

# КОГНИТИВНАЯ НАУКА

В МОСКВЕ



НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
2019

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

УДК 159.9  
ББК 88.25  
К57

Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2019 г. Под ред. Е. В. Печенковой, М. В. Фаликман. – М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2019 г. – 656 стр.

ISBN 978-5-4465-2346-7

УДК 159.9  
ББК 88.25

ISBN 978-5-4465-2346-7

©Авторы статей, 2019

## ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫЕ И КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ У ДЕТЕЙ ПРИ МОЗЖЕЧКОВЫХ ДИСФУНКЦИЯХ

М. А. Шурупова\* (1, 2), В. Н. Анисимов (1, 2), А. А. Девятерикова (2),  
В. Н. Касаткин (2), А. В. Латанов (1)

[shurupova.marina.msu@gmail.com](mailto:shurupova.marina.msu@gmail.com)

1 – МГУ имени М. В. Ломоносова, биологический факультет, кафедра высшей нервной деятельности, Москва; 2 – Федеральный научно-клинический центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева, Москва

**Аннотация.** Исследованы показатели движений глаз и их взаимосвязи с рабочей памятью и зрительным восприятием у детей при мозжечковых дисфункциях в результате лечения опухолей. Движения глаз оценивали методом айтрекинга, а когнитивные показатели – с использованием международной батареи тестов CANTAB и теста Weegy VMI. В исследовании приняли участие 40 пациентов и 37 нормотипичных детей. Продemonстрировано наличие гиперметричных и корректировочных саккад у пациентов с дисфункцией мозжечка, показана возрастная динамика саккад в норме и патологии. Обнаружена положительная взаимосвязь между долей точных саккад и показателями рабочей памяти и зрительного восприятия у пациентов. Кроме того, разработаны алгоритмы автоматической оценки исследуемых глазодвигательных показателей. Метод айтрекинга продемонстрировал эффективность для исследования параметров движений глаз с целью оценки нарушений работы саккадической системы у пациентов.

**Ключевые слова:** медуллобластома, астроцитомы, подростки, айтрекинг, саккады, CANTAB, когнитивные процессы

### Введение

Движения глаз, зрительное внимание и восприятие тесно взаимосвязаны. Зрительная система реализует выборочную обработку информации с помощью механизмов внимания. Работа саккадической системы отражает большую часть зрительной активности, а по современным представлениям (Rizzolatti, Craighero, 1998) зрение и внимание представляют собой неразрывно связанные стороны одного и того же процесса. Более того, моторный зрительный компонент также тесно взаимосвязан с процессами внимания у человека.

При этом известно, что мозжечок играет важную роль в движениях глаз и фиксации взгляда (Manto et al., 2012). Поражения мозжечковых структур приводят к саккадической дисметрии, которая чаще всего выражается в гиперметрии (перелете) саккады относительно цели. Гиперметричные саккады часто компенсируются корректировочными саккадами (Thurtell, 2007). Таким образом, глазодвигательная система, обеспечивающая процессы зрительного внимания и восприятия, повреждается у пациентов с поражением мозжечка.

Кроме того, при мозжечковых расстройствах возникает ряд нейрокогнитивных нарушений, связанных с управляющими функциями, такими как планирование, ингибирование, тайминг, рабочая память (Касаткин и др., 2017). Мозжечок имеет обширные связи с немоторными областями коры, вследствие чего он вовлечен в модуляцию когнитивных процессов.

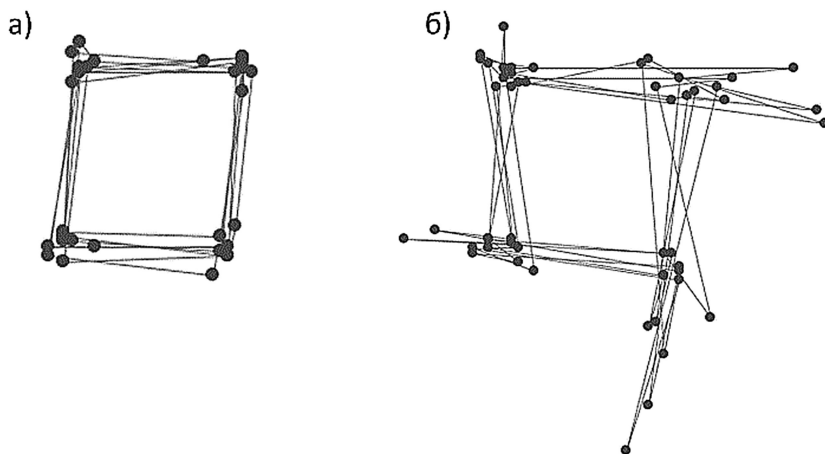
Одними из самых распространенных опухолей мозжечка являются медуллобластома и астроцитомы, которые чаще всего локализованы в черве и полушариях. Пациенты, перенесшие данные опухоли и их лечение, включающее в себя хирургическое вмешательство, лучевую терапию и химиотерапию, демонстрируют нейрокогнитивный и глазодвигательный дефицит. Диагностика данных функций неинвазивным методом видеорегистрации движений глаз (айтрекинга) и рядом нейропсихологических тестов представляет практический интерес в рамках оценки реабилитационных процессов у таких пациентов.

### Методика

В исследовании приняли участие 40 пациентов в возрасте 9–17 лет ( $M=12.75$ ,  $SD=2.43$ ) с дисфункциями мозжечка в результате образования медуллобластомы (27 пациентов) и астроцитомы (13 пациентов). Контрольную группу составили 37 нормотипичных детей того же возраста ( $M=12.02$ ,  $SD=2.87$ ). Движения глаз регистрировали с использованием айтрекера Arrington Research (60 Hz). В качестве стимульной парадигмы использовали зрительно вызванные саккады в горизонтальном и вертикальном направлении в последовательности, образующей квадрат. Амплитуду саккад задавали стороной квадрата в  $10^\circ$ . Саккады с амплитудой более  $11.5^\circ$  считали гиперметричными, а саккады с амплитудой меньше  $8.5^\circ$  – гипометричными ( $\pm 15\%$  от заданного углового расстояния до стимула). Дисметричные саккады обычно сопровождалась корректирующими саккадами с амплитудой менее  $5^\circ$ . Таким образом, саккады с амплитудой  $8.5$ – $11.5^\circ$  считали условно точными. Для оценки нейропсихологического статуса пациентов использовали компьютеризованную батарею тестов CANTAB и тест зрительно-моторной интеграции Beery VMI. В работе сравнивали параметры зрительно вызванных саккад у пациентов и нормотипичных детей, а также влияние возраста на эти параметры. Кроме того, у пациентов исследовали взаимосвязь между эффективностью глазодвигательной деятельности и выполнением нейропсихологических тестов.

### Результаты

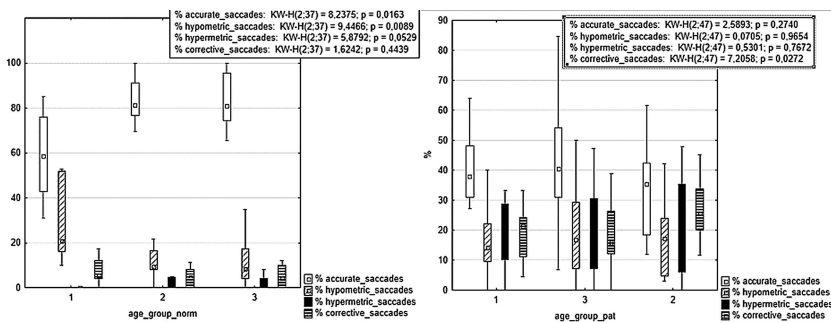
У пациентов доля условно точных саккад была значимо ниже, чем у нормотипичных детей (38.75% против 79.94%,  $H=41.16$ ,  $p<.00001$ ), доля гиперметричных саккад выше (19.39% против 1.74%,  $H=45.15$ ,  $p<.00001$ ), доля корректировочных саккад также выше (22.12% против 5.85%,  $H=41.23$ ,  $p<.00001$ ). При этом число гипометричных саккад не различалось (17.79% против 15.09%,  $H=1.73$ ,  $p=.188$ ). На рис. 1 представлена визуализация выполнения данного теста детьми одного возраста, где присутствуют характерные гиперметричные саккады.



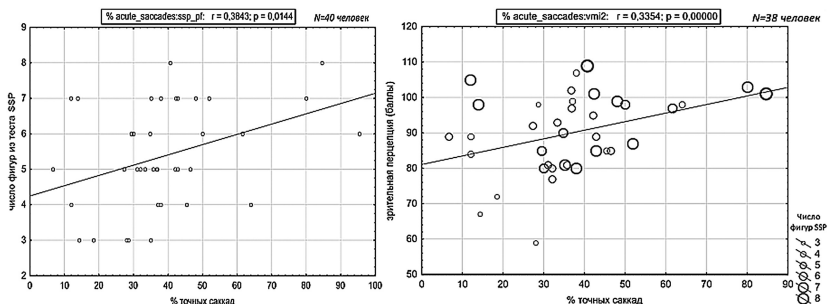
**Рисунок 1.** Пример выполнения задания на зрительно вызванные саккады нормотипичным ребенком 12 лет (а) и пациентом с медуллобластомой 12 лет (б)

При разделении детей на три возрастные группы (9 – 11, 12 – 14 и 15 – 17 лет) были проанализированы саккады у нормотипичных детей и пациентов (рис. 2). У нормотипичных детей с возрастом увеличивается доля точных саккад, а число гипометричных саккад снижается. У пациентов снижается только число корректирующих саккад.

Кроме того, методом корреляционного анализа была выявлена положительная взаимосвязь между долей точных саккад и числом запомненных фигур при выполнении теста на рабочую память Spatial Span компьютеризированной батареи CANTAB (рис. 3, слева) у пациентов с опухолями мозжечка ( $r = .03843$ ;  $p = .0144$ ). Также показана положительная взаимосвязь между долей точных



**Рисунок 2.** Медианы долей точных саккад (показано белым), гипометричных саккад (диагональная штриховка), гиперметричных саккад (показано черным) и корректирующих саккад (горизонтальная штриховка) у детей трех возрастных групп. Слева – нормотипичные дети, справа – пациенты



**Рисунок 3.** Связь долей (в %) точных саккад с числом запомненных фигур в тесте SSP (слева) и показателем зрительного восприятия (справа) у пациентов.

саккад и выполнением теста на зрительное восприятие батареи Beery VMI (рис. 3, справа) ( $r = .03354$ ;  $p < .00001$ ). Таким образом, у пациентов с большей долей точных саккад наблюдались более высокие баллы в когнитивных тестах.

### Обсуждение и выводы

Исследование является продолжением длительной работы по использованию метода айтрекинга в диагностических и коррекционных целях в рамках практики реабилитации пациентов, перенесших опухоли мозжечка и задней черепной ямки. Результаты исследования демонстрируют перспективность применяемого метода. Практика оценки саккадических движений у пациентов с дисфункциями мозжечка полностью отсутствовала в России до настоящего времени, а оценка саккадических нарушений производилась исключительно экспертно со значительной долей ошибочных суждений и отсутствием количественных оценок патологических проявлений. Использованный метод айтрекинга позволяет как определять особенности глазодвигательного поведения в двумерном зрительном поле, так и подразделять саккады по метрике (гиперметрия или гипометрия).

Зависимость показателей саккад при выполнении глазодвигательного теста и объективно измеряемых показателей рабочей памяти и зрительного восприятия демонстрирует связь когнитивных и моторных функций, которые снижаются у детей, перенесших опухоль мозжечка. Можно предположить, что зрительное внимание, которое обеспечивается при функционировании саккадической системы, тесно взаимосвязано с возможностью концентрации, переключаемостью и ингибированием. Такие процессы по современным представлениям (Salthouse, 2005) представляют собой основу психической/когнитивной деятельности человека. К этому же ряду относится и показатель рабочей памяти. В клинике заболеваний мозжечка у детей младшего и среднего возраста подобный результат получен впервые. Он подтверждает важность и необходимость исследования (и коррекции) не только нарушений на уровне макромоторики и постурального контроля, но и связи с тонкой моторикой, особенно такой как движения глаз.

Мы предполагаем, что специально подобранная программа коррекции, в которой будут учтены особенности глазодвигательных нарушений и снижения рабочей памяти, позволит более эффективным образом проводить реабилитацию у пациентов с дисфункциями мозжечка.

## Литература

Касаткин В. Н., Рябова А. А., Дренёва А. А., Румянцев А. Г. Результаты использования батареи нейропсихологических тестов CANTAB для диагностики расстройств и оценки коррекции исполнительных функций у детей, перенесших комплексное лечение опухолей задней черепной ямки // Вестник восстановительной медицины. 2017. Т. 6. С. 33 – 39.

Manto M., Bower J. M., Conforto A. B., Delgado-García J. M., da Guarda S. N., Gerwig M., Habas C., Hagura N., Ivry R. B., Mariën P., Molinari M., Naito E., Nowak D. A., Oulad Ben Taib N., Pelisson D., Tesche C. D., Tilikete C., Timmann D. Consensus paper: Roles of the cerebellum in motor control – the diversity of ideas on cerebellar involvement in movement // *The Cerebellum*. 2012. Vol. 11. No. 2. P. 457 – 487. doi:10.1007/s12311-011-0331-9

Rizzolatti G., Craighero L. Spatial attention: Mechanisms and theories // *Advances in Psychological Science*. 1998. Vol. 2. P. 171 – 198.

Salthouse T. A. Relations between cognitive abilities and measures of executive functioning // *Neuropsychology*. 2005. Vol. 19. No. 4. P. 532 – 545. doi:10.1037/0894-4105.19.4.532

Thurtell M. J., Tomsak R. L., Leigh R. J. Disorders of saccades // *Current Neurology and Neuroscience Reports*. 2007. Vol. 7. No. 5. P. 407 – 416. doi:10.1007/s11910-007-0063-x

## EYE MOVEMENTS AND COGNITIVE FUNCTIONS IN PATIENTS WITH CEREBELLAR DISORDERS

M. A. Shurupova\* (1, 2), V. N. Anisimov (1, 2), A. A. Deviaterikova (2),  
V. N. Kasatkin (2), A. V. Latanov (1)  
[shurupova.marina.msu@gmail.com](mailto:shurupova.marina.msu@gmail.com)

1 – Lomonosov Moscow State University, Biological Faculty, High Nervous Activity Department, Moscow; 2 – Dmitry Rogachev National Medical Research Center Of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Moscow

**Abstract.** The present study investigated oculomotor activity in relation to working memory and visual perception in children with cerebellar dysfunction resulting from tumor treatment. Eye movements were measured using an eye tracker, while cognitive assessment was performed using CANTAB and the Beery VMI test. 40 patients and 37 healthy controls took part in this study. We found that patients with cerebellar dysfunction exhibit hypermetric and corrective saccades. Our study results show age-dependent saccade dynamics in healthy controls as well as in patients exhibiting pathology. The data suggest a positive correlation between saccade accuracy and a patient's working memory and visual perception measures. Additionally, we have developed algorithms for the automatic evaluation of oculomotor activities of interest. Eye-tracking is shown to be an effective tool for studying eye movements in patients with saccadic dysfunction.

**Keywords:** medulloblastoma, astrocytoma, adolescents, eye-tracking, saccades, CANTAB, cognitive processes