате прохождения курса тренингов ЭЭГ-ОС, и в частности – о снижении уровня тревожности детей и подростков.

Снижение уровня тревожности в результате прохождения курса сеансов нейротерапии подтверждается результатами психологического тестирования. Так, у испытуемых экспериментальной группы было отмечено снижение уровня явной тревожности. Помимо этого, уменьшение уровня личностной тревожности отмечалось также по шкалам школьной, самооценочной, межличностной, «магической» и общей тревожности, определяемых при помощи теста личностной тревожности учащихся А. М. Прихожан. У испытуемых второй группы рассматриваемые показатели, напротив, возрастали. Различия показателей, рассчитываемых по шкалам «магической» и общей тревожности для экспериментальной и контрольной групп, при этом достигли значимого уровня (рис. 2).

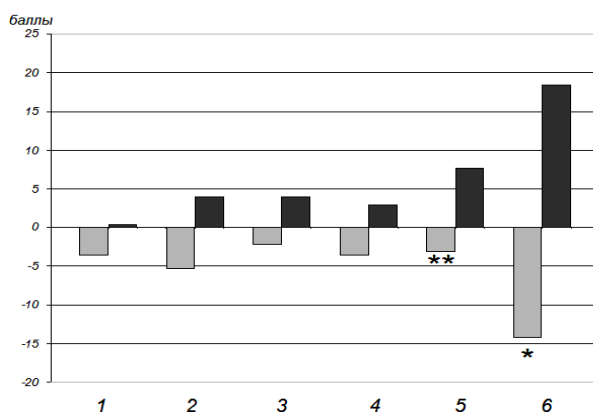


Рис.2. Диаграммы изменений уровня тревожности по шкалам явной и личностной тревожности А.М. Прихожан у испытуемых экспериментальной (светлые столбики) и контрольной (темные столбики) групп.

Звездочками отмечены случаи значимых отличий результатов теста между испытуемыми обеих групп (\* –  $p < 0.05$ , \*\* –  $p < 0.01$ ). Цифрами обозначены шкалы: 1 – явной тревожности; 2 – школьной тревожности; 3 – самооценочной тревожности; 4 – межличностной тревожности; 5 – «магической» тревожности; 6 – общей тревожности. По вертикали – величина изменения результатов тестирования (баллы).

Результаты проективной методики «Дом – Дерево – Человек» также свидетельствуют об улучшении психо-эмоционального состояния испытуемых, участвовавших в сеансах ЭЭГ-ОС. Наиболее ярко разница между двумя группами проявлялась в отношении такого параметра, как «трудности общения» (рис.3). Следует обратить внимание на то, что результаты испытуемых из контрольной группы по тесту «Дом – Дерево – Человек», подобно результатам предыдущих двух методик, демонстрировали тенденцию к увеличению уровня тревожности. При этом все рассматриваемые показатели, регистрируемые у экспериментальной группы, напротив, уменьшались.

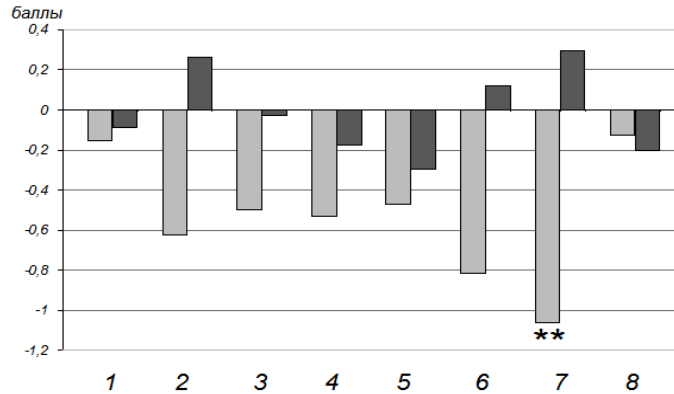


Рис.3. Диаграммы изменений результатов (показателей, получаемых с помощью) проективной методики «Дом – Дерево – Человек» у испытуемых экспериментальной (светлые столбики) и контрольной (темные столбики) групп.

Звездочками отмечены случаи значимых отличий результатов теста между испытуемыми обеих групп (\*\* –  $p < 0.01$ ). Цифрами обозначены шкалы: 1 – незащищенность; 2 – тревожность; 3 – недоверие к себе; 4 – чувство неполноценности; 5 – враждебность; 6 – конфликтность; 7 – трудности общения; 8 – депрессивность. По вертикали – величина изменения результатов тестирования (баллы).

Таким образом, проанализировав полученные результаты, можно заключить, что многократные сеансы ЭЭГ-ОС, направленные на увеличение спектральной плотности мощности альфа-ритма и соотношения спектральных плотностей мощности альфа- и тета-ритма, приводят к снижению уровня тревожности испытуемых, что отражается в результатах соответствующих психологических методик. Кроме того, данный вид нейротерапии приводит к изменениям характеристик ВП. Поскольку параметры ВП являются устойчивыми для индивидуума показателями, для их изменения действующий фактор должен быть достаточно весомым. Соответственно, на основании полученных результатов, можно сделать вывод, что ЭЭГ-ОС является эффективным методом при коррекции тревожности у детей и подростков и может успешно применяться на практике.

## ВЫВОДЫ

1. В результате проведения курса сеансов ЭЭГ-ОС, направленных на снижение уровня тревожности, отмечались изменения параметров вызванных ЭЭГ-потенциалов. Латентные периоды потенциалов P1 и P2 обнаружили тенденцию к уменьшению своих значений. Данное уменьшение достигает значимых величин в теменных областях обоих полушарий (потенциал P1) и центральном отведении правого полушария (потенциал P2). Данные изменения свидетельствуют об улучшении функции внимания и снижении уровня тревожности индивидуумов, участвовавших в сеансах ЭЭГ-ОС.
2. Положительное влияние курса сеансов нейротерапии подтверждается результатами психологического тестирования. У испытуемых экспериментальной группы наблюдалось снижение уровней общей и «магической» тревожности, определяемых при помощи шкалы личностной тревожности учащихся А.М. Прихожан, в то время как для детей из контрольной группы был характерен рост данных показателей.
3. Испытуемые, прошедшие курс сеансов ЭЭГ-ОС, характеризовались достоверно меньшими значениями показателя «трудности общения», определяемого при помощи проективной методики «Дом – Дерево – Человек» по сравнению со значениями аналогичного показателя у испытуемых контрольной группы.
4. Проведение курса сеансов нейротерапии благоприятно влияет на паттерн вызванной электрической активности головного мозга, что отражается в улучшении общего психо-эмоционального состояния детей и подростков.

## Список литературы

1. Эйсмонт Е. В. Отражение тревожности в характеристиках вызванных ЭЭГ-потенциалов у детей 10–11 лет / Е. В. Эйсмонт, Н. В. Луцук, В. Б. Павленко // *Нейрофизиология/Neurophysiology*. – 2009. – Т. 41, № 6. – С. 513-521.
2. Луцук Н. В. Связь характеристик вызванных ЭЭГ-потенциалов, зарегистрированных в условиях парадигмы go/no-go, с показателями внимания детей / Н. В. Луцук, Е. В. Эйсмонт, В. Б. Павленко // *Нейрофизиология/Neurophysiology*. – 2005. – Т. 37, № 5/6. – С. 452-458.
3. Коррекция тревожности у детей и подростков с помощью курса сеансов обратной связи по характеристикам электроэнцефалограммы / Е.В. Эйсмонт, Т.А. Алиева, Н.В. Луцук [и др.] // *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия»*. – 2009. – Т. 22 (61), № 4. – С. 286-294.
4. Эйсмонт Е. В. Снижение повышенной тревожности у детей и подростков с помощью нейротерапии: оценка эффективности / Е. В. Эйсмонт, Н. В. Луцук, В. Б. Павленко // *Нейрофизиология/Neurophysiology*. — 2011.—Т. 43, № 1. – С. 63-72.
5. Беляускайте Р. Рисуночные пробы как средство диагностики развития личности ребенка / Р. Беляускайте // *Диагностическая и коррекционная работа школьного психолога*. – Москва, 1987. – С. 67–74.
6. Прихожан А.М. Психология сиротства / А.М. Прихожан, Н.Н. Толстых. – СПб.: Питер, 2005. – 400
7. Коваленко А.А. Эмоциональная значимость стимула и черты личности: отражение в паттерне вызванных ЭЭГ-потенциалов / А.А. Коваленко, В.Б. Павленко // *Нейрофизиология/Neurophysiology*. – 2009. – Т. 41, № 4. – С. 336-356.
8. Luck S.J. Multiple mechanisms of visual-spatial attention: recent evidence from human electrophysiology / S.J. Luck // *Behav Brain Res*. – 1995. – V.71, Nos. 1/2. – P. 113-123.

9. Faster, more intense! The relation between electrophysiological reflections of attentional orienting, sensory gain control, and speed of responding / D. Talsma, M. Mulckhuysse, H.A. Slagter [et al.] // *Brain Res.* – 2007. – № 1178. – P. 97-105.
10. Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects / D. S. Goodin, K. S. Squires, B. H. Henderson [et al.] // *Electroenceph. clin. Neurophysiol.* – 1978. – V. 44. – P. 447-458.
11. Anxiety and depressive disorders in attention deficit disorder with hyperactivity: new findings / Jensen P.S., Shervette R.E., Xenakis S.N. [et al.] // *Am J Psychiatry.* – 1993. – V.8, № 150. – P. 1203-1209.
12. Чутко Л.С. Школьная дезадаптация в клинической практике детского невролога / Чутко Л.С. – СПб. : ИПК БИОНТ, 2006. – 56 с.

**Алієва Т.А. Вплив курсу сеансів нейротерапії на характеристики викликаних потенціалів дітей та підлітків / Т.А. Алієва, Є.В. Ейсмонт, В.Б. Павленко //** Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2012. – Т. 25 (64), № 3. – С. 3-10.

Вивчали вплив курсу сеансів нейротерапії на характеристики патерну викликаних ЕЕГ-потенціалів, зареєстрованих за допомогою модифікації двустимульної Go / No-Go парадигми у 33 дітей і підлітків 6-14 років. Отримані дані свідчать про те, що в результаті проходження курсу сеансів зворотного зв'язку за характеристиками електроенцефалограми, тимчасові характеристики викликаних потенціалів зазнають змін. Було відзначено зменшення значень латентного періоду компонентів P1 і P2. Крім того, сеанси нейротерапії позитивно впливають на індивідуальні психо-емоційні характеристики особистості, про що свідчить виявлене зменшення рівнів «магічної» і загальної тривожності за шкалою особистісної тривожності учнів А. М. Прихожан, а також зменшення показника «труднощі спілкування» з проективної методики "Будинок - Дерево - Людина».

**Ключові слова:** викликані потенціали, зворотній зв'язок за характеристиками ЕЕГ, діти, підлітки.

**Alieva T.A. The course of neurotherapy sessions effect on the characteristics of evoked potentials of children and adolescents / T.A. Alieva, E.V. Eismont, V.B. Pavlenko //** *Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University.* – Series: Biology, chemistry. – 2012. – Vol. 25 (64), No 3. – P. 3-10.

The course of neurotherapy sessions effect on the characteristics of evoked potentials of 33 6-14 years-old children were studied, assessed Go / No-Go paradigm modification. Obtained data are an evidence of the change of temporal parameters of event-related potentials after the course of neurotherapy sessions. The decreasing of P1 and P2 components latency values were observed. In addition, the neurotherapy sessions have a positive effect on the individual psycho-emotional characteristics of the person, as evidenced by the observed decreasing of the levels of the "magic" and the general anxiety by A. M. Prihojan schoolchildren's personal anxiety scale and the decrease of "the communication difficulties" by the projective psychological test "House – Tree – Person".

**Keywords:** evoked potentials, feedback on the characteristics of the EEG, children, adolescents.

*Поступила в редакцію 22.09.2012 г.*