

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ И КОГНИТИВНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ У ШКОЛЬНИКОВ-СЕВЕРЯН¹

Л.П. Калинина* ORCID: [0000-0001-5219-6912](https://orcid.org/0000-0001-5219-6912)

А.Г. Кузьмин** ORCID: [0000-0001-6403-5059](https://orcid.org/0000-0001-6403-5059)

*Кабинет диагностики и функциональной коррекции зрения «Точка зрения»
(г. Архангельск)

**Вологодский государственный университет
(г. Вологда)

Проведено исследование взаимосвязи показателей сложной зрительно-моторной реакции и когнитивных зрительных вызванных потенциалов с помощью 21-канального электроэнцефалографа «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» (Россия) среди 449 школьников 7–17 лет, постоянно проживающих в г. Архангельске. Выявлена статистически значимая положительная взаимосвязь латентности компонента P2 и времени реакции: при понижении латентности пика P2, что указывает на улучшение восприятия стимула, уменьшается время от появления сигнала до ответной реакции у ребенка, и наоборот. Линейный регрессионный анализ показал слабую отрицательную взаимосвязь амплитуды компонента P2 и числа пропусков нажатий при предъявлении редкого стимула: при увеличении амплитуды пика P2, что характерно для активации процесса восприятия, может уменьшаться количество пропусков значимого стимула. Предполагается, что время и точность реакции могут служить коррелятами пика P2 когнитивных зрительных вызванных потенциалов и отражать степень зрелости процессов восприятия у ребенка.

Ключевые слова: школьники, зрительно-моторная реакция, когнитивные зрительные вызванные потенциалы, Европейский Север России.

Зрительно-моторная реакция имеет большое значение для гармоничного психического развития ребенка и его обучения в школе. Она отражает уровень активности нервной системы, работоспособности, характеризует динамику нервных процессов, их переключение

¹Авторы статьи выражают огромную благодарность кандидату медицинских наук, психотерапевту Джос Юлии Сергеевне за оказанную помощь при проведении исследования.

Ответственный за переписку: Калинина Лидия Павловна, адрес: 163072, г. Архангельск, ул. Комсомольская, д. 47; e-mail: lidiakalinina@yahoo.com

Для цитирования: Калинина Л.П., Кузьмин А.Г. Взаимосвязь показателей зрительно-моторной реакции и когнитивных зрительных вызванных потенциалов у школьников-северян // Журн. мед.-биол. исследований. 2019. Т. 7, № 4. С. 487–490. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.487

[1–8]. Особую роль в исследованиях мозговых механизмов высших психических функций играют методы оценки электрической активности головного мозга, в частности методика когнитивных вызванных потенциалов P300 [9, 10]. Однако в литературе имеется недостаточно информации о взаимодействии показателей когнитивных вызванных потенциалов с зрительно-моторной реакцией в детском возрасте, а также об особенностях этого взаимодействия у детей, проживающих в условиях Арктического региона. Настоящее исследование позволяет уточнить и дополнить имеющиеся представления об особенностях ответов коры головного мозга у детей и об отражении в показателях когнитивных вызванных потенциалов дополнительных функций, задействованных в анализе зрительного стимула.

Обследовано 449 школьников от 7 до 17 лет (из них 199 мальчиков и 250 девочек), родившихся и постоянно проживающих в г. Архангельске. Критериями исключения из обследования являлись: наличие в анамнезе и на момент обследования эмоциональных и поведенческих расстройств, неврологических, офтальмологических заболеваний, травм головного мозга, а также общесоматических заболеваний в стадии декомпенсации, леворукость, отказ родителей от обследования.

Проведен анализ времени и точности реакции при регистрации когнитивных зрительных вызванных потенциалов P300 на 21-канальном электроэнцефалографе «Нейрон-Спектр-4/ВПМ» (Россия). Electroды располагались на поверхности головы согласно Международной системе размещения электродов «10–20». Зрительную стимуляцию осуществляли по методике «oddball paradigm», в виде картинок. В связи с тем, что при исследовании применялась зрительная стимуляция и наиболее выраженные изменения наблюдались в затылочных отведениях, для регистрации потенциалов использовались монополярные отведения O1A1 и O2A2 (от затылочных долей левого и правого полушарий).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета программ SPSS 21.0

для Windows. Уровень значимости принимался равным 0,05. Для вычисления отношений шансов и коррекции на потенциальные конфаундеры использовался многофакторный линейный регрессионный анализ.

Линейный регрессионный анализ взаимосвязи времени реакции и латентного периода пика P2, отражающего восприятие предупредительного сигнала, в обоих отведениях выявил положительные коэффициенты: в левом $B = 0,050$ (95% ДИ: 0,012–0,088) (модель статистически значима: $F = 6,727$, $p = 0,010$), в правом $B = 0,054$ (95% ДИ: 0,011–0,097) (модель статистически значима: $F = 6,217$, $p = 0,013$). Следовательно, при снижении латентности пика P2, что характеризует улучшение восприятия значимого стимула, уменьшается интервал времени между появлением сигнала и ответной реакцией, и наоборот. Взаимосвязь времени реакции с амплитудой пика P2, латентностью и амплитудой пика N2, латентностью и амплитудой пика P300 не была выявлена ($p > 0,05$).

Анализ параметра «точность реакции», а именно количества пропусков нажатий при предъявлении значимого стимула, показал, что количество ошибок при предъявлении значимого стимула было слабо взаимосвязано с амплитудой пика P2 в левом полушарии (получен отрицательный коэффициент $B = -0,215$, статистическая значимость модели: $F = 3,83$, $p = 0,05$). Настоящая зависимость может указывать на то, что при повышении амплитуды пика P2, т. е. при активации процесса восприятия сигнала, уменьшалось количество пропусков нажатий при предъявлении редкого стимула, что может свидетельствовать о взаимосвязи процесса восприятия сигнала с точностью реакции у ребенка. Статистически значимой взаимосвязи числа пропусков нажатий в ответ на значимый стимул с латентностью компонента P2, латентностью и амплитудой пика N2, латентностью и амплитудой пика P300 не было выявлено ($p > 0,05$).

Таким образом, оценка представленных нами результатов выявила наличие взаимосвязи показателей зрительно-моторной реакции с

характеристиками когнитивных зрительных вызванных потенциалов у школьников-северян 7–17 лет. Учитывая полученные данные, можно предположить, что показатели «время реакции» и «точность реакции» служат корреля-

тами компонента P2 когнитивных вызванных потенциалов и указывают на степень зрелости процессов восприятия ребенка.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Дорджиева Д.Б., Бадмаева И.А., Карлова С.В., Лиджигорьева Ц.В. Возрастные различия времени зрительно-моторной реакции у школьников // Наука вчера, сегодня, завтра. 2017. № 7(41). С. 6–10.
2. Безруких М.М., Хрянин А.В., Терехова Н.Н. Возрастные и половые особенности психофизиологической структуры зрительного восприятия у детей 5–7 лет // Новые исследования. 2003. № 4(37). С. 20–36.
3. Бетелева Т.Г. Онтогенез структурно-функциональной организации воспринимающей системы мозга // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. Л.: Наука, 1990. С. 65–86.
4. Жукова Е.А. Острота зрения, зрительное восприятие и факторы, влияющие на них, у младших школьников: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13. Киров, 2004. 266 с.
5. Зайцев А.В., Лупандин В.И., Сурнина О.Е. Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 6. С. 34–37.
6. Казакова Е.В., Морозова Л.В. Особенности формирования зрительного восприятия у детей-северян 7–8 лет и факторы риска раннего дизонтогенеза // Эксперим. психология. 2009. Т. 2, № 4. С. 91–100.
7. Нехорошкова А.Н., Грибанов А.В., Депутат И.С. Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (обзор) // Вестн. Сев. (Арктич.) федер. ун-та. Сер.: Мед.-биол. науки. 2015. № 1. С. 38–48.
8. Favilla M. Reaching Movements in Children: Accuracy and Reaction Time Development // Exp. Brain Res. 2006. Vol. 169, № 1. P. 122–125.
9. Гнездицкий В.В. Вызванные потенциалы мозга в клинической практике. М.: МЕДпресс-информ, 2003. 264 с.
10. Polich J. Cognitive Brain Potentials // Curr. Dir. Psychol. Sci. 1993. Vol. 2, № 6. P. 175–179.

References

1. Dordzhieva D.B., Badmaeva I.A., Karlova S.V., Lidzhigoryaeva Ts.V. Vozrastnye razlichiya vremeni zritel'no-motornoy reaktzii u shkol'nikov [Age Differences in the Time of Visual-Motor Reaction in Schoolchildren]. *Nauka vchera, segodnya, zavtra*, 2017, no. 7, pp. 6–10.
2. Bezrukikh M.M., Khryanin A.V., Terebova N.N. Vozrastnye i polovye osobennosti psikhofiziologicheskoy struktury zritel'nogo vospriyatiya u detey 5–7 let [Age and Sex Peculiarities of Psychophysiological Structure of Visual Perception in 5–7-Year-Old Children]. *Novye issledovaniya*, 2003, no. 4, pp. 20–36.
3. Beteleva T.G. Ontogenez strukturno-funktsional'noy organizatsii vosprininayushchey sistemy mozga [Ontogeny of the Structural and Functional Organization of the Brain Perception System]. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya razvivayushchegosya mozga* [Structural and Functional Organization of the Brain Perception System]. Leningrad, 1990, pp. 65–86.
4. Zhukova E.A. *Ostrota zreniya, zritel'noe vospriyatie i faktory, vliyayushchie na nikh, u mladshikh shkol'nikov* [Visual Acuity, Visual Perception and the Factors Influencing Them in Primary School Children: Diss.]. Kirov, 2004. 266 p.
5. Zaytsev A.V., Lupandin V.I., Surnina O.E. Vozrastnaya dinamika vremeni reaktzii na zritel'nye stimuly [Age-Related Dynamics of the Reaction Time to Visual Stimuli]. *Fiziologiya cheloveka*, 1999, vol. 25, no. 6, pp. 34–37.
6. Kazakova E.V., Morozova L.V. Osobennosti formirovaniya zritel'nogo vospriyatiya u detey-severyan 7–8 let i faktory riska rannego dizontogeneza [Features of Formation of Visual Perception in Children-Northerners Aged 7–8 Years and Risk Factors of Early Dysontogenesis]. *Ekspperimental'naya psikhologiya*, 2009, vol. 2, no. 4, pp. 91–100.

7. Nekhoroshkova A.N., Griбанov A.V., Deputat I.S. Sensomotornye reaktsii v psikhofiziologicheskikh issledovaniyakh (obzor) [Sensomotor Reactions in Psychophysiological Studies (Review)]. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser.: Mediko-biologicheskie nauki*, 2015, no. 1, pp. 38–48.

8. Favilla M. Reaching Movements in Children: Accuracy and Reaction Time Development. *Exp. Brain Res.*, 2006, vol. 169, no. 1, pp. 122–125.

9. Gnezditskiy V.V. *Vyzvannye potentsialy mozga v klinicheskoy praktike* [Evoked Brain Potentials in Clinical Practice]. Moscow, 2003. 264 p.

10. Polich J. Cognitive Brain Potentials. *Curr. Dir. Psychol. Sci.*, 1993, vol. 2, no. 6, pp. 175–179.

DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.487

Lidiya P. Kalinina* ORCID: [0000-0001-5219-6912](https://orcid.org/0000-0001-5219-6912)
Aleksandr G. Kuz'min** ORCID: [0000-0001-6403-5059](https://orcid.org/0000-0001-6403-5059)

*“Tochka Zreniya” Eye Center
(Arkhangelsk, Russian Federation)

**Vologda State University
(Vologda, Russian Federation)

CORRELATION BETWEEN VISUAL-MOTOR REACTION PARAMETERS AND VISUAL EVENT-RELATED POTENTIALS IN SCHOOLCHILDREN LIVING IN THE NORTH OF RUSSIA

Using the 21-channel EEG system Neuron-Spectrum-4 (Russia), this paper studies visual-motor reaction parameters and visual event-related potentials in 449 schoolchildren aged 7–17 years living in Arkhangelsk. We identified a statistically significant positive correlation between P2 latency and response time: with decreasing latency of the P2 peak (which indicates improvement in perception of the stimulus), the time from the presentation of a signal to the response decreases, and vice versa. Further, the linear regression analysis showed a slight negative correlation between the P2 amplitude and omission response to rare stimuli: with increasing amplitude of the P2 peak (which indicates activation of the perception process), the number of omissions of significant stimuli may decrease. It was assumed that the visual-motor reaction time and accuracy can be one of the correlates of the P2 peak and reflect the maturity of perception processes in children.

Keywords: *schoolchildren, visual-motor reaction, visual event-related potentials, European North of Russia.*

Поступила 11.07.2019

Принята 13.09.2019

Received 11 July 2019

Accepted 13 September 2019

Corresponding author: Lidiya Kalinina, address: ul. Komsomol'skaya 47, Arkhangelsk, 163072, Russian Federation; e-mail: lidiakalinina@yahoo.com

For citation: Kalinina L.P., Kuz'min A.G. Correlation Between Visual-Motor Reaction Parameters and Visual Event-Related Potentials in Schoolchildren Living in the North of Russia. *Journal of Medical and Biological Research*, 2019, vol. 7, no. 4, pp. 487–490. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.487