

Зрительный прайминг у детей с расстройствами аутистического спектра

Черенкова Л.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9010-1010>, e-mail: chluvic@mail.ru*

Соколова Л.В.

*Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5284-3374>, e-mail: ivsokolova2021@mail.ru*

Работа посвящена изучению особенностей временной динамики зрительного прайминга у детей с расстройствами аутистического спектра (РАС). В исследовании приняли участие 60 детей дошкольного возраста, из них 20 детей с типичным развитием (5 девочек и 15 мальчиков, возраст — $6,4 \pm 0,4$ лет), 20 детей с РАС легкой формы (все мальчики, возраст — $6,7 \pm 0,3$ лет), 20 детей с умеренными РАС (18 мальчиков и 2 девочки, возраст — $6,6 \pm 0,4$ лет), 20 детей с РАС тяжелой формы (17 мальчиков и 3 девочки, возраст — $6,8 \pm 0,2$ лет). В качестве методической модели исследования использовалась парадигма прайминга. Целевые стимулы имели вид решеток, состоящих из горизонтальных и вертикальных линий с частотой следования 10 циклов на градус. Прайм-стимул в виде вертикальной решетки с частотой следования 2 цикла на градус предъявлялся с опережением целевого стимула на $50 \div 600$ мс. В ходе исследования было установлено, что в отличие от группы детей с типичным развитием во всех группах детей с РАС влияние прайма отсутствовало при межстимульных интервалах (МСИ) $50 \div 150$ мс. Время реакции на целевые стимулы начинало снижаться только при МСИ $200 \div 600$ мс у детей с легкими и умеренными РАС и при МСИ $200 \div 300$ мс — у детей с тяжелыми РАС. Полученные результаты свидетельствуют о том, что по сравнению с нормально развивающимися детьми у детей с РАС изменяется временной характер взаимодействия прайма с целевыми стимулами. У детей с разным уровнем тяжести симптоматики РАС наблюдаемые изменения проявляются в разные временные интервалы после прайма.

Ключевые слова: восприятие, зрительный прайминг, расстройства аутистического спектра, дошкольный возраст.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 17-06-00644-ОГН.

Благодарности. Авторы благодарят за помощь в организации работы коллектив с Санкт-Петербургского «Центра реабилитации ребенка».

Для цитаты: Черенкова Л.В., Соколова Л.В. Зрительный прайминг у детей с расстройствами аутистического спектра [Электронный ресурс] // Клиническая и специальная психология. 2022. Том 11. № 1. С. 192–209. DOI: 10.17759/cpse.2022110109

Visual Priming in Children with Autism Spectrum Disorders

Ludmila V. Cherenkova

*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9010-1010>, e-mail: chluvic@mail.ru*

Lyudmila V. Sokolova

*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5284-3374>, e-mail: ivsokolova2021@mail.ru*

The study aimed at the analyzing of the temporal dynamics of visual priming in children with autism spectrum disorder (ASD). The study involved 20 children with typical development (5 girls and 15 boys, age 6.4 ± 0.4 years), 20 children with mild form of ASD (all boys, age 6.7 ± 0.3 years), 20 children with medium form of ASD (18 boys and 2 girls, age 6.6 ± 0.4 years), 20 children with hard ASD (17 boys and 3 girls, age 6.8 ± 0.2 years). The priming paradigm was used as a research model. Targets were in the form of gratings of horizontal and vertical lines with a repetition rate of 10 cycles per degree. A prime in the form of a vertical grating with a repetition rate of 2 cycles per degree was presented ahead of the target stimulus by 50–600 ms. In the course of the study, it was found that, in contrast to the typical development, in all children with ASD, the effect of prime is absent at interstimulus intervals (ISI) of 50–150 ms. The response time decreases to congruent and incongruent targets with ISI 200–600 ms with light and medium ASD and with ISI 200–300 ms with hard ASD. The results indicate that changes in the mechanisms of interaction between the prime and targets and the switching of attention between them are manifested in different time intervals after the prime, depending on the severity of ASD.

Keywords: perception, visual priming, autism spectrum disorders, preschool age.

Funding. The reported study was funded by Russian Foundation for Basic Research (RFBR), project number 17-06-00644-OFH.

Acknowledgements. The authors would like to thank the team from the Saint-Petersburg Child Rehabilitation Center for their help in organizing the work.

For citation: Cherenkova L.V., Sokolova L.V. Visual Priming in Children with Autism Spectrum Disorders. *Klinicheskaja i spetsial'naja psikhologija=Clinical Psychology and Special Education*, 2022. Vol. 11, no. 1, pp. 192–209. DOI: 10.17759/cpse.2022110109 (In Russ., abstr. in Engl.)

Введение

В настоящее время не вызывает сомнения наличие особого типа восприятия у людей с расстройством аутистического спектра (РАС) [8]. Людям с РАС характерны фрагментарность восприятия и повышенное внимание к отдельным несущественным для общего контекста элементам зрительной сцены, что затрудняет интеграцию этих элементов в единый репрезентативный образ [19]. Формирование репрезентативного образа обычно базируется на иерархически организованном взаимодействии процессов обработки зрительной информации на разных уровнях нервной системы [12]. При аутизме и РАС наблюдается иной тип интеграции, который проявляется уже на нижних уровнях нервной системы, где выделяются и взаимодействуют элементарные признаки воспринимаемых объектов. Так, в одной из работ было высказано предположение о том, что при аутизме более развиты системы, ответственные за переработку высокочастотной пространственной информации по сравнению с низкочастотной [24]. Однако результаты другого исследования показывают, что восприятие глобальных образов, содержащих низкие пространственные частоты, возможно и при аутизме, если к ним привлекать внимание испытуемых [25]. Это направило исследователей на изучение процессов сенсорного внимания, так как именно механизмы распределения и переключения внимания обуславливают накопление сенсорного опыта, необходимого для процесса репрезентации [13; 22]. При РАС отмечают особый характер организации функции внимания и механизмов его мозгового обеспечения [6]. Однако характеристики «антиципирующего внимания», связанного с функцией распределения внимания между отдельными элементами текущей и упреждающей информации, поступающей последовательно во времени, при аутизме и РАС изучены мало.

Одновременно исследовать характеристики процессов интеграции информации и сенсорного внимания позволяет процедура прайминга. Зрительный прайминг представляет собой изменение способности идентифицировать, воспроизводить или классифицировать текущие объекты под влиянием восприятия уже предъявлявшейся прежде зрительной информации [10]. Под влиянием этой информации могут изменяться показатели успешности и скорости реакции на текущие стимулы в зависимости от их сходства с предваряющей информацией (праймом). При полном подобии прайма и целевых стимулов (повторный прайминг) параметры реакции улучшаются, а при несоответствии прайма целевым объектам скорость и точность реакции ухудшаются (отрицательный прайминг) [10]. Когда прайм и целевой стимул отличаются по отдельным параметрам, знак и величина изменения реакции (прайминг-эффект) будут зависеть от наличия общих признаков в их составе, таких как цвет, пространственное положение, ориентация, отдельные локальные элементы, общая конфигурация [10; 13; 15; 17; 18]. Выявление характеристик изменения параметров реакции под влиянием прайма способствует определению тех признаков объектов, которые являются значимыми при обработке и отборе информации, необходимой для реализации деятельности. Особый случай представляет изучение эффекта прайминга при изменении времени задержки между праймом и целевым стимулом в пределах сотен миллисекунд, в течение которых априорная и текущая виды информации обрабатываются и взаимодействуют. Эти исследования позволяют установить, на каком уровне нервной системы и с участием каких механизмов происходит отбор значимой информации.

В настоящее время экспериментально показано, что в зависимости от задержки между моментами включения прайма и целевого стимула реализуются разные механизмы обработки зрительной информации и процессов произвольного селективного внимания [3].

В последнее время все чаще высказывается предположение, что одной из причин особенностей восприятия у людей с РАС является именно неспособность эффективно использовать априорную информацию [23]. Сравнительный анализ работ разных авторов свидетельствует об отсутствии единого мнения о характеристиках проявления прайминг-эффекта при аутизме и РАС. Одни исследователи указывают на отсутствие различий между людьми с аутизмом и нейротипичными испытуемыми [27]. Другие работы приводят данные об ином характере проявления эффекта прайминга у аутистов [23]. При этом люди с аутизмом могут как превосходить испытуемых из контрольных групп по показателям реакции (например, при выделении локальных элементов, присутствующих в прайме и целевых стимулах) [26], так и испытывать сравнительно бóльшие трудности, возникающие при выделении глобальных элементов объектов, использовании в качестве прайма и целевого стимулов сложных изображений, изображений неопределенной конфигурации [18; 23; 25].

В последние годы убедительно показано, что при аутизме в значительной мере страдают процессы, связанные с обработкой информации на нижних уровнях зрительной системы [14]. В связи с этим использование в процедуре прайминга объектов, содержащих простые признаки стимулов (такие как ориентация, пространственная частота), весьма актуальны для определения характеристик зрительного восприятия при аутизме.

Большинство рассмотренных исследований были проведены с участием людей, имеющих аутистический спектр, без контроля их уровня интеллекта и различий в степени проявления тяжести РАС, тогда как работы, посвященные анализу проявления прайминга при сниженном уровне интеллекта и разной выраженности РАС, единичны [5; 15]. При этом авторы концентрируют внимание на анализе прайминга у лиц с РАС подросткового и зрелого возрастов [26]. Однако одним их критических периодов развития процессов восприятия и произвольного внимания, которые тестируются при прайминге, является дошкольный возраст. Изучение проявления прайминга у детей данной возрастной группы позволит установить особенности и этапы формирования зрительного восприятия при РАС.

Гипотеза исследования состояла в том, что у детей дошкольного возраста с РАС, имеющих разную степень выраженности расстройства, а также более низкий уровень интеллекта и речевого развития по сравнению с нейротипичными сверстниками, наблюдается измененный характер взаимодействия элементарных признаков объектов (ориентация линий и их пространственная частота) на разных временных этапах восприятия зрительной информации.

В задачи исследования входило сравнение характеристик и временной динамики зрительного прайминга при использовании простых зрительных стимулов у детей дошкольного возраста с типичным развитием и с разным уровнем выраженности РАС.

Методы исследования

Выборка. В исследовании приняли участие 20 детей с типичным развитием (из них 5 девочек, возраст — 6,1–6,9 лет) и 60 детей с РАС (из них 4 девочки, возраст — 6,1–7,0 лет). Все дети посещали дошкольное отделение начальной школы № 687 «Центр реабилитации ребенка» г. Санкт-Петербурга.

Дети с типичным развитием были протестированы с помощью теста Д. Векслера для детей дошкольного возраста (WHHSI), адаптированного в России [1]. Анализ результатов показал, что вербальный IQ варьировал от 110 до 128 баллов, невербальный IQ — от 116 до 134 баллов, что соответствовало уровню нормативного развития (табл.).

Таблица

Характеристики обследуемых субвыборок испытуемых

Группа детей	Количество детей	Возраст	Оценка тяжести РАС	Оценка IQ	Уровень общего недоразвития речи
		М±SD; диапазон в годах	М±SD; диапазон в баллах	М±SD; диапазон в баллах	
Дети с типичным развитием	20 (15 мальчиков, 5 девочек)	6,4±0,4; 6,1–6,9		По Векслеру: Вербальный IQ 119,0±9,0; 110,0–128,0 Невербальный IQ 125,0±9,0; 116,0–134,0	
Дети с легкой формой РАС	20 (все мальчики)	6,7±0,3; 6,3–7,1	32,0±2,0; 30,0–34,0	по LIPS Невербальный IQ 65,0±6,0; 59,0–70,0	ОНР II (формулируют предложения)
Дети с умеренной тяжестью РАС	20 (18 мальчиков, 2 девочки)	6,6±0,4; 6,1–7,1	39,0±3,0; 36,0–42,0	по LIPS Невербальный IQ 52,0±4,0; 48,0–56,0	ОНР II-I (говорят отдельные слова)
Дети с тяжелой формой РАС	20 (18 мальчиков, 2 девочки)	6,8±0,2; 6,5–7,2	47,0±3,0; 44,0–49,0	по LIPS Невербальный IQ 45,0±4,0; 41,0–49,0	ОНР I (произносят отдельные звуки)

Отбор детей с РАС проводился консилиумом специалистов Центра реабилитации ребенка. Все дети в соответствии с МКБ-10 имели диагноз «РАС, обусловленное органическим заболеванием головного мозга, сопровождающемся задержкой психического развития, на резидуально-органической основе». Выраженность РАС устанавливалась по Оценочной шкале раннего детского аутизма — CARS (Childhood Autism Rating Scale) [21]. В соответствии с результатами диагностики по CARS были выделены три группы: I группа — дети с легкой формой РАС (30–34 балла), II группа — с умеренной тяжестью РАС (36–42 балла) и III группа — дети с тяжелой формой РАС (44–49 баллов).

Уровень невербального IQ у детей с РАС оценивали по Международной шкале продуктивности Лейтер — LIPS (Leiter International Performance Scale) [20]. У детей I группы показатели невербального IQ составили 59–70 баллов, у детей второй группы II группы — 48–56 баллов и у детей III группы — 44–49 баллов. Уровень речевого развития определялся с помощью анализа речевых карт [2] и у детей I группы соответствовал ОНР II, у детей II группы — ОНР II-I, а у детей III группы — ОНР I (табл.).

Все испытуемые использовали правую руку в качестве ведущей и не имели проблем со зрением и слухом. Родители детей выразили добровольное согласие на их участие в исследовании. Проведение исследования одобрено Этическим комитетом Санкт-Петербургского государственного университета.

Стимулы. В качестве целевых стимулов использовались изображения вертикальных и горизонтальных линий с частотой следования 10 циклов на градус. В качестве прайм-стимулов в центре экрана компьютера предъявлялась вертикальная решетка с частотой следования линий 2 цикла на градус из базы данных «Sutterstock». Яркость фона экрана компьютера составляла 30 кд/м², максимальная яркость изображения — 60 кд/м², размер изображения — 8 угловых градусов, длительность предъявления целевых стимулов составляла 200 мс, а прайм-стимула — 100 мс. Межстимульный интервал (МСИ) между окончанием предъявления прайма и началом предъявления тестового стимула варьировал от 50 до 600 мс (рис. 1).

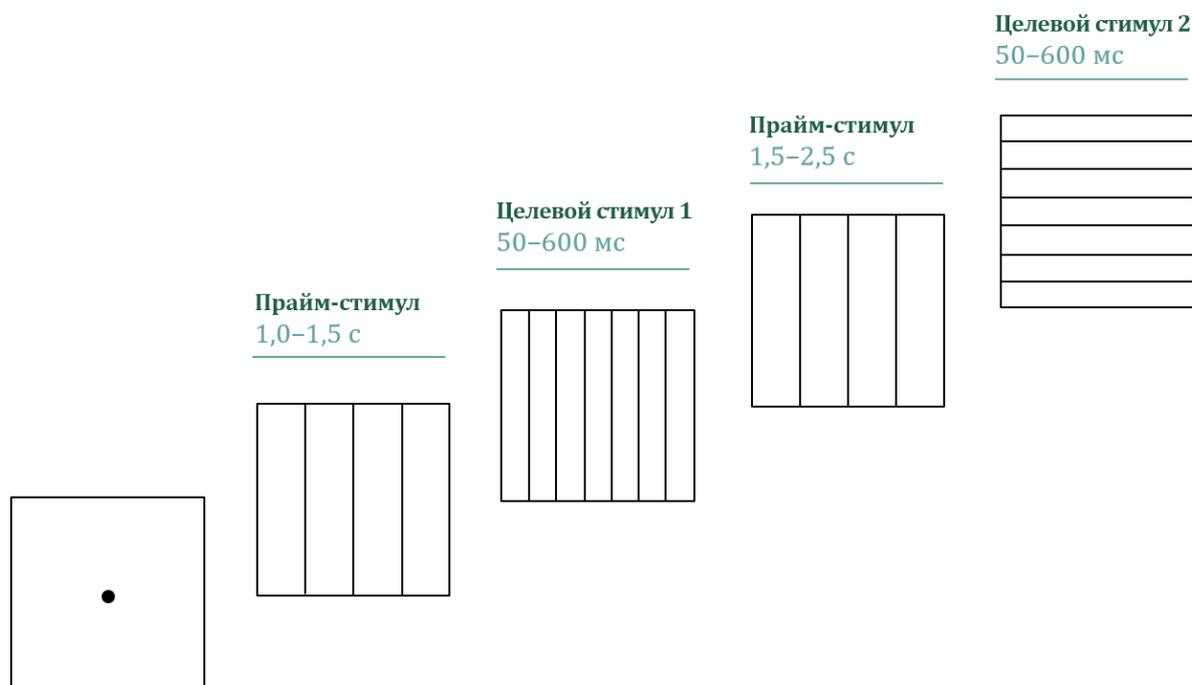


Рис. 1. Схема предъявления стимулов

Процедура исследования. Тестирование испытуемых проводилось в знакомой обстановке. Испытуемый удобно располагался перед компьютером, расстояние от экрана монитора не превышало 50 см. Освещенность помещения составляла 120 люкс. Для предъявления стимулов использовали ноутбук Samsung R40-1 с размером

экрана 17 дюймов с установленной программой PsyTask v. 1.50.12. (ООО «Мицар», г. Санкт-Петербург, Россия).

Перед началом тестирования проводилось обучение задаче по различению двух целевых стимулов. В ответ на предъявления первого стимула необходимо было нажать на левую клавишу компьютера (20 попыток), а в ответ на предъявления второго — на правую клавишу компьютера (20 попыток). Все стимулы предъявлялись в случайном порядке с интервалом между пробами от 1,5 до 2,5 с.

При тестировании в равном количестве и в случайном порядке предъявлялись комбинации целевых и прайм-стимулов. Было проведено два теста, в каждом из которых применялись МСИ четырех значений (50, 100, 150 и 200 мс; 300, 400, 500 и 600 мс). В каждом тесте предъявлялось 80 сочетаний стимулов (по 20 проб с каждым значением МСИ) с интервалом между пробами в 1,5–2,5 с. Время реакции (ВР) регистрировалось с помощью программы PsyTask во время обучения и тестирования.

Анализ результатов. Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica v. 13. Распределение переменных по всей выборке соответствовало нормальному (тест Колмогорова–Смирнова: $d=0,25$; $p=0,200$), что позволило использовать для анализа параметрические критерии — t-тест Стьюдента и дисперсионный анализ ANOVA для повторных измерений. Для сравнения изменения параметров реакций в зависимости от условий предъявления стимулов (с праймом или без, предъявление прайма и тестового стимулов с разными МСИ) использовали модель анализа для внутригрупповых зависимых факторов. При статистическом анализе зависимости величины прайминг-эффекта от выраженности РАС и уровня интеллекта факторы «группа» (группа детей в соответствии с уровнем выраженности РАС) и «IQ» (показатель интеллекта) рассматривали в качестве независимых. Для анализа ВР отбирались только правильные реакции (92,66% из всех проб). Значения ВР, которые превышали 2 стандартных отклонения от средней величины, не включались в обработку данных (2,37% из всех проб). При статистической обработке для каждого испытуемого определялась величина прайминг-эффекта при каждом значении МСИ по разнице между средними значениями ВР на предъявление только целевого стимула и сочетания целевого и прайм-стимулов. Далее полученные разности усреднялись по группам испытуемых. Достоверность различий данных устанавливалась с помощью метода парных сравнений Стьюдента. Достоверными считали различия при $p \leq 0,05$.

Результаты

Обучение. Дети с нейротипичным развитием и дети с легкой формой РАС в первый день тренировки верно дифференцировали целевые стимулы в 94–98% ($M=96,4$; $SD=0,2$) случаев. У остальных детей процесс обучения занимал три дня. Число правильных ответов к концу обучения варьировало в пределах 86–94% ($M=90,6$; $SD=0,5$). ВР на линии разной ориентации сильно варьировало в пределах выборки. При этом ВР у детей с типичным развитием и легкой формой РАС достоверно не отличалось ($M=1003$ мс, $SD=95$, диапазон — 849–1099 мс и $M=1052$ мс, $SD=105$, диапазон — 788–1184 мс соответственно, $t=1,22$, $p=0,240$). В то же время у детей с умеренной и тяжелой формами РАС ВР было достоверно больше по

сравнению с предыдущими группами ($M=1734$ мс, $SD=233$, диапазон — 1418–1890 мс и $M=1746$ мс, $SD=171$, диапазон — 144–1860 мс соответственно, $t=5,41$, $p<0,001$). Между значениями ВР у групп детей с умеренной и тяжелой формой РАС достоверных различий выявлено не было ($t=0,74$, $p=0,670$).

Тестирование нейротипичных детей. Предъявление вертикальных линий с низкой частотой следования приводило к достоверному снижению ВР при идентификации вертикальных линий с высокой частотой следования ($M=1001$ мс, $SD=93$, диапазон — 849–1080 мс при обучении и $M=902$ мс, $SD=43$, диапазон — 885–931 мс при тестировании; $t=4,65$, $p<0,001$). В случае идентификации горизонтальных линий с высокой частотой следования значимых изменений ВР не наблюдалось ($M=998$ мс, $SD=67$, диапазон — 849–1096 мс при обучении и $M=1004$ мс, $SD=69$, диапазон — 978–1023 мс при тестировании; $t=0,95$, $p=0,450$) (рис. 2).

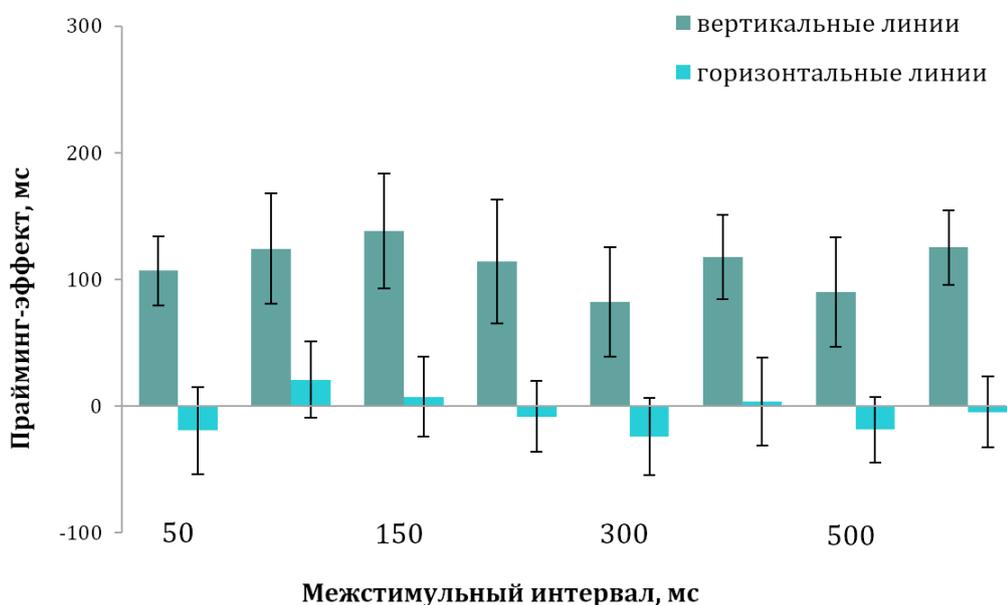


Рис. 2. Временная динамика прайминг-эффекта у детей с типичным развитием

Примечания. Вертикальные линии обозначают доверительный интервал при $p<0,05$.

Дисперсионный анализ показал зависимость величины прайминг-эффекта от типа идентифицируемого (целевого) стимула ($F(1; 158)=170,69$, $p<0,001$). Не было отмечено зависимости этой величины от IQ ($F(1; 158)=7,69$, $p=0,350$). В то же время зависимость величины прайминг-эффекта от МСИ не была значимой ни для реакций на вертикальные линии ($F(7; 152)=0,76$, $p=0,620$), ни для реакций на горизонтальные линии ($F(7; 152)=0,91$, $p=0,510$). Однако более детальный анализ продемонстрировал, что при идентификации вертикальных линий при МСИ от 50 до 150 мс величина прайминг-эффекта прогрессивно растет ($F(2; 57)=19,75$, $p<0,001$), а при МСИ от 200 до 600 мс остается стабильной ($F(4; 95)=1,58$, $p=0,090$).

Тестирование детей с легкой формой РАС. У детей этой группы при введении прайм-стимула наблюдалась иная картина (рис. 3). ВР снижалось не только при предъявлении вертикальных линий ($M=1001$ мс, $SD=105$, диапазон —

927–1139 мс при обучении и $M=961$ мс, $SD=109$, диапазон — 874–1062 мс при тестировании; $t=2,07$, $p=0,030$). Идентификация горизонтальных линий также сопровождалась уменьшением ВР ($M=1068$ мс, $SD=201$, диапазон — 788–1184 мс при обучении и $M=995$ мс, $SD=114$, диапазон — 922–1074 мс при тестировании; $t=2,14$, $p=0,020$). Попарное сравнение ВР на экспозицию вертикальных и горизонтальных линий после прайма не выявило достоверных различий ни при одном значении МСИ ($t=2,09$, $p=0,150$).

Дисперсионный анализ данных показал, что величина прайминг-эффекта значимо зависит от МСИ ($F(7; 152)=14,91$, $p<0,001$). Однако детальный анализ показал, что при МСИ в 50, 100 и 150 мс снижение ВР на оба типа целевых стимулов не было значимым ($t=1,17$, $p=0,250$; $t=0,29$, $p=0,370$ и $t=0,92$, $p=0,360$, соответственно). Между тем в интервале задержек от 200 до 600 мс уменьшение ВР было достоверным и стабильным независимо от значения МСИ ($F(4; 95)=31,68$, $p<0,001$). Зависимость величины прайминг-эффекта от уровня интеллекта не была значимой ($F(1; 152)=170,69$, $p<0,001$).

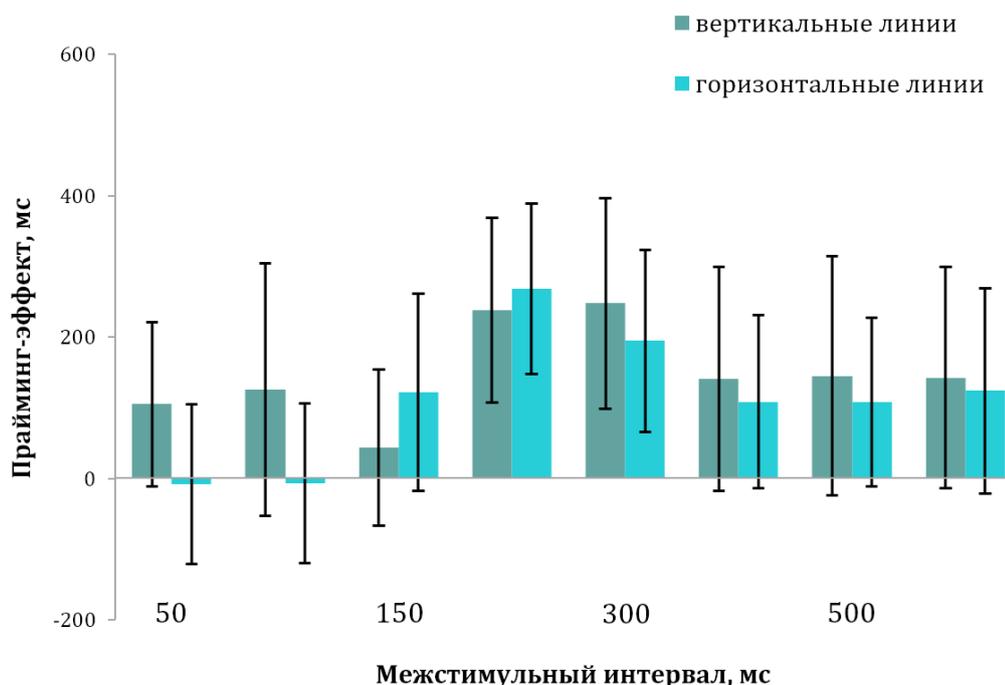


Рис. 3. Временная динамика прайминг-эффекта у детей с легкой формой РАС

Примечания. Вертикальные линии обозначают доверительный интервал при $p<0,05$.

Тестирование детей с умеренной формой РАС. Как и у детей с легкой формой РАС, при введении прайм-стимула наблюдалось снижение ВР на предъявление как вертикальных ($M=1739$ мс, $SD=234$; диапазон — 1524–1900 мс при обучении и $M=1525$ мс; $SD=187$; диапазон — 1407–1716 мс при тестировании; $t=2,48$, $p=0,010$), так и горизонтальных линий ($M=1628$ мс, $SD=235$, диапазон — 1523–1723 мс при обучении и $M=1632$ мс, $SD=214$, диапазон — 1461–1735 мс при тестировании; $t=2,57$, $p=0,010$). ANOVA не выявил зависимости прайминг-эффекта от типа целевого стимула ($F(1; 158)=2,97$, $p=0,540$) (рис. 4).

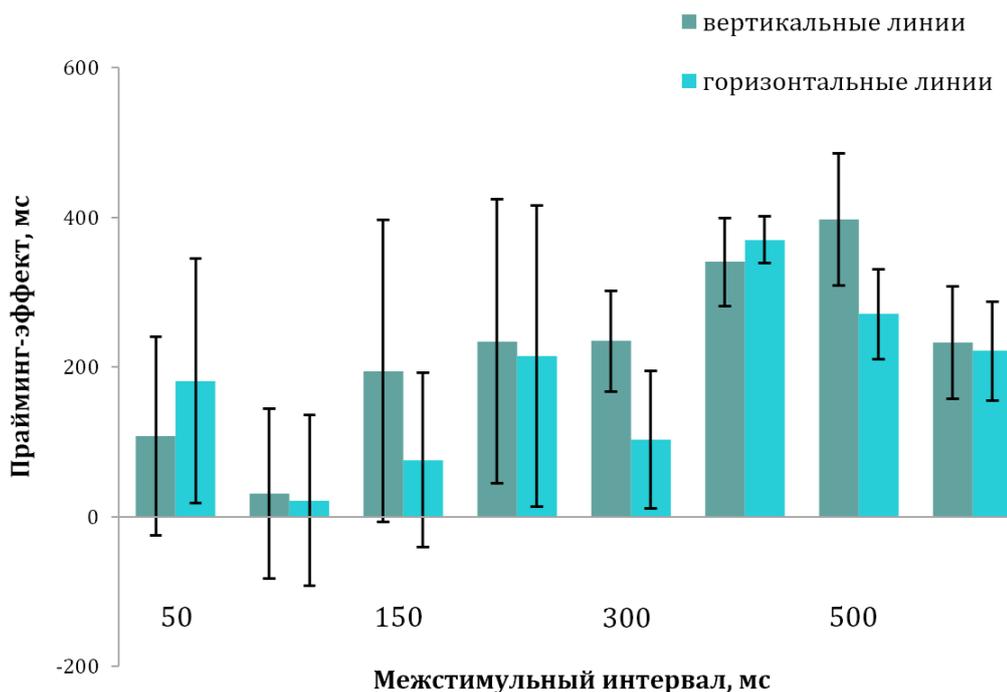


Рис. 4. Временная динамика прайминг-эффекта у детей с умеренной формой РАС

Примечания. Вертикальные линии обозначают доверительный интервал при $p \leq 0,05$.

Как и у детей с легкой формой РАС, анализ динамики изменения прайминг-эффекта показал значимую зависимость от увеличения МСИ при идентификации и горизонтальных, и вертикальных линий ($F(7; 152)=12,27, p < 0,001$), но не выявил зависимости прайминг-эффекта от величины IQ ($F(2; 158)=2,47, p = 0,150$).

Анализ изменения прайминг-эффекта при разных значениях МСИ установил, что при МСИ в интервале от 50 до 150 мс величина прайминг-эффекта не достигала значимых значений ($F(2; 57)=2,18, p = 0,060$). При МСИ от 200 до 600 мс ВР изменялось в разном направлении. При МСИ 200 и 300 мс значение прайминг-эффекта было значимым на оба стимула ($t=4,41, p = 0,040$), при задержках 400 и 500 мс достоверно возрастало ($t=9,48, p = 0,010$), а при 600 мс достоверно снижалось ($t=8,41, p = 0,020$) (рис. 4).

Тестирование детей с тяжелой формой РАС. Как и у детей с легкой и умеренной формами РАС, у детей данной группы при введении прайм-стимула происходило снижение ВР как в случае экспозиции вертикальных ($M=1747$ мс, $SD=138$, диапазон — 1592–1951 мс при обучении и $M=1603$ мс, $SD=199$, диапазон — 1491–1614 мс при тестировании; $t=2,31, p = 0,030$), так и горизонтальных линий ($M=1745$ мс, $SD=193$, диапазон — 1441–1967 мс при обучении и $M=1632$ мс, $SD=214$, диапазон — 1461–1735 мс при тестировании; $t=2,54, p = 0,020$) (рис. 5).

Дисперсионный анализ не выявил значимой зависимости величины прайминг-эффекта от типа стимула ($F(1; 158)=2,09, p = 0,150$) и от величины IQ ($F(1; 158)=2,24, p = 0,180$). Анализ временной динамики прайминг-эффекта показал значимую зависимость величины прайминг-эффекта от МСИ при идентификации и горизонтальных, и вертикальных линий, так же как у предыдущих групп детей

($F(7; 152)=2,69, p=0,010$). Анализ изменения прайминг-эффекта при разных значениях МСИ установил, что при МСИ в интервале от 50 до 150 мс величина прайминг-эффекта не достигала значимых значений ($F(2; 58)=2,18, p=0,060$). Было установлено, что, как и у детей с умеренной формой РАС, при МСИ в 200 и 300 мс значение прайминг-эффекта на оба стимула достоверно возрастало ($t=7,89, p=0,010$), а при МСИ в 400, 500 и 600 мс вновь не достигала значимых значений ($t=1,41, p=0,080$) (рис. 5). Сравнение средней величины прайминг-эффекта у разных групп детей не выявил ее значимой зависимости от факторов «группа» ($F(3;76)=1,17, p=0,210$) и «IQ» ($F(1;76)=2,19, p=0,340$). Детальный анализ проявления прайминга при разных МСИ позволил выявить достоверность зависимости прайминг-эффекта от данных факторов только в интервале задержек 50–150 мс ($F(3;76)=68,87, p<0,001; F(1;76)=59,47, p<0,001$).

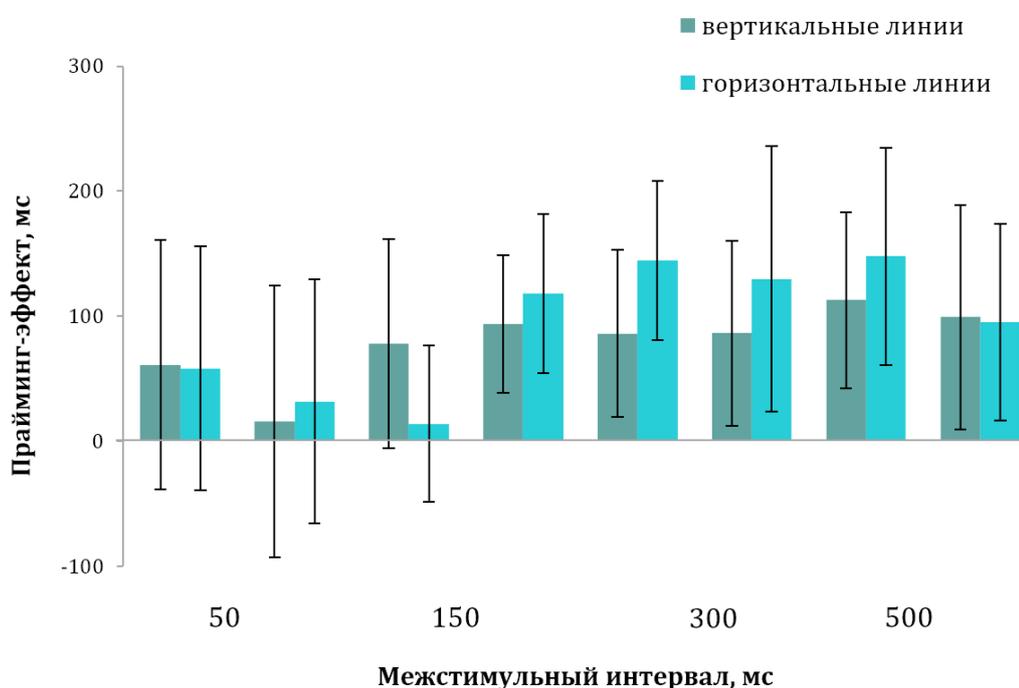


Рис. 5. Временная динамика прайминг-эффекта у детей с тяжелой формой РАС

Примечания. Вертикальные линии обозначают доверительный интервал при $p \leq 0,05$.

Полученные результаты показали, что у детей с РАС в отличие от нейротипичных детей наблюдается измененный характер зрительного прайминга при использовании простых зрительных стимулов. Скорость реакции возрастает на линии разной ориентации независимо от отсутствия/присутствия этой ориентации в прайме. У детей с разной выраженностью РАС наблюдаемый эффект уменьшения времени реакции отмечается при разных временных задержках между праймом и целевым стимулом.

Обсуждение результатов

Исследование зрительного прайминга у детей дошкольного возраста с РАС разной тяжести позволило выявить особенности временной динамики эффекта прайминга при идентификации простых зрительных стимулов.

В первую очередь необходимо отметить, что у всех детей с РАС влияние предъявления прайма не зависит от свойств идентифицируемого изображения. Если для нейротипичных детей характерно уменьшение ВР только на тот стимул, который включает ориентацию линий, аналогичную ориентации линий в прайме, то у детей с РАС ускорение реакции возможно и на стимул, включающий иную ориентацию линий. Наличие четкой диссоциации влияния прайма у нейротипичных детей свидетельствует о том, что в возрасте шести лет уже сформированы механизмы выделения общего для прайма и целевого стимула ведущего признака, что подтверждают работы ряда авторов [3; 13]. У детей с РАС проявление этих механизмов не наблюдается, что согласуется с работами, которые показали отсутствие способности произвольно концентрировать внимание на глобальных элементах объектов внешнего мира при РАС [4–6]. Встает вопрос о процессах обработки информации, которые лежат в основе специфической реакции, выявленной у детей с РАС. Ответить на этот вопрос помогает анализ временной динамики прайминга.

У нейротипичных детей достоверное влияние прайма отмечается уже при МСИ в 50 мс. Нейрофизиологические данные свидетельствуют о том, что в период задержек целевого стимула от начала прайма (SOA) до 300 мс нейроны ассоциативных областей коры у обезьян кодируют факт наличия двух стимулов на входе сенсорной системы [7]. В нашей модели прайминга при МСИ, равном 50 мс, SOA составляет 150 мс. Следовательно, уже в первые 150 мс дети с типичным развитием способны выделить значимый элемент стимула, являющийся общим для прайма и целевого объекта.

У всех обследованных детей с РАС при МСИ до 150 мс (SOA=250 мс) достоверное влияние прайма на идентификацию целевых стимулов отсутствовало. Данные литературы о временных параметрах взаимодействия сенсорных входов позволяют выдвинуть несколько причин, обуславливающих полученные результаты. С одной стороны, была предложена модель независимого взаимодействия сенсорных входов, которая характерна для ранних периодов онтогенеза [16]. Согласно этой модели, каждый сенсорный вход может самостоятельно конкурировать за выход на соответствующую реакцию организма. В результате можно наблюдать последовательную череду реакций то на один, то на другой сигнал. Согласно этой точке зрения, отсутствие влияния прайма у детей с РАС может говорить о незрелости процессов взаимодействия сенсорной информации. Аналогичный тип взаимодействия проявляется у нейротипичных детей четырех лет при использовании процедуры прайминга с гетеросенсорными объектами [4; 5].

С другой стороны, имеются данные о задержке процесса взаимодействия сенсорных входов на уровне зрительных областей коры при РАС. В отношении стимулов с разной пространственной частотой показано, что при РАС информация по низкочастотному каналу приходит значительно позже по сравнению с информацией по высокочастотному каналу [24]. Это означает, что процесс взаимодействия зрительных сигналов может быть задержан по времени от начала действия прайма — в нашем случае на 250 мс.

Интервал между праймом и целевым стимулом от 300 до 600 мс рассматривается в нейрофизиологических исследованиях и работах по праймингу

как время, необходимое для сличения уже опознанных объектов и сдвига внимания в сторону идентифицируемых стимулов, требующих соответствующей реакции [7]. В этот период влияние прайма постепенно нивелируется, что отражается в отсутствии прироста эффекта облегчения реакции. Это хорошо просматривается у нейротипичных детей. Если при задержках до 150 мс отмечается сокращение ВР, то после 200 мс его зависимость от МСИ достоверно не выражена. При РАС, напротив, именно в этот период эффект прайминга приобретает достоверные значения. Дети быстрее реагируют на предъявление как вертикальных, так и горизонтальных линий. Подобное проявление прайминга может свидетельствовать о нарушении процессов нисходящей регуляции переключения внимания между опознанными стимулами, что было показано в исследовании, проведенном на взрослых и подростках с аутизмом [14]. При этом можно предположить, что у детей с РАС длительный процесс взаимодействия информации о прайме и целевом стимуле влечет за собой позднее включение механизмов переключения внимания от прайма к целевому стимулу. Следовательно, отсутствие сдвига внимания в сторону целевых стимулов может быть связано как с изменением механизмов взаимодействия информации на уровне проекционных областей коры (первые 250 мс), так и от характера включающейся позднее регуляции этого процесса со стороны зрительных ассоциативных областей коры [24].

У детей с тяжелой формой РАС достоверный прайминг-эффект отмечен только при МСИ в 200 и 300 мс. В отличие от детей первых двух групп, в интервале МСИ от 400 до 600 мс прайминг-эффект проявляется случайно. Можно предположить, что процесс сличения уже опознанных стимулов в этом случае происходит на независимой конкурентной основе, как в модели независимого взаимодействия входной информации, а реакция реализуется в ответ то на один, то на другой целевые стимулы. Однако после опознания стимулов, использованных в процедуре прайминга, такое независимое соперничество взаимодействующей информации возможно только вследствие изменения механизма нисходящей регуляции процессов внимания [24].

Заключение

Полученные в ходе исследования результаты свидетельствуют о специфических особенностях проявления зрительного прайминга у детей дошкольного возраста с РАС по сравнению с детьми с типичным развитием. У нейротипичных детей прайм вызывает уменьшение ВР только на один целевой стимул. У детей с РАС влияние априорной информации отсутствует при задержке целевых стимулов относительно прайма от 50 до 150 мс. У детей с легкой и умеренной формами РАС уменьшение ВР наблюдается для всех целевых стимулов в интервале МСИ от 200 до 600 мс, а у детей с тяжелой формой РАС — при МСИ в 200 и 300 мс. Наблюдаемая временная динамика взаимодействия зрительной информации может свидетельствовать об изменении процессов мономодального взаимодействия на нижних уровнях сенсорной системы и нарушений сдвига внимания между праймом и целевым стимулом, обусловленным как в восходящей системе регуляции внимания, так и в системе нисходящей регуляции внимания в зависимости от уровня проявления аутистических симптомов.

К ограничениям проведенного исследования необходимо отнести сравнение групп детей с РАС только с нейротипичными сверстниками. Для того, чтобы

определить, насколько наблюдаемые изменения зрительного прайминга характерны только для РАС, необходимо провести дополнительные обследования детей с задержкой психического развития, имеющих схожее снижение интеллектуального и речевого развития. Группы детей с РАС также были выравнены не только по выраженности аутистических симптомов, но и по уровню невербального интеллекта и нарушений речевого развития. Это условие не позволяет установить зависимость зрительного прайминга от каждой из этих переменных. Решение этого вопроса требует дополнительных обследований детей с одинаковой выраженностью РАС, но значительно отличающихся по уровню интеллектуального и речевого развития.

Литература

1. Ильина М.Н. Психологическая оценка интеллекта у детей. СПб: Питер, 2009. 366 с.
2. Нищева Н.В. Речевая карта ребенка. М.: Детство-Пресс, 2007. 265 с.
3. Черенкова Л.В., Соколова Л.В. Возрастная динамика процессов зрительного прайминга // Российский физиологический журнал. 2021. Том 107. № 9. С. 1112–1125. DOI: 10.31857/S086981392109003X
4. Черенкова Л.В., Соколова Л.В. Исследование процессов антиципации у детей дошкольного возраста с атипичным развитием // Психологический журнал. 2020. Том 41. № 3. С. 66–77. DOI: 10.31857/S020595920008518-5
5. Черенкова Л.В., Соколова Л.В. Проявление прайминг-эффекта у детей дошкольного возраста с расстройством аутистического спектра // Физиология человека. 2020. Том 46. № 2. С. 38–46. DOI: 10.31857/S0131164620010051
6. Amso D., Haas S., Tenenbaum E. et al. Bottom-up attention orienting in young children with autism // Journal of Autism and Developmental Disorders. 2014. Vol. 44. № 2. P. 664–673. DOI: 10.1007/s10803-013-1925-5
7. Carlson T., Tovar D.A., Alink A. et al. Representational dynamics of object vision: the first 1000 ms // Vision. 2013. Vol. 13. № 1. P. 1–19. DOI: 10.1167/13.10.1
8. Haigh S.M. Variable sensory perception in autism // Europe Journal of Neuroscience. 2018. Vol. 47. № 6. P. 488–766. DOI:10.1111/ejn.1360
9. Happe F., Frith U. The weak central coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders // Journal of Autism and Developmental Disorders. 2006. Vol. 36. № 1. P. 5–25. DOI: 10.1007/s10803-005-0039-0
10. Janiszewski C., Wyer R.S. Content and process priming: A review // Journal of Consumer Psychology. 2014. Vol. 24. № 1. P. 96 – 118. DOI: 10.1016/j.jcps.2013.05.006
11. Jurkat S., Gruber M., Kärtner J. The effect of verbal priming of visual attention styles in 4- to 9-year-old children // Cognition. 2021. Vol. 212. 3. P. 104–181. DOI: 10.1016/j.cognition.2021.104681

12. *Kimchi R.* The perception of hierarchical structure: Oxford Handbook of Perceptual Organization / J. Wagemans (ed.). Oxford, UK: Oxford University Press, 2015. P. 129–149. DOI: 10.1177/1747021818766848
13. *Kristjansson A., Asgeirsson A.G.* Attentional priming: Recent insights and current controversies // *Current Opinion in Psychology*. 2019. Vol. 29. № 1. P. 71–75. DOI: 10.1016/j.copsyc.2018.11.0133
14. *Macaluso E., Noppeney U., Talsma D. et al.* The curious incident of attention in multisensory integration: Bottom-up vs. top-down // *Multisensory Research*. 2016. Vol. 29. № 6–7. P. 557–583. DOI: 10.1163/22134808-000025281
15. *McLaughlin C.S., Grosman H., Grosman S. et al.* Reduced engagement of visual attention in children with autism spectrum disorder // *Autism*. 2021. Vol. 25. № 2. P. 1362–1392. DOI: 10.1177/13623613211010072
16. *Miller J.* Divided attention: Evidence for coactivation with redundant signals // *Cognitive Psychology*. 1982. Vol. 14. № 2. P. 247–279. DOI: 10.1016/0010-0285(82)90010-X
17. *Mo S., Liang L., Bardikoff N. et al.* Shifting visual attention to social and non-social stimuli in Autism Spectrum Disorders // *Research in Autism Spectrum Disorders*. 2019. Vol. 65. № 1. P. 56–64. DOI: 10.1016/j.rasd.2019.05.006
18. *Pokhoday M., Shtyrov Y., Myachykov A.* Effects of visual priming and event orientation on word order choice in Russian sentence production // *Frontiers in Psychology*. 2019. Vol. 10. Article 1661. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01661
19. *Robertson C.E., Baron-Cohen S.* Sensory perception in autism // *Nature Review Neuroscience*. 2017. Vol. 18. № 11. P. 671–684. DOI: 10.1038/nrn.2017.112
20. *Roid G.H., Mille L.J., Pomplun M. et al.* Leiter-3: Leiter International Performance Scale: Manual / G. Roid (ed.). Wood Dale, Illinois: Stoelting Co., 2013. P. 5–307.
21. *Schopler E., Reichler R.J., DeVellis R.F. et al.* Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS) // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 1980. Vol. 10. № 1. P. 91–103. DOI: 10.1007/BF02408436
22. *Shomstein S., Kravit D.J., Behrmann M.* Attentional control: temporal relationships within the fronto-parietal network // *Neuropsychologia*. 2012. Vol. 50. № 6. P. 1202–1210. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.02.009
23. *Soroor G., Mokhtari S. Pouretmad H.* Priming global processing strategy improves the perceptual performance of children with Autism Spectrum Disorders // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2022. Vol. 52. № 4. P. 1019–1029. DOI:10.1007/s10803-021-05007-7
24. *Sutherland A., Crewther D.P.* Magnocellular visual evoked potential delay with high autism spectrum quotient yields a neural mechanism for altered perception // *Brain*. 2010. Vol. 133. № 4. P. 2089–2097. DOI: 10.1093/brain/awq122
25. *Van der Hallen R., Evers K., Boet B. et al.* Visual search in ASD: Instructed versus spontaneous local and global processing // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2016. Vol. 46. № 5. P. 3023–3036. DOI: 10.1007/s10803-016-2826-1

26. Vanmarcke S., Noens I., Steyaert J. et al. Spatial frequency priming of scene perception in adolescents with and without ASD // *Journal of Autism and Developmental Disorders*. 2017. Vol. 47. № 2. P. 2023–2038 DOI:10.1007/s10803-017-3123-3

27. Wilson C.E., Saldaña D. No evidence of atypical attentional disengagement in autism: A study across the spectrum // *Autism: The International Journal of Research and Practice*. 2019. Vol. 23. № 3. P. 677–688. DOI: 10.1177/2F1362361318768025

References

1. Il'ina M.N. Psihologicheskaya otsenka intellekta u detei [Psychological evaluation of intelligence in children]. Saint-Petersburg: Piter. 2009. 366 p. (in Russ.).

2. Nishcheva N.V. Rechevaya karta rebenka [Child's speech card]. Moscow: Detstvo-Press. 2007. 265 p. (in Russ.).

3. Cherenkova L.V., Sokolova L.V. Vozrastnaya dinamika protsessov zritel'nogo praiminga. [Age-related dynamics of visual priming]. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal=Russian Journal of Physiology*, 2021, vol. 107, no. 9, pp. 1112–1125. DOI: 10.31857/S086981392109003X (In Russ., abstr. In Engl.).

4. Cherenkova L.V., Sokolova L.V. Issledovanie protsessov antitsipatsii u detei doshkol'nogo vozrasta s atipichnym razvitiem [The study of anticipation processes in preschool children with atypical development]. *Psikhologicheskii zhurnal=Journal of Psychology*, 2020, vol. 41, no. 3, pp. 66–77. DOI: 10.31857/S020595920008518-5 (In Russ., abstr. In Engl.).

5. Cherenkova L.V., Sokolova L.V. Proyavlenie praiming-ehffekta u detei doshkol'nogo vozrasta s rasstroistvom auticheskogo spektra [Multisensory priming effect in preschool children with autism spectrum disorder]. *Fiziologiya cheloveka=Human Physiology*, 2020, vol. 46, no. 2, pp. 38–46. DOI: 10.31857/S0131164620010051 (in Russ.).

6. Amso D., Haas S., Tenenbaum E. et al. Bottom-up attention orienting in young children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders.*, 2014, vol. 44, no. 2, pp. 664–673. DOI: 10.1007/s10803-013-1925-5

7. Carlson T., Tovar D.A., Alink A. et al. Representational dynamics of object vision: The first 1000 ms. *Vision*, 2013, vol. 13, no. 1, pp. 1–19. DOI: 10.1167/13.10.1

8. Haigh S.M. Variable sensory perception in autism. *Europe Journal of Neuroscience*, 2018, vol. 47, no. 6, pp. 488–766. DOI: 10.1111/ejn.1360

9. Happe F., Frith U. The weak central coherence account: detail-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2006, vol. 36, no. 1, pp. 5–25. DOI: 10.1007/s10803-005-0039-0

10. Janiszewski C., Wyer R.S. Content and process priming: A review. *Journal of Consumer Psychology*, 2014, vol. 24, no. 1, pp. 96–118. DOI: 10.1016/j.jcps.2013.05.006

11. Jurkat S., Gruber M., Kärtner J. The effect of verbal priming of visual attention styles in 4- to 9-year-old children. *Cognition*, 2021, vol. 212, no. 3, pp. 104–181. DOI: 10.1016/j.cognition.2021.104681

12. Kimchi R. The perception of hierarchical structure. In J. Wagemans (ed.), *Oxford handbook of perceptual organization*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2015, pp. 129–149. DOI: 10.1177/1747021818766848
13. Kristjansson A., Asgeirsson A.G. Attentional Priming: Recent insights and current controversies. *Current Opinion in Psychology*, 2019, vol. 29, no. 1, pp. 71–75. DOI: 10.1016/j.copsy.2018.11.0133
14. Macaluso E., Noppeney U., Talsma D. et al. The curious incident of attention in multisensory integration: Bottom-up vs. top-down. *Multisensory Research*, 2016, vol. 29, no. 6–7, pp. 557–583. DOI: 10.1163/22134808-000025281
15. McLaughlin C.S., Grosman H., Grosman S. et al. Reduced engagement of visual attention in children with Autism Spectrum Disorder. *Autism*, 2021, vol. 25, no. 2, pp. 1362–1392. DOI: 10.1177/13623613211010072
16. Miller J. Divided attention: Evidence for coactivation with redundant signals. *Cognitive Psychology*, 1982, vol. 14, no. 2, pp. 247–279. DOI: 10.1016/0010-0285(82)90010-X
17. Mo S., Liang L., Bardikoff N. et al. Shifting visual attention to social and non-social stimuli in Autism Spectrum Disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders*, 2019, vol. 6, no. 1, pp. 56–64. DOI: 10.1016/j.rasd.2019.05.006
18. Pokhoday M., Shtyrov Y., Myachykov A. Effects of visual priming and event orientation on word order choice in Russian sentence production. *Frontiers in Psychology*, 2019, vol. 10, article 1661. DOI: 10.3389/fpsyg.2019.01661
19. Robertson C.E., Baron-Cohen S. Sensory perception in autism. *Nature Review Neuroscience*, 2017, vol. 18, no. 1, pp. 671–684. DOI: 10.1038/nrn.2017.112
20. Roid G.H., Mille L.J., Pomplun M. et al. Leiter-3: Leiter International Performance Scale. Manual. Wood Dale, Illinois: Stoelting Co, 2013, pp. 5–307.
21. Schopler E., Reichler R.J., DeVellis R.F. et al. Toward objective classification of childhood autism: Childhood Autism Rating Scale (CARS). *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1980, vol.10, no. 1, pp. 91–103. DOI: 10.1007/BF02408436
22. Shomstein S., Kravit D.J., Behrmann M. Attentional control: temporal relationships within the fronto-parietal network. *Neuropsychologia*, 2012, vol. 50, no. 6, pp. 1202–1210. DOI: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.02.009
23. Soroor G., Mokhtari S. Pouretamad H. Priming global processing strategy improves the perceptual performance of children with Autism Spectrum Disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 1019–1029. DOI: 10.1007/s10803-021-05007-7
24. Sutherland A., Crewther D.P. Magnocellular visual evoked potential delay with high autism spectrum quotient yields a neural mechanism for altered perception. *Brain*, 2010, vol. 133, no. 4, pp. 2089–2097. DOI: 10.1093/brain/awq122

Черенкова Л.В., Соколова Л.В. Зрительный прайминг у детей с расстройствами аутистического спектра
Клиническая и специальная психология
2022. Том 11. № 1. С. 192–209.

*Cherenkova L.V., Sokolova L.V. Visual Priming in Children with Autism Spectrum Disorders
Clinical Psychology and Special Education
2022, vol. 11, no. 1, pp. 192–209.*

25. Van der Hallen R., Evers K., Boet B. et al. Visual search in ASD: Instructed versus spontaneous local and global processing. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2016, vol. 46, no. 5, pp. 3023–3036. DOI: 10.1007/s10803-016-2826-1

26. Vanmarcke S., Noens I., Steyaert J. et al. Spatial frequency priming of scene perception in adolescents with and without ASD. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 2017, vol. 47, no. 2, pp. 2023–2038. DOI: 10.1007/s10803-017-3123-3

27. Wilson C.E., Saldaña D. No evidence of atypical attentional disengagement in autism: A study across the spectrum. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 2019, vol. 23, no. 3, pp. 677–688. DOI: 10.1177/2F1362361318768025

Информация об авторах

Черенкова Людмила Викторовна, доктор биологических наук, профессор кафедры высшей нервной деятельности и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0777-1111>, e-mail: chluvic@mail.ru

Соколова Людмила Владимировна, доктор биологических наук, профессор кафедры высшей нервной деятельности и психофизиологии, Санкт-Петербургский государственный университет (ФГБОУ ВО СПбГУ), г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5284-3374>, e-mail: lsokolova2021@mail.ru

Information about the authors

Ludmila V. Cherenkova, PhD in Biology, Department of High Nervous Activity and Psychophysiology, Professor, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9010-1610>, e-mail: chluvic@mail.ru

Lyudmila V. Sokolova, PhD in Biology, Department of High Nervous Activity and Psychophysiology, Professor, Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5284-3374>, e-mail: lsokolova2021@mail.ru

Получена: 29.06.2021

Received: 29.06.2021

Принята в печать: 30.01.2022

Accepted: 30.01.2022