

**УДК 159.91**

## **ОСОБЕННОСТИ ДВИЖЕНИЙ ГЛАЗ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ПРИ ЗРИТЕЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ СТИМУЛОВ**

*Дягилева Ю. О., Котович А. С., Орехова Л. С., Михайлова А. А., Павленко В. Б.*

*Таврическая академия (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь, Республика Крым, Россия  
E-mail: anna-del-rey@mail.ru*

Разработан набор зрительных стимулов, содержащих социально значимые (лица, взаимодействие людей) и нейтральные (сложные геометрические узоры) элементы. Стимулы предъявлялись с использованием прибора для регистрации движений глаз RED-250. В исследовании приняло участие 16 детей в возрасте от 2,1 до 4,2 лет. Выявлены особенности движений глаз у детей раннего возраста с расстройствами аутистического спектра (РАС) при восприятии социально значимых стимулов по сравнению со здоровыми детьми этого же возраста. Показано, что отличия по характеристикам движений глаз (среднее время фиксации, количество и длительность фиксаций) между двумя группами детей являются статистически значимыми. Дети с элементами РАС по сравнению с их здоровыми сверстниками фиксировали взгляд на социальном взаимодействии, детской игре и лицах детей в течение значимо меньших периодов времени. Полученные в работе результаты свидетельствуют о перспективности применения данного набора стимулов при использовании трекинга взора в ранней диагностике РАС.

**Ключевые слова:** дети раннего возраста, расстройства аутистического спектра, социально значимые стимулы, зрительные стимулы, движения глаз, ай-трекинг.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Аутизм является заболеванием, которое создает острую социальную проблему. Дети с расстройствами аутистического спектра (РАС) особенным образом воспринимают социальную ситуацию и отгораживаются от реального мира [1, 2]. Число детей с РАС постоянно увеличивается, но причины заболевания до сих пор являются недостаточно изученными [3]. Существует множество теорий, объясняющих природу аутизма (психогенная, генетическая, органическая, психологическая), и каждая из них выделяет различные факторы, влияющие на возникновение заболевания [4, 5]. В настоящее время психиатры, психологи, педагоги занимаются разработкой методов диагностики и коррекции РАС. Считается, что симптоматику РАС можно нивелировать ранней коррекционной работой, поэтому особо актуальным становится поиск новых методов ранней диагностики. Однако существующих научных работ в этой области пока недостаточно, чтобы с точностью определить основные маркеры идентификации аутизма [6-9]. Одним из перспективных методов диагностики является регистрация

движений глаз испытуемого (ай-трекинг). Так, в исследовании продолжительности фиксации на определенных фрагментах видеофильма было выявлено, что 69 % времени показа дети с РАС рассматривали геометрические фигуры (социально незначимые фрагменты). Типично развивающиеся дети гораздо дольше смотрели на изображения людей (социально значимые объекты). Авторы исследования предположили, что чем больше времени ребенок тратит на рассматривание повторяющихся геометрических фигур, тем у него более тяжелая форма аутизма [8]. Однако предъявление подобного видеофильма иногда вызывает ощущение дискомфорта даже у взрослых людей, а обработка движений глаз при этом отличается значительной сложностью. Мы предположили, что у детей с РАС может отличаться восприятие даже статичных изображений. В связи с этим целью нашего исследования было выявление особенностей движений глаз у детей раннего возраста с элементами РАС при зрительном восприятии статичных изображений, включающих социально значимые стимулы. Такое исследование может быть важным для определения маркеров аутизма на ранних этапах развития ребенка.

### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В исследовании приняло участие 16 детей в возрасте от 2,1 до 4,2 лет (5 девочек и 11 мальчиков). Дети были разделены на две группы. Экспериментальная группа состояла из 10 человек. В нее вошли дети с диагностированными элементами РАС, что подтверждалось заключением детского психиатра. Все дети этой группы имели схожую симптоматику: это одновременно недоразвитие речи, стереотипность движений, избегание зрительного контакта и т. д. Контрольная группа, 6 человек – типично развивающиеся дети. Запись ай-трекинга 4-х детей с РАС была удалена из-за значительных помех в калибровке. Базой проведения исследования была лаборатория психофизиологии центра коллективного пользования «Экспериментальная физиология». Основным методом исследования являлся трекинг движения глаз с помощью бесконтактной установки RED-250 (производства SensoMotoric Instruments – SMI). В установку входит видеокамера и точечные диоды, излучающие слабый инфракрасный свет. С помощью специальной программы компьютер обрабатывает изображение глаз, идентифицирует и локализует центры зрачка и роговичного блика и путем вычислений определяет расположение линии взора на ЖК экране монитора, экспонирующего стимульный материал. Нами был разработан набор стимулов в виде простых рисунков, содержащих лица людей, и в виде сложных композиций, включающих социально значимые фрагменты (социальное взаимодействие детей), а также нейтральную часть – рисунки, состоящие из геометрических фигур (рис. 1).

В течение всего сеанса регистрации движений глаз ребенок сидел на руках у матери. Перед показом группы стимулов проводилась калибровка движений глаз ребенка. В качестве основных показателей окулomotorной активности оценивалось среднее время фиксации, длительность фиксаций, количество фиксаций в зонах интереса. Зона интереса – это выделяемая экспериментатором часть картинки, по которой в дальнейшем представлены значения интересующих показателей (рис. 2). Принцип определения зон интереса основывался на выделении фрагментов,

изображающих детскую игру, детские лица (социально значимая часть картинки), и выделении в отдельные зоны интереса сложных геометрических фигур (нейтральная часть картинки).



Рис. 1. Пример стимульного изображения, содержащего социально значимую часть (детская игра) и нейтральную часть (геометрические фигуры).



Рис. 2. Пример выделения нескольких зон интереса в стимульном изображении.

Анализ полученных данных по интересующим показателям (среднее время фиксации, количество и время фиксации на разных частях предлагаемых картинок) обеспечивался компьютерной программой SMI BeGaze. Статистическая обработка проводилась при помощи непараметрического U-критерия Манна – Уитни.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

При анализе результатов зрительного восприятия ряда стимулов с помощью программы SMI BeGaze можно выделить такие основные тенденции:

При предъявлении ребенку простого рисунка лица человека дети и той и другой группы смотрели на социально значимые элементы лица (глаза, нос, рот). Однако предъявление сложных рисунков, содержащих одновременно социально значимые ситуации (игру детей) и нейтральную часть (геометрические фигуры), позволило выявить значимые различия в показателях движений глаз у детей двух исследуемых групп. Так, дети с элементами РАС при просмотре такого типа предъявляемых рисунков более длительно фиксировали взгляд на ярких предметах и геометрических фигурах, при этом не прослеживали взгляд детей и не обращали внимания на лица людей (рис. 3А). Дети контрольной группы четко прослеживали взгляд детей и более длительно смотрели на лица, изображенные на картинках (рис. 3Б).

А



Б



Рис. 3 Траектория движений глаз ребенка с элементами расстройств аутистического спектра (А), траектория движений глаз типично развивающегося ребенка (Б).

Среднее время фиксации взгляда детей экспериментальной группы на объектах в социально значимой области составило 327,8 мс, а у детей контрольной группы значимо больше – 442,0 мс (рис. 4).

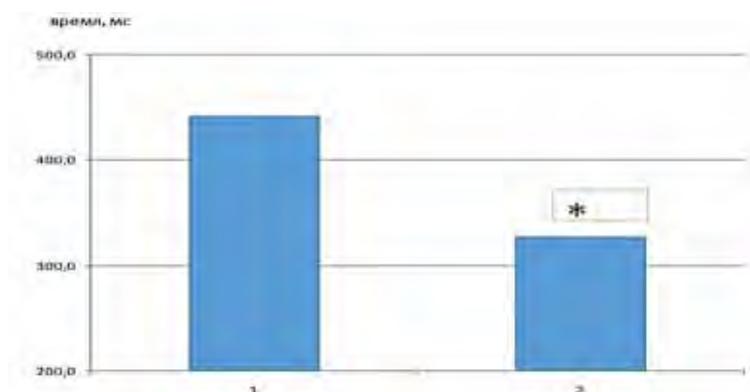


Рис.4 Показатели среднего времени фиксации взгляда (мс) на социально значимых областях рисунка у здоровых детей (1) и у детей с элементами РАС (2). \* – различия достоверны при  $P \leq 0,05$ .

Среднее время фиксации взгляда детей экспериментальной группы на объектах социально незначимой области составило 397,7 мс, а у детей контрольной группы – 377,5 мс. Таким образом, достоверные различия между средним временем фиксации взгляда контрольной и экспериментальной группы на социально незначимых областях отсутствуют.

Оценивалась также длительность фиксации взгляда на социально значимых и социально незначимых стимулах по отношению ко всему времени предъявления стимула (в %). Так, средний показатель относительного времени фиксации взгляда у детей экспериментальной группы на социально значимых стимулах составил 28,7 %, а у контрольной группы значимо больше – 46,3 %. (рис. 5).

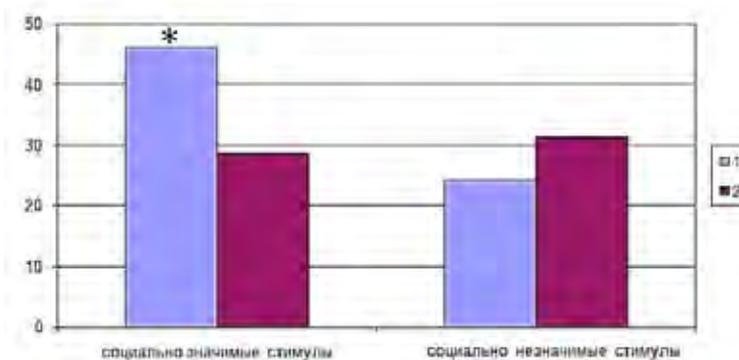


Рис. 5. Показатели относительной длительности фиксации взгляда (в %) на социально значимых и социально незначимых стимулах у детей контрольной (1) и экспериментальной групп (2). \* – различия достоверны при  $P \leq 0,05$ .

Достоверных различий между относительными длительностями фиксации взгляда у детей экспериментальной (31,3 %) и контрольной – (24,2 %) групп на социально незначимых стимулах на картинках не обнаружено.

Также оценивалось количество фиксаций на социально значимых и социально незначимых стимулах (рис. 6). Среднее количество фиксаций на социально значимых стимулах у детей экспериментальной группы составляет 7,8, а у детей контрольной группы значимо больше – 12,7 единиц.

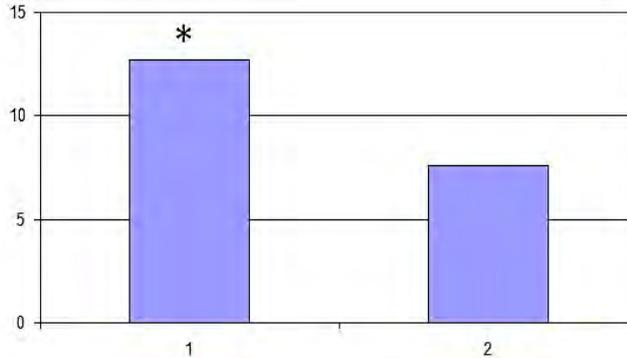


Рис. 6. Количество фиксаций взгляда контрольной (1) и экспериментальной (2) групп на социально значимых стимулах предъявленных изображений. \* – различия достоверны при  $P \leq 0,05$ .

Достоверных различий в количестве фиксаций взгляда между контрольной (6,5 раз) и экспериментальной группой (7,9 раз) на социально незначимых стимулах картинки не обнаружено.

Таким образом, результаты наших исследований свидетельствуют, что при предъявлении сложных статичных изображений дети с РАС уделяют значительно меньшее внимание социально значимым фрагментам, чем типично развивающиеся дети. Полученные результаты могут быть объяснены на основе представлений о ключевой роли в развитии РАС нарушений функций системы «зеркальных» нейронов [10]. Согласно этим представлениям, указанная система обеспечивает имплицитное понимание социальных ситуаций типично развивающимися детьми. Предполагается, что дети с РАС неспособны к этому из-за аномалий в развитии «зеркальных» нейронов и избегают любых форм социального взаимодействия. Именно по этой причине в наших экспериментах дети с РАС могли избегать сколько-нибудь продолжительного рассматривания изображений других людей.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. В ходе исследования было выявлено, что и здоровые дети, и дети с элементами расстройств аутистического спектра (РАС) при предъявлении картинки лица человека смотрели на социально значимые элементы лица (глаза, нос, рот). Однако при просмотре изображений, в которых отражалось социальное взаимодействие (детская игра) и нейтральная часть рисунка, дети с элементами

РАС предпочитали смотреть на предметы и геометрические фигуры, в то время как здоровые дети обращали свое внимание на направление взгляда детей и их лица.

2. Дети с РАС демонстрируют значимо меньшие продолжительность и количество зрительных фиксаций на социально значимых областях изображений по сравнению с типично развивающимися детьми.
3. Применение разработанного стимульного материала и учет особенностей восприятия социально значимой информации детьми с РАС может явиться основой для дополнительного метода в диагностике РАС. На основе этого метода становится возможной постановка диагноза в раннем возрасте ребенка.

*Работа поддержана грантом Государственного Совета Республики Крым для молодых ученых Республики Крым.*

*Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках инициативной части государственного задания № 6.5452.2017/8.9 Минобрнауки России в сфере научной деятельности темы «Временная организация физиологических систем человека и животных: феноменология и механизмы генерации и регуляции микро- и мезоритмов».*

*Работа выполнена на оборудовании ЦКП ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» «Экспериментальная физиология и биофизика».*

#### Список литературы

1. Неменчинская С. М. Развитие навыков социального общения у детей с синдромом раннего детского аутизма / С. М. Неменчинская // Вестник ЛГУ им. А. С. Пушкина. – 2014. – Т. 3, № 4. – С. 58–64.
2. Филиппова Н. В. Эпидемиология аутизма: современный взгляд на проблему / Н. В. Филиппова, Ю. Б. Барыльник // Психическое здоровье. – 2014. – Т. 11, № 12. – С. 70–73.
3. Аппе Ф. Введение в психологическую теорию аутизма / Ф. Аппе – М.: Теревинф, 2006. – 215 с.
4. Богдашина О. Б. Расстройства аутистического спектра: введение в проблему аутизма / О. Б. Богдашина // Красноярск: Издательство КГПУ. – 2012. – 248 с.
5. Детский аутизм: хрестоматия / Сост. Л. М. Шипицына – СПб.: Международный университет семьи и ребенка им. Р. Валленберга, 1997. – 281 с.
6. Disentangling the initiation from the response in joint attention: an eye-tracking study in toddlers with autism spectrum disorders / [L. Billeci, A. Narzisi, G. Campatelli, G. Crifaci, S. Calderoni, A. Gagliano, C. Calzone, C. Colombi, G. Pioggia, F. Muratori, ALERT group] // Transl Psychiatry. – 2016. – 6. – P. 808.
7. Impaired representational gaze following in children with autism spectrum disorder / [S. Congiu, R. Fadda, G. Doneddu, T. Striano] // Res Dev Disabil. – 2016. – 57. – P. 11–7.
8. Eye Tracking Reveals Abnormal Visual Preference for Geometric Images as an Early Biomarker of an Autism Spectrum Disorder Subtype Associated With Increased Symptom Severity / [K. Pierce, S. Marinero, R. Hazin, B. McKenna, C. Barnes, A. Malige] // Biol Psychiatry. – 2016. – 79(8). – P. 657–66.
9. Autism and emotional face-viewing / [C. Gillberg, Johnels Åsberg, D. Hovey, N. Zürcher, L. Hippolyte, E. Lemonnier, N. Hadjikhani] // Autism Res. – 2017. – 10(5). – P. 901–910.
10. Рамачандран В. Разбитые зеркала: теория аутизма / В. Рамачандран, Л. Оберман // В мире науки. – 2007. – № 3 – С. 31–37.

## TRACKING OF EYE MOVEMENTS IN CHILDREN WITH ASD SYMPTOMS AT VISUAL PERCEPTION OF SOCIAL STIMULI

*Dyagileva Yu. O., Kotovich A. S., Orehova L. S., Michailova A. A., Pavlenko V. B.*

*V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia*

*E-mail: anna-del-rey@mail.ru*

The set of visual stimuli including socially significant (faces, interaction among people) and neutral (complex geometric patterns) elements was developed. These stimuli were presented with the help of the RED-250 eye-tracker. The sample consisted of 16 children aged from 25 to 50 months. All children were divided into two groups. Experimental group: children with ASD elements. Children of this group had been screened by a child psychiatrist and had such symptoms as stereotypic movements, avoidance of eye contact, speech delays. The control group included healthy children. The eye movements characteristics were detected and compared between the two groups. Significant differences were found between the groups of children in such characteristics of eye movements as mean fixation time, number and duration of fixations. The children with ASD elements were prone to attend less to the scenes depicting social interaction, children at play and the children faces. These results demonstrate the means of using eye-trackers in the early diagnosis of ASD.

**Keywords:** children of early age, autism spectrum disorders, socially significant stimulus, visual stimulus, eye movements, eye-tracking.

### References

1. Nemenchinskay S. M. Development of social communication skills in children with the syndrome of Early Childhood Autism, *The bulletin of the Leningrad State University*, **4**, 58 (2014).
2. Filippova N. V., Baryl'nik Y. B. Epidemiology of autism: a modern view of the problem, *Mental Health*, **11**, 70 (2014).
3. Appee F. Introduction to the Psychological Theory of Autism, *Terevinf*, **215**, (2006).
4. Bogdashina O. B. Autism spectrum disorders: introduction to the problem of autism, *Publishing house KSPU*, **248** (2012).
5. Children's autism: reader, Comp. L. M. Shipitsyna, *St. Petersburg: International University of Family and Child named after R. Wallenberg*, **281** (1997).
6. Billeci L., Narzisi A., Campatelli G., Crifaci G., Calderoni S., Gagliano A., Calzone C., Colombi C., Pioggia G., Muratori F. Disentangling the initiation from the response in joint attention: an eye-tracking study in toddlers with autism spectrum disorders, *Transl Psychiatry*, **6**, 808 (2016).
7. Congiu S., Fadda R., Doneddu G., Striano T. Impaired representational gaze following in children with autism spectrum disorder, *Res Dev Disabil*, **57**, 11(2016).
8. Pierce K., Marinero S., Hazin R., McKenna B., Barnes C., Malige A. Eye Tracking Reveals Abnormal Visual Preference for Geometric Images as an Early Biomarker of an Autism Spectrum Disorder Subtype Associated With Increased Symptom Severity, *Biol Psychiatry*, **79**, 657 (2016).
9. Gillberg C., Johnels Åsberg, Hovey D., Zürcher N., Hippolyte L., Lemonnier E., Hadjikhani N. Autism and emotional face-viewing, *Autism Res*, **10**, 901 (2017).
10. Ramachandran V., Oberman L. Ripped Mirrors: The Theory of Autism, *In The World of Science*, **3**, 31 (2007).