**Теория магноцеллюлярного дефицита на материале исследования на айтрекере**

***Вагапова А. А.***

*Студент*

*Казанский федеральный университет, институт филологии и межкультурной коммуникации, Казань, Россия*

*E-mail: al\_vagapova@mail.ru*

Причин появления дислексии множество, своей дискуссионностью отличается теория магноцеллюлярного дефицита.

Латеральное коленчатое тело включает в себя два параллельных тракта: магноцеллюлярный и парвоцеллюлярный. Они передают сигналы в теменную и височную кору соответственно. Информация о визуальных объектах поступает в оба тракта из затылочных областей, создавая целостное восприятие, однако пути различаются функционально. Считается, что М-клетки отвечают за восприятие движения, в то время как П-клетки распознают цвет и форму неподвижных стимулов.

Существуют исследования, указывающие на дефицит М-пути: сниженная чувствительность на частотах, которые воспринимаются М-клетками, анатомические исследования ЛКТ, иллюстрирующие дезорганизацию исследуемых клеток, трудности в распознавании мельканий и глобального движения [Pammer 2001], скорости дрейфа [Manning 2022], сниженная чувствительность к иллюзии частоты удвоения [Pammer 2001] и нарушения функций внимания [Johnston 2017]. Однако некоторые исследователи высказывают противоположное мнение, утверждают ложность методологии, смешивающей функции дорсального пути, который отвечает за восприятие движения, и М-клеток, распознающих стимулы на низких пространственных частотах и высоких временных [Skottun 2015]. Они также указывают на неверность определения причинно-следственных связей между чтением и активностью мозга при дислексии [White 2006], отмечают отсутствие значимой связи между М-системой и плохими показателями чтения.

Для проверки теории дефицита М-тракта был проведен эксперимент с использованием айтрекера EyeLink 1000 Plus. Для формирования групп с дислексией и контрольной группы до начала эксперимента проводилась диагностика, включающая стандартизированную методику измерения навыка чтения (СМИНЧ) А. Н. Корнева, матрицы Равена и нейропсихологическое обследование по методике Т.В. Ахутиной в сокращенном варианте, в котором оценивались состояния всех трех функциональных блоков головного мозга: программирования, регуляции и контроля, приема, переработки и хранения информации.

Для проверки функционирования дорсального потока респондентам младшего школьного возраста с дислексией было предложено прочитать 4 текста, два из которых были статическими и два – динамическими (бегущая строка). Сложность текстов подбиралась с учетом индекса читабельности СМИНЧ: 0,05 и 5,15. Бегущая строка отображалась с середины экрана, а сама строчка была зашумлена символами сверху и снизу, обеспечивая паритет условий для статического и динамического представления стимулов.

После прочтения каждого из четырех текстов респондентам задавались вопросы по содержанию для оценки уровня усвоения информации, для каждого текста было составлено по 4 вопроса. Статистический анализ данных 86 школьников (из которых 43 были нормотипичными читателями и 43 – страдающими дислексией; 3 были исключены из-за неспецифического характера нарушений чтения) не выявил значительных корреляций.

Для анализа были использованы данные длительности фиксаций (время, затраченное на просмотр слова) и саккад (перемещения взгляда от одного элемента к другому), включая амплитуду саккад и их пиковую скорость. Последний показатель некоторые исследователи рассматривают как индикатор сложности задачи, основанный на уровне возбуждения симпатической нервной системы.

В большинстве исследований магноцеллюлярная теория интерпретируется как трудности в декодировании подвижного текста. Однако, вопреки данной теории, коэффициент техники чтения (КТЧ) не продемонстрировал значительного снижения показателей. Другие параметры окулографической активности (продолжительность саккад и фиксаций, амплитуда саккад и их пиковая скорость) не показали статистически значимой корреляции.

Изучение движения глаз в качестве маркера дислексии оказалось малопродуктивным, поэтому мы решили исследовать состояние клеток ЛКТ. Мы зафиксировали увеличение длительности фиксаций в группе с дислексией, страдающей от трудностей зрительного гнозиса.

Также была рассмотрена корреляция между КТЧ и результатами ЗГ для текстов с индексом читабельности 0,05 и 5,15 результаты по Пирсону составили: r = 0,325 (p=0,05) и r = 0.5178 (p=0,05) соответственно. Связь между навыками чтения и зрительным дефицитом подтверждается как корреляцией состояния ЗГ, так и ответами на вопросы по тексту: r = 0,3164, p = 0,05. Однако эти результаты нельзя рассматривать как доказательство дефицита М-клеток. Поэтому мы провели дополнительный эксперимент, направленный на отдельную оценку состояния М- и П-клеток.

Респондентам были даны стимулы с пространственным и временным зазором для проверки Р- и М-клеток соответственно, как это было представлено в исследовании W.S. Bush. Всего проводилось три теста: два на П-клетки и один на М-клетки. Участников просили определить наличие или отсутствие зазора 0,04°, а также его ориентацию в окружностях диаметром 4 см, 4,5 см и 5 см при высоком контрасте (100%), где стимул предъявлялся в течение 80 мс. И тест на определение временного зазора в 16 мс между стимулами длительностью 32 мс на тех же окружностях, но при низком контрасте – 10%. Все стимулы представлялись строго по центру с длительностью 100 мс. Разные диаметры окружностей были подобраны для исключения перевеса в сторону М-системы при оценке П-клеток [Edwards 2021]. Оценивались правильность ответов и скорость реакции, однако значимых корреляций не было выявлено. Например, корреляция ответов с состоянием зрительного гнозиса оказалась -0,466 для первого эксперимента по состоянию П-клеток, -0,155 для второго и 0.113 (р = 0,05) для М-клеток. GLM также не дала значимых корреляций между пониманием текста и состоянием М- и П-клеток. Таким образом, наши предварительные результаты на небольшой, но статистически значимой выборке показали отсутствие значительного влияния М-клеток на процесс чтения.

Таким образом, наш статистический анализ окулографических данных при задачах восприятия динамических и статических стимулов, а также при задачах с временным и пространственным разрывом предполагает невалидность теории магноцеллюлярного дефицита.

## **Литература**

1. Bush W. S. Differential effect of one versus two hands on visual processing/ W. S. Bush, S. P. Vecera // Cognition. 2014. V. 133. Iss. 1. P. 232-237.
2. Edwards М. Using perceptual tasks to selectively measure magnocellular and parvocellular performance: Rationale and a user’s guide / M. Edwards, S. C. Goodhew, D. R. Badcock // Psychonomic Bulletin & Review 2021.V.28.P.1029-1050.
3. Johnston R. Visual perception in dyslexia is limited by sub-optimal scale selection / R. Johnston, N. J. Pitchford, N. W. Roach, T. Ledgeway // Scientific reports. 2017. V.7. P. 1 - 11.
4. Manning C. Visual Motion and Decision-Making in Dyslexia: Reduced Accumulation of Sensory Evidence and Related Neural Dynamics / C. Manning, C. D. Hassall, L. T. Hunt, A. M. Norcia, E. - J. Wagenmakers, M. J. Snowling, G. S. Evans, N. J. Evans // Journal of Neuroscience. 2022. V.42. Iss.1. P.121 - 134.
5. Pammer K. Isolating the M (y)-cell response in dyslexia using the spatial frequency doubling illusion / К. Pammer, C. Wheatley // Vision Res. 2001. V.41. Iss.16. P.2139 - 2147.
6. Skottun C. The need to differentiate the magnocellular system from the dorsal stream in connection with dyslexia / C. Skottun // Brain and Cognition. 2015. V.95. P.62 - 66.
7. White S. The role of sensorimotor impairments in dyslexia: a multiple case study of dyslexic children / S. White, E. Milne, S. Rosen, P. Hansen, J. Swettenham, U. Frith, F. Ramus // Developmental Science. 2006. V.9. Iss. 3. P.237 – 255.