

УДК 612.843-053.5.-055.1.2

*КОЗЛОВА Полина Игоревна, аспирант института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 12 научных публикаций*

*ДЖОС Юлия Сергеевна, кандидат медицинских наук, доцент, заместитель директора по научной работе центра коллективного пользования научным медико-биологическим оборудованием «АрктикМед» института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 53 научных публикаций, в т. ч. одной монографии*

### **ОСОБЕННОСТИ ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ШКОЛЬНИКОВ 13–18 ЛЕТ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ ТРЕВОЖНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА**

В настоящей статье представлены результаты исследования зрительных когнитивных вызванных потенциалов у 215 школьников 13–18 лет с высоким уровнем тревожности. Установлено, что у юношей увеличивается латентность и снижается амплитуда компонентов P2 и P300 зрительных когнитивных вызванных потенциалов, которые отражают активацию специализированных систем обработки информации, процессы окончательной идентификации стимула и принятия решения. Данные изменения не характерны для девушек 13–17 лет с высоким уровнем тревожности. Кроме того, выявлено снижение амплитуды пика N2 у юношей 13 лет и девушек 14–15 лет. Амплитуда N2 отражает процессы направленного внимания, а ее снижение может свидетельствовать о нарушениях внимания у юношей и девушек с высоким уровнем тревожности. Таким образом, высокий уровень тревожности приводит к наиболее выраженным изменениям вызванной биоэлектрической активности мозга у юношей и характеризуется изменениями как ранних, так и поздних компонентов зрительных когнитивных вызванных потенциалов.

**Ключевые слова:** *школьники, высокая тревожность, зрительные когнитивные вызванные потенциалы, биоэлектрическая активность мозга.*

Использование методики вызванных потенциалов (ВП) P300 помогает изучить эндогенные процессы мозга, происходящие во время распознавания и анализа стимула [2]. Исследование особенностей ВП P300 при высокой тревожности представляет несомненный интерес, поскольку они отражают нейрональные процессы, связанные с вовлечением регуляторных

ретикуло-таламических систем, лимбических и неокортикальных структур, обеспечивающих направленное внимание и память [1, 2, 3]. В период полового созревания происходят прогрессивные изменения нейронного аппарата коры больших полушарий (развитие синаптических систем, созревание нервных проводников, увеличение плотности и площади нейронов),

а также появляется дисбаланс взаимодействия коры и глубинных структур мозга [5]. Развитие синаптических систем, усложнение функциональных связей нейронов отражается на форме и амплитуде ВП. Ряд исследователей считает, что изменения значений латентного периода ВП у подростков коррелирует со скоростью созревания неспецифических систем функциональной активности мозга [6]. К 16–17 годам происходит уменьшение латентности и увеличение амплитуды N2 и P300 ВП [2]. Изучение характеристик зрительных когнитивных ВП P300 у учащихся 13–18 лет может способствовать пониманию нейрофизиологических механизмов высокого уровня тревожности и ее диагностике. Целью нашего исследования являлось изучение характеристик зрительных когнитивных ВП P300 у школьников 13–18 лет с высоким уровнем тревожности.

**Материалы и методы.** В поперечном (одномоментном) исследовании принимали участие 215 учеников 13–18 лет (134 девушки и 81 юноша). Все подростки обучались в общеобразовательных школах города Архангельска. Обследование проводилось с письменного согласия их родителей. Оценка уровня личностной тревожности осуществлялась по тесту «Многомерной оценки детской тревожности» (МОДТ) [4]. Школьники были разделены на возрастные группы: 13 лет (17 человек: 9 девушек и 8 юношей), 14 лет (39 человек: 22 девушки и 17 юношей), 15 лет (57 человек: 30 девушек и 27 юношей), 16 лет (47 человек: 31 девушка и 16 юношей), 17 лет (35 человек: 25 девушек и 10 юношей) и 18 лет (20 человек: 17 девушек и 3 юношей). При изучении биоэлектрической активности мозга использовалась методика когнитивных зрительных ВП P300 («oddball» paradigm). Применялась зрительная стимуляция. Активные электроды накладывались монополярно в 16 стандартных отведениях – лобных (FP1, FP2, F3, F4, F7, F8), центральных (C3, C4), височных (T3, T4, T5, T6), теменных (P3, P4), затылочных (O1, O2) по международной схеме «10-20». Для усиления и усреднения ВП P300 использовался аппаратный комплекс «Нейрон-Спектр 4/ВПМ»

(«Нейрософт», Россия), программа «Нейрон-Спектр.NET». Измеряли латентности и амплитуды компонентов P2, N2, P300. Обработка данных осуществлялась с помощью статистического пакета программ SPSS 17 for Windows. Производилась оценка распределения признака на нормальность с использованием критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Уровень значимости рассчитывался с помощью непараметрического критерия для независимых выборок (критерий Манна – Уитни). Критический уровень значимости ( $p$ ) при проверке статистических гипотез в исследовании принимали равным 0,05. Для описательной статистики признаков использовали медиану ( $Me$ ) и интервал значений от первого ( $Q1$ ) до третьего ( $Q3$ ) квартиля.

**Результаты и обсуждение.** При изучении характеристик латентности P2, раннего компонента ВП, было выявлено статистически значимое удлинение латентного периода у юношей 13 лет в лобной, теменной и затылочной областях правого полушария и лобно-центральной области левого полушария ( $p \leq 0,046$ ), у юношей 15 лет – во всех областях правого и левого полушария ( $p \leq 0,013$ ), а также у девушек 18 лет в теменных областях обоих полушарий мозга ( $p = 0,05$ ). При анализе амплитуды пика P2 зрительных когнитивных ВП выявлено снижение амплитуды данного компонента у юношей с высоким уровнем тревожности. Так, для юношей 14 лет характерно снижение амплитуды P2 в лобной, центральной, теменной и височной областях левого полушария ( $p \leq 0,05$ ). У 16-летних отмечено снижение амплитуды данного компонента в указанных областях обоих полушарий, в то время как у юношей 17 лет выявлено снижение амплитуды P2 только в височной области правого полушария ( $p = 0,007$ ), а у 18-летних – в теменно-затылочно-височной области правого полушария мозга ( $p \leq 0,040$ ). Ранние компоненты характеризуют чисто сенсорную часть, связанную с физическими параметрами стимула и активацией специализированных систем обработки информации. Полученные нами данные свидетельствуют

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

об особенностях процесса отбора целевого стимула у юношей 14–18 лет и девушек 18 лет с высоким уровнем тревожности.

Компонент N2 связывают с окончательным формированием образа, правильностью опознания стимула. Нами не выявлено статистически значимых отличий латентности компонента N2 у юношей и девушек с высоким уровнем тревожности. С другой стороны, при анализе амплитуды пика N2 зафиксировано статистически значимое ее снижение у девушек 14 лет в лобных областях обоих полушарий мозга ( $p = 0,006$ ), а у девушек 15 лет – в затылочной области левого полушария ( $p = 0,019$ ). Также отмечено снижение амплитуды пика N2 у юношей 13 лет в центрально-височной области правого полушария и теменной области левого полушария ( $p \leq 0,046$ ). Амплитуда компонента N2 отражает направленное внимание, ее снижение свидетельствует о нарушении внимания у юношей и девушек с высоким уровнем тревожности.

При изучении характеристик позднего компонента ВП P300 было выявлено статистически

значимое увеличение его латентности у юношей 14 лет во всех областях мозга обоих полушарий ( $p \leq 0,045$ ) при снижении его амплитуды в лобно-височной области правого полушария ( $p \leq 0,029$ ). Компонент P300 отражает процесс окончательной идентификации стимула, требующей сравнения его с образцом в памяти и принятия решения в отношении связанного с ним действия [2]. Увеличение латентности компонента P300 ВП с одновременным уменьшением его амплитуды указывает на то, что процесс опознания образа происходит при снижении функционирования оперативной памяти и замедлении процесса направленного внимания [2, 3].

Таким образом, высокий уровень тревожности приводит к наиболее выраженным изменениям вызванной биоэлектрической активности мозга у юношей. Увеличение латентного периода, а также снижение амплитуды ранних и поздних компонентов зрительных когнитивных вызванных потенциалов свидетельствуют о нарушении процессов направленного внимания и оперативной памяти при высоком уровне тревожности.

### Список литературы

1. Астапов В.М. Тревожность у детей. М., 2008. 160 с.
2. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М., 2003. 264 с.
3. Гордеев С.А. Особенности биоэлектрической активности мозга при высоком уровне тревожности человека // Физиология человека. 2007. № 4. Т. 33. С. 11–17.
4. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней. М., 2004. 488 с.
5. Изард К.Э. Психология эмоций. СПб., 2000. 464 с.
6. Ромицына Е.Е. Методика «Многомерная оценка детской тревожности»: учеб.-метод. пособие. СПб., 2006. 112 с.

### References

1. Astepov V.M. *Trevozhnost' u detey* [Anxiety in Children]. Moscow, 2008. 160 p.
2. Gnezditskiy V.V. *Vyzvannyye potentsialy mozga v klinicheskoy praktike* [Evoked Potentials of the Brain in Clinical Practice]. Moscow, 2003. 264 p.
3. Gordeev S.A. Osobennosti bioelektricheskoy aktivnosti mozga pri vysokom urovne trevozhnosti cheloveka [Brain Bioelectrical Activity at a High Anxiety Level in Humans]. *Fiziologiya cheloveka*, 2007, no. 4, vol. 33, pp. 11–17.
4. Zenkov L.R., Ronkin M.A. *Funktsional'naya diagnostika nervnykh bolezney* [Functional Diagnosis of Nervous System Diseases]. Moscow, 2004. 488 p.
5. Izard C. *The Psychology of Emotions*. New York, 1991 (Russ. ed.: Izard K. *Psikhologiya emotsiy*. St. Petersburg, 2000. 464 p.).

6. Romitsyna E.E. *Metodika "Mnogomernaya otsenka detskoy trevozhnosti"* [The Method of "Multivariable Estimation of Child Anxiety"]. St. Petersburg, 2006. 112 p.

***Kozlova Polina Igorevna***

Postgraduate Student, Institute of Medical and Biological Research,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

***Dzhos Yuliya Sergeevna***

Institute of Medical and Biological Research,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

### **SEX-RELATED CHARACTERISTICS OF VISUAL COGNITIVE EVOKED POTENTIALS IN 13–18-YEAR-OLD SCHOOLCHILDREN WITH HIGH LEVEL OF ANXIETY**

The paper presents the results of tests on visual cognitive evoked potentials in 215 schoolchildren with high level of anxiety aged 13–18 years. Boys have increased latency and decreased amplitude of P2 and P300 components of visual cognitive evoked potentials, which reflect the activation of specialized information processing systems, final stimulus identification and decision-making. No such reactions were observed in girls with high level of anxiety aged 13–17 years. In addition, 13-year-old boys and 14–15-year-old girls had reduced amplitude of N2 peak. N2 amplitude reflects the processes of focused attention, and its reduction may indicate attention deficit in girls and boys with high levels of anxiety. Thus, high level of anxiety leads to most pronounced changes caused by brain bioelectrical activity in boys and is characterized by changes in both early and late components of visual cognitive evoked potentials.

**Keywords:** *schoolchildren, high anxiety, visual cognitive evoked potentials, brain bioelectrical activity.*

*Контактная информация:*

Козлова Полина Игоревна

*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

*e-mail:* arpolinariya3@yandex.ru

Джос Юлия Сергеевна

*адрес:* 163045, г. Архангельск, проезд Бадигина, д. 3;

*e-mail:* u.jos@narfu.ru

Рецензент – *Соколова Л.В.*, доктор биологических наук, профессор кафедры физиологии и морфологии человека института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова