

159.91-053.6:612.82-053.6

***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, заведующая научно-исследовательской лабораторией нейрофизиологии и высшей нервной деятельности института медико-биологических исследований Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, заместитель директора по научной работе Центра коллективного пользования научным медико-биологическим оборудованием «АрктикМед». Автор 54 научных публикаций, в т. ч. одной монографии*

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ШКОЛЬНИКОВ 13–18 ЛЕТ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЛА**

В настоящей статье представлены результаты исследования зрительных когнитивных вызванных потенциалов у 379 школьников 13–18 лет (214 девушек и 165 юношей). Установлено, что латентность компонента P2 зрительных когнитивных вызванных потенциалов статистически значимо больше у юношей во всех областях головного мозга. Значения амплитуд компонентов P2, N2, P300 преобладают у девушек ( $p < 0,01$ ). Статистически значимое увеличение амплитуды пика P2 отмечено в центрально-теменно-височной области правого полушария и лобно-центрально-теменно-височной области левого полушария. Увеличение амплитуды пика N2 выявлены в лобных отведениях обоих полушарий мозга. Более высокая амплитуда компонента P300 зафиксирована в лобно-височных областях обоих полушарий мозга.

**Ключевые слова:** *школьники 13–18 лет, зрительные когнитивные вызванные потенциалы, нейрофизиологические методы, биоэлектрическая активность мозга.*

В настоящее время проблема половых различий междисциплинарна. Ей посвящено большое количество исследований в психологии, физиологии, психиатрии, педагогике. Для того чтобы определить особенности протекания нервных процессов при восприятии зрительной информации в зависимости от пола, необходимо учитывать зрелость нервной системы, сформирован-

ность процессов памяти, внимания, восприятия и переработки информации, принятия решения [7, с. 163]. Для анализа эндогенных событий, происходящих в центральной нервной системе, следует использовать нейрофизиологические методы исследования биоэлектрической активности мозга, в частности, методику когнитивных вызванных потенциалов (ВП) P300 [1, с. 114; 2, с. 443].

Клинические данные, полученные при изучении латентности и амплитуды зрительных ВП, позволяют говорить о том, что у женщин по сравнению с мужчинами амплитуда больше и латентный период короче [7, с. 163]. На параметры ВП оказывают влияние такие биологические переменные, как возраст, уровень бодрствования, сезон года, когнитивные способности, типология личности [1, с. 123]. Так, по мнению ряда авторов (И.С. Кожевникова, Ю.С. Джос), увеличение латентности зрительных и слуховых когнитивных ВП коррелирует у детей с высокой тревожностью и поведенческими нарушениями [4, 11, 12]. У младших школьников с высоким уровнем тревожности отмечается более длинный латентный период пиков P2, N2, P3 слуховых когнитивных ВП [11, с. 129; 12, с. 51].

О.Г. Минина выявила более высокий уровень развития высших корковых функции у девочек старшего дошкольного и младшего школьного возраста, который она связывает с более ранним созреванием мозговых структур, ответственных за переработку информации [14].

И.В. Пирумова зафиксировала более высокие подвижность центральной нервной системы и скорость простой зрительно-моторной реакции, уровень личностной тревожности, активности и агрессивности, больший объем внимания у мальчиков 12–15 лет, в то время как девочки отличались более высокой умственной работоспособностью, скоростью сложной зрительно-моторной реакции, высоким уровнем памяти, стрессоустойчивости и показателя настроения [16].

При реализации зрительной рабочей памяти, во время регистрации связанных с событиями потенциалов была выявлена меньшая длительность и выраженность негативных компонентов в передне-центральных и каудальных отделах коры больших полушарий, а также более низкая амплитуда позднего позитивного комплекса у мальчиков в сравнении с девочками 10–13 лет, что, по мнению авторов, может отражать процесс меньшего задействования ресурса внимания на этапе выполнения задания [8].

Имеются данные, объясняющие различия латентного периода ВП у подростков разной скоростью созревания неспецифических систем поддержания уровня функциональной активности мозга [5, с. 113; 6, с. 148; 7, с. 163].

В настоящее время изучение вызванной биоэлектрической активности головного мозга у подростков носит фрагментарный характер, поэтому исследование характеристик когнитивных вызванных потенциалов P300 у подростков является актуальным с практической и теоретической точек зрения.

Целью настоящей работы является изучение характеристик зрительных когнитивных вызванных потенциалов у школьников в зависимости от пола.

**Методы исследования.** В поперечном (одномоментном) исследовании принимали участие 379 подростков (214 девушек и 165 юношей) 13–18 лет. Все подростки обучались в средних (7–8-х) и старших (9–11-х) классах общеобразовательных школ города Архангельска. Обследование проводилось с письменного согласия их родителей.

При изучении биоэлектрической активности мозга использовалась методика когнитивных зрительных ВП P300 («oddball» paradigm). Применялась зрительная стимуляция. Стимулы длительностью 1 с подавались в случайной последовательности с вероятностью появления 30 % для значимых и 70 % для незначимых стимулов.

Подростку предлагалось реагировать нажатием на кнопку пульта в ответ на редкий, значимый стимул. 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». Референтные электроды располагались на мочках ушей. Для усиления и усреднения ВП P300 использовались аппаратный комплекс «Нейрон-Спектр 4/ВПМ» («Нейрософт», Россия), программа «Нейрон-Спектр.NET». Чувствительность усилителя составляла 10 мкВ/дел при записи, 5 мкВ/дел – при усреднении. Полоса частот –

0,5–100 Гц, эпоха анализа – 700 мс. Переходное сопротивление электрода не превышало 10 кОм. Измеряли латентности компонентов P2, N2, P300, амплитуды пиков P2, N2, P300, интервал комплекса N2–P300 как межпиковую латентность N2–P300.

Школьники были разделены на группы: 1-я группа – девушки (214 чел.) и 2-я группа – юноши (165 чел.).

Обработка данных осуществлялась с помощью статистического пакета программ «SPSS 17 for Windows». Производилась оценка распределения признака на нормальность с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Для выявления различий между показателями у сравниваемых групп использовали t-критерий Стьюдента для независимых выборок. В случае ненормального распределения количественного признака применялся критерий Манна – Уитни. Критический уровень значимости (p) при проверке статистических гипотез в иссле-

довании принимали равным 0,05. Для описательной статистики признаков использовали медиану (Me) и интервал значений от первого (Q1) до третьего (Q3) квартиля.

**Результаты исследования.** При изучении раннего компонента ВП P2 было выявлено статистически значимое удлинение латентного периода у юношей во всех областях головного мозга, особенно в центрально-теменно-затылочной височной области правого полушария и теменно-затылочной области левого полушария (*табл. 1*).

При анализе параметров компонента P2 зрительных когнитивных ВП (*табл. 2*) у девушек было выявлено увеличение амплитуды пика P2. Статистически значимые отличия отмечены в центрально-теменно-височной области правого полушария и лобно-центрально-теменно-височной области левого полушария.

Для девушек характерно увеличение амплитуды компонента N2, связанного с окончатель-

Таблица 1

**ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД КОМПОНЕНТА P2 ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, МС (ME (Q<sub>1</sub>–Q<sub>3</sub>))**

Отведения	Юноши	Девушки	p-уровень
FP1 – A1	138,5 (122,0;145,8)	133,5 (116,0;143,3)	0,051
FP2 – A2	137,0 (120,5;146,0)	131,0 (115,0;143,0)	0,054
F3 – A1	136,0 (120,3;145,0)	129,5 (116,0;142,0)	0,031
F4 – A2	136,5 (122,0;146,0)	131,0 (117,0;141,0)	0,007
C3 – A1	134,5 (122,0;145,0)	130,0 (115,8;141,0)	0,006
C4 – A2	134,5 (124,0;145,0)	129,0 (117,0;141,0)	< 0,001
P3 – A1	138,0 (126,0;145,0)	132,0 (118,0;141,0)	< 0,001
P4 – A2	138,5 (128,0;146,0)	131,0 (117,0;141,0)	< 0,001
O1 – A1	138,0 (125,0;146,0)	132,0 (118,0;142,0)	< 0,001
O2 – A2	137,0 (126,3;145,0)	132,0 (118,0;141,0)	< 0,001
F7 – A1	134,0 (118,0;146,0)	132,0 (115,8;142,0)	0,040
F8 – A2	133,5 (118,3;145,8)	129,5 (114,0;141,3)	0,013
T3 – A1	136,5 (121,3;144,8)	132,5 (115,8;142,0)	0,022
T4 – A2	134,0 (121,3;143,8)	130,0 (113,0;142,0)	0,029
T5 – A1	135,0 (122,3;145,0)	134,0 (117,8;142,0)	0,054
T6 – A2	137,0 (128,0;145,8)	133,0 (117,0;141,3)	< 0,001

Таблица 2

АМПЛИТУДА КОМПОНЕНТА P2 ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, МКВ (ME (Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub>))

Отведения	Юноши	Девушки	p-уровень
FP1 – A1	1,0 (-2,0;3,0)	1,0 (-3,0;3,0)	0,696
FP2 – A2	0,0 (-2,0;3,0)	0,0 (-3,0;3,0)	0,643
F3 – A1	1,0 (-1,0;3,0)	2,0 (0,0;4,0)	0,037
F4 – A2	0,0 (-2,0;2,0)	1,0 (-1,0;3,0)	0,118
C3 – A1	2,0 (0,0;3,8)	3,0 (1,0;5,0)	<0,001
C4 – A2	1,0 (0,0;3,0)	2,0 (0,0;5,0)	<0,001
P3 – A1	2,5 (1,0;5,0)	4,0 (2,0;6,0)	<0,001
P4 – A2	2,5 (1,0;5,0)	4,0 (1,0;6,0)	0,006
O1 – A1	6,0 (3,0;9,0)	6,0 (3,8;9,0)	0,727
O2 – A2	5,0 (3,0;9,0)	5,5 (3,0;8,0)	0,831
F7 – A1	1,0 (-1,0;2,0)	1,0 (-1,0;3,0)	0,099
F8 – A2	0,0 (-2,0;2,0)	0,0 (-2,0;2,0)	0,100
T3 – A1	1,0 (-1,0;2,0)	2,0 (0,0;4,0)	0,001
T4 – A2	0,0 (-1,0;2,0)	1,5 (0,0;3,0)	<0,001
T5 – A1	1,0 (0,0;3,0)	3,0 (1,0;4,3)	<0,001
T6 – A2	1,0 (-1,8;2,0)	2,0 (0,0;4,0)	<0,001

ным формированием образа, правильностью опознания стимула. Статистически значимые отличия выявлены в лобных отведениях обоих полушарий ( $p = 0,001$ ).

При изучении амплитуды компонента P300, отражающего процесс сличения данного образа с образом в памяти, окончательного опознания и принятия решения относительно данного стимула (табл. 3), было выявлено статистически значимое увеличение амплитуды данного компонента у девушек в лобно-височных областях обоих полушарий головного мозга.

**Обсуждение результатов.** ВП P300 является сложной гетерогенной волной, отражающей электрофизиологические корреляты когнитивных процессов [1, 2]. Морфологическими структурами, участвующими в генерации ВП P300, является гиппокамп, подкорковые образования, неспецифические ядра таламуса, теменные и лобные доли. Ранние компонен-

ты ВП отражают сенсорную часть, связанную с физическими параметрами стимула, и активацию подкорково-стволовых структур [1, с. 114, 122; 2, с. 445]. В ходе исследований выявлено, что обработка первичной зрительной информации, распознавание образа у юношей происходит замедленно, в проекционных полях коры зрительного анализатора – затылочной зоне, что приводит к более медленному «включению» ассоциативных зон (теменные зоны и центральная зона), где и происходит окончательное формирование образа [13, с. 126]. Полученные данные свидетельствуют о наличии различий в процессе распознавания зрительного стимула у юношей и девушек.

Увеличение амплитуды и уменьшение латентного периода компонента P2 у девушек может происходить за счет вовлечения в процесс распознавания образов большего количества нейронов, что приводит к увеличению

АМПЛИТУДА КОМПОНЕНТА P300 ЗРИТЕЛЬНЫХ КОГНИТИВНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ, МКВ (ME (Q<sub>1</sub>-Q<sub>3</sub>))

Отведения	Юноши	Девушки	p-уровень
FP1 – A1	0,0 (-3,0;3,0)	1,0 (-2,0;5,0)	0,005
FP2 – A2	0,0 (-3,0;3,0)	1,0 (-2,0;5,0)	0,089
F3 – A1	2,0 (0,0;4,0)	3,0 (0,0;5,0)	0,023
F4 – A2	1,0 (-1,0;4,0)	3,0 (0,0;6,0)	0,004
C3 – A1	5,0 (2,0;7,0)	5,0 (2,0;8,0)	0,100
C4 – A2	4,0 (1,0;7,0)	5,0 (2,0;8,0)	0,141
P3 – A1	8,0 (5,0;10,8)	9,0 (6,0;11,0)	0,312
P4 – A2	80,0 (4,3;11,0)	9,0 (5,8;12,0)	0,069
O1 – A1	11,0 (8,0;14,0)	10,5 (7,8;13,0)	0,121
O2 – A2	10,0 (6,0;13,0)	10,0 (7,0;13,0)	0,888
F7 – A1	1,0 (-1,0;3,0)	2,0 (0,0;5,0)	0,005
F8 – A2	2,0 (0,0;4,8)	3,0 (1,0;5,3)	0,009
T3 – A1	2,0 (0,0;5,0)	3,0 (1,0;6,0)	0,026
T4 – A2	3,0 (1,0;5,0)	4,0 (1,0;7,0)	0,007
T5 – A1	4,0 (1,0;6,0)	5,0 (3,0;7,0)	0,003
T6 – A2	5,0 (2,3;8,0)	6,0 (3,0;8,3)	0,082

скорости опознания стимула и, как следствие, более быстрой передаче информации к ассоциативным областям левого полушария [10, с. 113; 18, с. 117]. По мнению Г. Новак с соавторами, компонент P2 отражает не только начало процесса обработки, но и процесс модуляции внимания при выполнении задания [22]. Увеличение амплитуды P2 у девушек может свидетельствовать о том, что для успешного выполнения задания требуется дополнительное задействование ресурсов внимания. Некоторые авторы (И.С. Игнатьева, Л.К. Семенова, В.И. Чемоданов) связывают удлинение латентного периода компонентов P2 и N2 у мальчиков при сравнении с девочками с различиями в стратегии выполнения заданий [8, 17].

Пик N2 когнитивных вызванных потенциалов коррелирует с окончательным формированием образа, правильностью опознания стимула, его интерпретацией. В генерации

компонента N2 участвуют височные и верхнетеменные области мозга. Полученные нами данные об увеличении амплитуды этого компонента у девушек могут свидетельствовать о наличии межполовых различий в организации процесса опознания стимула, включающего рабочую память [1, с. 122; 2, с. 513]. Есть мнение, что негативный компонент N2 отражает и избирательное внимание [21]. Выраженность его амплитуды у девушек может свидетельствовать о лучших нейродинамических качествах системы внимания на этапе опознания стимула.

Компонент P300 отражает процесс окончательного опознания образа и принятия решения относительно данного стимула, запоминания и ориентировочной реакции. В генерации компонента P300 участвуют нижнетеменные и лобные доли. Изменения латентности и амплитуды P300 связывают с нарушениями внимания и памяти [3, 8, 19]. Е.А. Яковенко с соавторами обнару-

жили корреляцию амплитуды ВП Р300 и уровня внимания [19]. В других работах отмечается пропорциональное увеличение амплитуды Р300 и уровня внимания, памяти [15, 20, 21]. По мнению С. А. Гордеева, более короткий латентный период и большая амплитуда компонента Р300 свойственна людям с лучшими когнитивными способностями [3]. Увеличение амплитуды компонента Р300 у девушек свидетельствует о более активном включении механизмов памяти, избирательности внимания на этапе принятия решения, что приводит к межполовым различиям в организации процесса идентификации стимула [1, с. 122, 129; 2, с. 513].

Таким образом, можно отметить, что у девушек латентность компонента Р2 зрительных

когнитивных вызванных потенциалов статистически значимо меньше, а значение амплитуд компонентов Р2, N2, Р300 значимо больше. Зафиксированные изменения параметров позволяют говорить о более быстром темпе созревания центральной нервной системы у девушек, который характеризуется увеличением доли произвольного внимания и оперативной памяти в процессе обработки поступающей информации. Можно сделать выводы, что мозговая организация зрительного восприятия имеет межполовые различия; идентификация зрительного стимула, сравнение его с образцом в памяти и принятие решения относительно данного стимула имеют межполовые различия в системе обработки зрительной информации.

### Список литературы

1. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М., 2003. 264 с.
2. Гнездицкий В.В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга). М., 2004. 624 с.
3. Гордеев С.А. Особенности биоэлектрической активности мозга при высоком уровне тревожности человека // Физиология человека. 2007. Т. 33, № 4. С. 11–17.
4. Джос Ю.С., Подоплёкин А.Н., Старцева Л.Ф. Особенности вызванной биоэлектрической активности мозга у школьников с поведенческими нарушениями // Материалы за 7-а международна научна практична конференция, «Найновите постижения на европейската наука». 2011. Т. 33. С. 24–27.
5. Журавлёва Н.В., Зенков Л.Р. Влияние гипокинезии и пола подростков на корковые зрительные вызванные потенциалы // Физиология человека. 1977. Т. 3, № 1. С. 144–149.
6. Журавлёва Н.В., Зенков Л.Р. Влияние двигательной активности подростков на зрительные вызванные корковые потенциалы // Журн. высш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова. 1977. Т. 27. С. 107–114.
7. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней (Руководство для врачей). М., 2004. 488 с.
8. Игнатъева И.С. Нейрофизиологические механизмы зрительной рабочей памяти у подростков на начальных стадиях полового созревания и взрослых: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2004. 24 с.
9. Калинин С.И. Компьютерная обработка данных для психологов. СПб., 2004. 134 с.
10. Капилович Л.В., Замулина Е.В. Взаимосвязь вызванных потенциалов головного мозга с уровнем специальной физической подготовленности футболистов // Бюл. сиб. медицины. 2008. № 2. С. 112–114.
11. Кожевникова И.С. Особенности слуховых когнитивных вызванных потенциалов Р300 у детей с высоким уровнем тревожности // Материалы регион. науч.-практ. конф. «Образование и наука: ступени развития». Архангельск, 2011. С. 127–130.
12. Кожевникова И.С., Джос Ю.С. Когнитивные вызванные потенциалы Р300 у детей с высоким уровнем тревожности // Экология человека. 2011. № 5. С. 49–54.
13. Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М., 2000. 431 с.
14. Минина О.Г. Особенности высших мозговых функций у детей 5–10 лет с различной успешностью обучения (традиционное и экспертное оценивание): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Архангельск, 2003. 23 с.
15. Наатанен Р. Внимание и функции мозга. М., 1998. 559 с.
16. Пирумова И.В. Морфофункциональные и психофизиологические особенности подростков 12–15 лет в условиях традиционного и разделного по полу обучения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Челябинск, 2010. 24 с.

17. Семёнова Л.К., Чемоданов В.И. Структурно-функциональные особенности эндокринной системы // Физиология подростка. 1988. С. 53–71.
18. Шагас Ч. Вызванные потенциалы головного мозга в норме и патологии. М., 1975. 215 с.
19. Яковенко Е.А., Кропотов Ю.Д. Когнитивные вызванные потенциалы в практике GO\NOGO у детей с синдромом дефицита внимания и гиперактивностью // Вестн. Помор. ун-та. Сер.: Физиолог. и психол.-пед. науки. 2007. № 4. С. 44–45.
20. Iain A.B., Polich J. P300 and Response Time from a Manual Stroop Task // Clin. Neurophysiol. 1999. V. 110. P. 367.
21. Näätänen R. Selective Attention and Stimulus Processing: Reflections in Event-Related Potentials, Magnetoencephalogram and Regional Cerebral Blood Flow // Attention and Performance XI / eds. M. Posner, O. Marin, Hillsdale. N. Y., 1985. 355 p.
22. Novak G., Ritter W., Vaughan H.G., Jr. Mismatch Detection and the Latency of Temporal Judgements // Psychophysiology. 1992. V. 29. P. 398–411.

### References

1. Gnezditskiy V.V. *Vyzvannyye potentsialy mozga v klinicheskoy praktike* [Evoked Potentials of the Brain in Clinical Practice]. Moscow, 2003. 264 p.
2. Gnezditskiy V.V. *Obratnaya zadacha EEG i klinicheskaya elektroentsefalografiya (kartirovanie i lokalizatsiya istochnikov elektricheskoy aktivnosti mozga)* [Inverse EEG Problem and Clinical Electroencephalography (Mapping and Localization of Brain Electrical Activity Sources)]. Moscow, 2004. 624 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, vol. 33, no. 4, pp. 11–17.
4. Dzhos Yu.S., Podoplekin A.N., Startseva L.F. Osobennosti vyzvannoy bioelektricheskoy aktivnosti mozga u shkol'nikov s povedencheskimi narusheniyami [Peculiarities of Evoked Brain Activity in Schoolchildren with Behavioral Disorders]. *Materiali za 7-a mezhduнародna nauchna praktichna konferentsiya "Naynovite postizheniya na evropeyskata nauka"* [Proc. 7th Int. Theoret. and Pract. Conf. "Advances in the European Science"]. 2011, vol. 33, pp. 24–27.
5. Zhuravleva N.V., Zenkov L.R. Vliyanie gipokinezii i pola podrostkov na korkovyye zritel'nyye vyzvannyye potentsialy [The Influence of Hypokinesia and Sex of Adolescents on Cortical Visual Evoked Potentials]. *Fiziologiya cheloveka*, 1977, vol. 3, no. 1, pp. 144–149.
6. Zhuravleva N.V., Zenkov L.R. Vliyanie dvigatel'noy aktivnosti podrostkov na zritel'nyye vyzvannyye korkovyye potentsialy [Effect of Motion Activity of Adolescents on Visual Evoked Cortical Potentials]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatelnosti im. I.P. Pavlova*, 1977, vol. 27, pp. 107–114.
7. Zenkov L.R., Ronkin M.A. *Funktsional'naya diagnostika nervnykh bolezney* [Functional Diagnosis of Nervous System Diseases]. Moscow, 2004. 488 p.
8. Ignat'eva I.S. *Neyrofiziologicheskie mekhanizmy zritel'noy rabochey pamyati u podrostkov na nachal'nykh stadiyakh polovogo sozrevaniya i vzroslykh: avtoref. dis. ...kand. biol. nauk* [Neurophysiological Mechanisms of Visual Working Memory in Adolescents in the Early Stages of Puberty and Adults: Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Moscow, 2004. 24 p.
9. Kalinin S.I. *Komp'yuternaya obrabotka dannykh dlya psikhologov* [Electronic Data Processing for Psychologists]. St. Petersburg, 2004. 134 p.
10. Kapilevich L.V., Zamulina E.V. Vzaimosvyaz' vyzvannykh potentsialov golovnoy mozga s urovnem spetsial'noy fizicheskoy podgotovlennosti futbolistov [Mutual Correlation of Excited Potentials of the Brain with the Level of Special Physical Training of Football-Players]. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*, 2008, no. 2, pp. 112–114.
11. Kozhevnikova I.S. Osobennosti slukhovykh kognitivnykh vyzvannykh potentsialov P300 u detey s vysokim urovnem trevozhnosti [Peculiarities of Visual Cognitive Evoked Potentials P300 in Children with High Level of Anxiety]. *Materialy regional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Obrazovanie i nauka: stupeni razvitiya"* [Proc. Regional Theoret. and Pract. Conf. "Education and Science: Stages of Development"]. Arkhangelsk, 2011, pp. 127–130.
12. Kozhevnikova I.S., Dzhos Yu.S. Kognitivnyye vyzvannyye potentsialy P300 u detey s vysokim urovnem trevozhnosti [Cognitive Evoked Potentials P300 in Children with High Level of Anxiety]. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 5, pp. 49–54.
13. Luriya A.R. *Vysshie korkovyye funktsii cheloveka i ikh narusheniya pri lokal'nykh porazheniyakh mozga* [Higher Cortical Functions in Humans and Their Disturbances at Local Brain Lesions]. Moscow, 2000. 431 p.
14. Minina O.G. *Osobennosti vysshikh mozgovykh funktsiy u detey 5–10 let s razlichnoy uspezhnost'yu obucheniya*

(*traditsionnoe i ekspertnoe otsenivanie*): avtoref. dis. ...kand. biol. nauk [Peculiarities of Higher Brain Functions in Children Aged 5–10 Years with Varying Success of Training (Traditional and Expert Evaluation): Cand. Biol. Sci. Diss. Abs.]. Arkhangelsk, 2003. 23 p.

15. Näätänen R. *Vnimanie i funktsii mozga* [Attention and Brain Functions]. Moscow, 1998. 559 p.

16. Pirumova I.V. *Morfofunktsional'nye i psikhofiziologicheskie osobennosti podrostkov 12–15 let v usloviyakh traditsionnogo i razdel'nogo po polu obucheniya*: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Morphological, Functional and Psychophysiological Characteristics of Adolescents Aged 12–15 Years Studying in Traditional and Single-Sex Schools]. Chelyabinsk, 2010. 24 p.

17. Semenova L.K., Chemozanov V.I. *Strukturno-funktsional'nye osobennosti endokrinnoy sistemy* [Structural and Functional Features of the Endocrine System]. *Fiziologiya podrostka*, 1988, pp. 53–71.

18. Shagass Ch. *Evoked Brain Potentials*. New York, 1972 (Russ. ed.: Shagas Ch. *Vyzvannyye potentsialy golovnoy mozga v norme i patologii*). Moscow, 1975. 215 p.

19. Yakovenko E.A., Kropotov Yu.D. *Kognitivnye vyzvannyye potentsialy v praktike GO\NOGO u detey s sindromomdefitsita vnimaniya i giperaktivnost'yu* [Cognitive Evoked Potentials in the Practice of GO\NOGO in Children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder]. *Vestnik Pomorskogo universiteta. Ser.: Fiziologicheskie i psikhologo-pedagogicheskie nauki*, 2007, no. 4, pp. 44–45.

20. Ilan A.B., Polich J. P300 and Response Time from a Manual Stroop Task. *Clin. Neurophysiol.*, 1999, vol. 110, p. 367.

21. Näätänen R. Selective Attention and Stimulus Processing: Reflections in Event-Related Potentials, Magnetoencephalogram and Regional Cerebral Blood Flow. *Attention and Performance II*. New York, 1985. 355 p.

22. Novak G., Ritter W., Vaughan H.G., Jr. Mismatch Detection and the Latency of Temporal Judgements. *Psychophysiology*, 1992, vol. 29, pp. 398–411.

***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 SCHOOLCHILDREN AGED 13–18 YEARS**

The paper presents the results of tests on visual cognitive evoked potentials in 379 students aged 13–18 years (214 girls and 165 boys). The latency of P2 component in visual cognitive evoked potentials was statistically significantly higher among boys in all areas of the brain. Values of P2, N2 and P300 amplitudes prevail in girls ( $p < 0.01$ ). A statistically significant increase in P2 amplitude peak was detected in the central-parietal-temporal region of the right hemisphere and fronto-central-parietal-temporal area of the left hemisphere. N2 amplitude peak was increased in the frontal leads of both hemispheres of the brain. Higher amplitude of P300 was recorded in the fronto-temporal areas of both hemispheres.

**Keywords:** *students aged 13–18 years, visual cognitive evoked potentials, neurophysiological methods, brain bioelectrical activity.*

*Контактная информация:*

Козлова Полина Игоревна

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

e-mail: Appolinariya3@yandex.ru

Джос Юлия Сергеевна

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

e-mail: u.jos@narfu.ru

Рецензент – *Циркин В.И.*, доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии Казанского государственного медицинского университета