

КОНТРАСТНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПРИ ШИЗОФРЕНИИ И ШИЗОТИПИЧЕСКОМ РАССТРОЙСТВЕ

© 2025 г. И. И. Шошина^{1,*}, А. В. Косикова¹, А. С. Федорова¹, В. А. Смольянинова¹, А. А. Моритц¹, О. В. Лиманкин², А. А. Торговцев², А. В. Ханько², С. И. Ляпунов³, Т. Фернандес⁴

¹ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургская городская психиатрическая больница № 1 имени П.П. Кащенко, Санкт-Петербург, Россия

³Институт общей физики имени А.М. Прохорова, РАН, Москва, Россия

⁴Федеральный университет Параиба (UFPB), Департамент психологии, Жуан-Пессоа, Бразилия

*E-mail: shoshinaii@mail.ru

Поступила в редакцию 16.09.2024 г.

После доработки 07.10.2024 г.

Принята к публикации 08.10.2024 г.

Шизофрения характеризуется широким спектром симптомов, которые проявляются и при других расстройствах, что послужило основанием для появления представлений о расстройствах шизофренического спектра. Исследования указывают на противоречивость данных о характеристиках визуальной контрастной чувствительности при шизофрении и шизотипическом расстройстве, входящем в структуру расстройств шизофренического спектра. В исследовании приняли участие 30 пациентов с диагнозом параноидная шизофрения; 18 пациентов с шизотипическим расстройством и 30 чел. без психопатологии и неврологических заболеваний. Контрастную чувствительность регистрировали при предъявлении элементов Габора с пространственной частотой от 0.4 до 10 цикл/град, используя адаптивно-лестничную процедуру. Контрастная чувствительность как в группе больных шизофренией, так и пациентов с шизотипическим расстройством была ниже в области высоких пространственных частот, по сравнению с условно здоровым контролем. Таким образом, выявленные нарушения являются общими как для шизофрении, так и для шизотипического расстройства. Полученные данные рассматриваются как свидетельства своеобразного характера рассогласования взаимодействия магноцеллюлярных и парвоцеллюлярных каналов зрительной системы со сдвигом в сторону доминирования магноцеллюлярной системы.

Ключевые слова: контрастная чувствительность, шизофрения, шизотипическое расстройство, магноцеллюлярная система, парвоцеллюлярная система, дорсальный и вентральный корковый путь.

DOI: 10.31857/S0131164625010011 EDN: VNZNXX

Шизофрения характеризуется широким спектром симптомов, которые проявляются и при других расстройствах, что послужило основанием для появления представлений о расстройствах шизофренического спектра. Шизотипическое расстройство представляет собой диагностический фенотип в спектре шизофрении с генетическими, биологическими и поведенческими характеристиками, общими с шизофренией [1]. Наиболее значимыми признаками для клинической диагностики шизотипического расстройства являются когнитивно-перцептивные и дезорганизационные симптомы [2]. Экспериментальное изучение процессов зрительного восприятия важно для выяснения механизмов когнитивно-перцептивных нарушений как при шизофрении, так и при шизотипическом расстройстве.

Нарушения зрительного восприятия встречаются более чем у 60% больных шизофренией и представляют собой зрительные галлюцинации, искажение восприятия пространственно-временных характеристик зрительных стимулов [3–9], снижение интеграции контуров [10–11], восприятия движения [12], цвета [13]. Данных о нарушениях зрительного восприятия при других расстройствах, имеющих сходную с шизофренией симптоматику, крайне мало. Ю. Симон и др. [14] сообщают о высокоуровневых нарушениях зрительного восприятия (зрительного гнозиса) у пациентов с шизотипическим расстройством. Авторами получены данные об изменениях на всех этапах формирования сложного образа и его дальнейшего сопоставления с образами из памяти. Тогда как *B.F. O'Donnell et al.* [15] демонстрировали отсутствие повреждения визуальной обработки на ранних стадиях восприятия,

даже при наличии выраженных шизотипических симптомов.

Несмотря на то, что дефицит зрительной обработки и внимания ответственен за значительную часть инвалидности, связанной с шизофренией [16], источник этих нарушений остается неясным. Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о важности согласованного взаимодействия двух крупномасштабных нейронных сетей — магно- и парвоцеллюлярной систем — для обеспечения целостности зрительного восприятия, нарушенного при шизофрении [3, 9, 17–20]. Магноцеллюлярные нейроны латерального коллатерального тела таламуса (*LGN*) на корковом уровне дают начало дорзальному, а парвоцеллюлярные — вентральному потокам информации из каудальных в префронтальные зоны коры головного мозга. Нейроны этих систем отличаются своей чувствительностью к контрасту, что часто используется в исследованиях их функциональной активности. Контраст — это отношение яркости между светлой и темной фазами паттерна. Контрастная чувствительность, регистрируемая в различных диапазонах пространственных частот, — величина обратная пороговому контрасту, т. е. минимально различимому значению разности яркостей. Пространственная частота измеряется в количестве перепадов от светлого к темному (синусоидальных циклов) на 1 угловой градус (угл./град) визуального поля. Паттерны, содержащие до 0.5 цикл/град, имеют низкую пространственную частоту, от 7 цикл/град — высокую пространственную частоту. К восприятию низких пространственных частот специфичны крупные клетки магноцеллюлярных слоев латерального коллатерального тела таламуса (*LGN*), высокие частоты — мелкие клетки парвоцеллюлярных слоев *LGN* [21–22].

Согласно результатам большинства исследований при шизофрении наблюдается снижение активности магноцеллюлярной системы [3, 23], другие авторы, наоборот, сообщают о повышении ее активности [17, 19, 24]; часть исследований заявляет о гипофункции парвоцеллюлярной системы [25], либо о снижении функции обеих систем [3, 21, 26–28]. В большинстве своем эти исследования основаны на данных контрастной чувствительности зрительной системы. Относительно контрастной чувствительности у лиц с шизотипическим расстройством данных крайне мало. *В.В. Kent et al.* [29] в своем исследовании использовали только одну пространственную частоту 0.5 цикл/град и несколько вариантов временной модуляции: 0, 1, 5, 10 и 15 Гц. Авторами показано снижение контрастной чувствительности при шизотипическом расстройстве при предъявлении стационарной синусоидальной решетки и решетки с временной частотой 15 Гц. Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о снижении активности

магноцеллюлярной системы, тогда как об активности парвоцеллюлярной системы в этом случае можно делать лишь косвенные выводы.

Цель исследования — изучение особенностей визуальной контрастной чувствительности при шизофрении и шизотипическом расстройстве.

МЕТОДИКА

В исследовании принимали участие: 30 чел. без неврологических и психиатрических заболеваний в анамнезе (18 женщин, 31.0 ± 10.4 лет); 37 пациентов (19 женщин, 35.6 ± 10.6 лет) с диагнозом параноидная шизофрения (F20 по МКБ-10) и 18 пациентов (10 женщин, 22.6 ± 3.4 лет) с диагнозом шизотипическое расстройство (F21 согласно МКБ-10).

Согласно протоколу критериями включения пациентов в исследование были:

- возраст от 18 до 45 лет;
- диагноз параноидная шизофрения (F20 по МКБ-10), а также шизотипическое расстройство (F21 по МКБ-10);
- зрение нормальное или скорректированное очками или линзами.

Критерии исключения из исследования для пациентов были следующими:

- офтальмологические заболевания, не корректируемые очками или линзами и приводящие к снижению зрительных функций;
- органические поражения центральной нервной системы (ЦНС);
- наличие тяжелых острых и хронических соматических заболеваний, требующих применения постоянной дополнительной фармакологической терапии;
- алкогольная или наркотическая зависимость;
- для женщин: беременность или период лактации.

Пациенты проходили исследование в подостром состоянии — через 1–2 нед. с момента поступления на лечение в стационар. Все пациенты получали антипсихотическую терапию (табл. 1).

Для участников контрольной группы критериями включения в исследование были: возраст 18–45 лет, отсутствие неврологических и психиатрических патологий в анамнезе, зрение нормальное или скорректированное до нормального линзами или очками. Критерии исключения соответствовали таковым в группе пациентов. За день до начала исследования просили участников не употреблять алкоголь, а в день проведения исследования — не употреблять кофеин и воздержаться от курения.

Контрастную чувствительность определяли с использованием адаптивной лестничной

Таблица 1. Показатели антипсихотической терапии пациентов, страдающих шизофренией и шизотипическим расстройством

Терапия		Шизофрения	Шизотипическое расстройство
Антипсихотики	1 поколение	5	0
	2 поколение	22	13
	3 поколение	10	5
Наличие корректора	нет	30	9
	Тригекси-фенидил	5	0
	Бипериден	2	1
Хлорпромазиновый эквивалент		480(186)	412(195)

процедуры [30, 31]. При бинокулярном предъявлении фиксировали пороговый контраст с помощью компьютерной программы, позволяющей формировать тестовые изображения на мониторе любого типа без предварительной его калибровки. Программа разработана под руководством С.И. Ляпунова (Институт общей физики им. Прохорова, РАН, г. Москва). В качестве стимулов использовали элементы Габора – решетки с распределением яркости, подчиняющимся синусоидальному закону, со снижением амплитуды синусоиды от центра к краям стимула по закону Гаусса [32]. Стимулы с пространственной частотой 0.4; 1.0; 3.0 и 10.0 цикл/град предъявляли на экране *HP Pavilion Aero 13-be0822nw (61R48EA) AMD Ryzen 7* (размер 13.3") на фоне маски в виде аддитивного белого шума, частота обновления 60 Гц. Расстояние от испытуемого до экрана монитора – 53 см. Стимулы выводили слева или справа от центра экрана, начиная с низких пространственных частот. При анализе данных к диапазону низких пространственных частот относили частоту 0.4 цикл/град, средних – 1.0 и 3.0 цикл/град, а к высоким пространственным частотам относили частоту 10.0 цикл/град. Задача испытуемого состояла в том, чтобы нажать на левую кнопку “мыши”, когда он видит стимул, на

правую кнопку “мыши” – когда стимул отсутствует (рис. 1).

Неподвижность положения головы участника исследования обеспечивали с помощью стандартной лобно-подбородной подставки.

Статистическую обработку осуществляли с помощью статистического пакета *IBM SPSS Statistics 26*. В качестве статистического метода анализа данных были выбраны непараметрические критерии для двух и более несвязанных выборок – *U*-критерий Манна–Уитни и *H*-критерий Краскела–Уоллиса; выбор связан с тем, что не на всех частотах тест Колмогорова–Смирнова выявил нормальное распределение, а также в связи с неравными дисперсиями сравниваемых групп [33]. В таком случае, аргументами функций являлись два числовых вектора (две выборки). Группы анализировали попарно: здоровая норма – шизотипическое расстройство, здоровая норма – параноидная шизофрения, параноидная шизофрения – шизотипическое расстройство. Использовали поправку Бонферрони на множественные сравнения. Корреляционный анализ выполняли с использованием коэффициента корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Клиническая картина. Результаты оценки клинической картины состояния участников исследования, страдающих шизофренией и шизотипическим расстройством, с помощью шкалы *PANSS* представлены в табл. 2. Значимые различия между группами пациентов найдены только для суммарной шкалы позитивных симптомов.

Контрастная чувствительность. Средние значения контрастной чувствительности (среднее ± стандартное отклонение) в группе пациентов с параноидной формой шизофрении при предъявлении элементов Габора, содержащих низкую пространственную частоту 0.4 цикл/град,

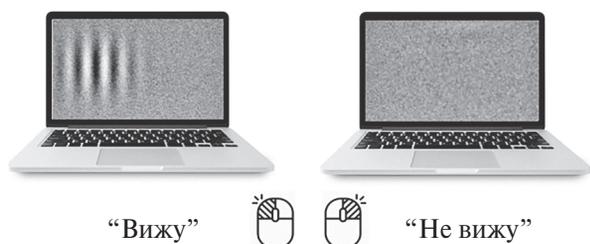


Рис. 1. Демонстрация процедуры регистрации контрастной чувствительности.

Таблица 2. Клиническая характеристика групп пациентов, страдающих шизофренией и шизотипическим расстройством

Клиническая характеристика	Шизофрения	Шизотипическое расстройство	<i>p</i> -value Краскела–Уоллиса
Длительность заболевания	10.9(8.9)	7.0(3.4)	0.172
SAS	2.2(1.5)	2.6(2.2)	0.595
PANSS позитивная шкала	14.3(3.9)	10.2(2.5)	0.006*
PANSS негативная шкала	19.8(5.8)	15.9(5.4)	0.174
PANSS шкала общей психопатологии	32.7(6.9)	32.4(4.6)	0.638
PANSS общий балл	66.8(13.7)	58.5(9.1)	0.188
Хлорпромазиновый эквивалент	480(186)	412(195)	0.631

Примечание: * – $p < 0.01$.

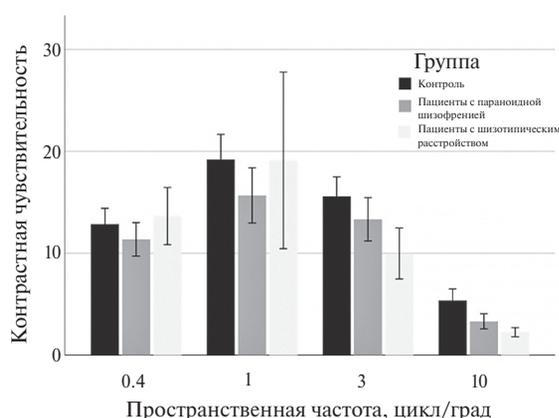


Рис. 2. Контрастная чувствительность в различных диапазонах пространственных частот при шизофрении, шизотипическом расстройстве и в группе здорового контроля.

составили 11.4 ± 4.4 , средние частоты 1.0 цикл/град – 15.7 ± 7.2 и 3.0 цикл/град – 13.3 ± 5.7 , высокую пространственную частоту 10 цикл/град – 3.3 ± 2.0 (рис. 2).

В группе пациентов с шизотипическим расстройством показатели соответственно составили – 13.6 ± 4.34 , 19.1 ± 9.9 , 9.9 ± 3.4 и 2.2 ± 0.6 ; в группе здорового контроля – 12.4 ± 4.1 , 19.2 ± 6.6 , 15.6 ± 5.1 и 5.4 ± 3.0 соответственно.

Результаты статистического анализа с применением *H*-критерия Краскела–Уоллиса свидетельствуют о снижении, по сравнению с участниками группы контроля, контрастной чувствительности у пациентов с параноидной формой шизофрении при восприятии стимулов с пространственной частотой 10 цикл/град ($Z = -2.772$, $p = 0.017$), у пациентов с шизотипическим расстройством при восприятии стимулов с пространственной частотой 3 цикл/град ($Z = -0.001$, $p = 0.004$) и 10 цикл/град

($Z = -3.878$, $p = 0.000$). Между показателями контрастной чувствительности групп пациентов с параноидной шизофренией и шизотипическим расстройством на всех пространственных частотах не было выявлено значимых отличий.

Корреляционный анализ клинических показателей шкалы PANSS больных шизофренией показал значимую корреляцию баллов по шкале общей психопатологии с контрастной чувствительностью в диапазоне средних пространственных частот (3 цикл/град, $r = 0.37$, $p = 0.02$). Тогда как в группе пациентов с шизотипическим расстройством значимая корреляция установлена для баллов PANSS шкалы негативной симптоматики с контрастной чувствительностью, также в диапазоне средних пространственных частот ($r = 0.67$, $p = 0.04$). Таким образом, для данных групп испытуемых обнаружена корреляция между клиническими показателями и контрастной чувствительностью в диапазоне средних пространственных частот, восприятие которых обеспечивается нейронами как магно-, так и парвоцеллюлярной систем.

Корреляций показателей контрастной чувствительности в исследуемых диапазонах пространственных частот с величиной хлорпромазинового эквивалента или же с баллами тяжести шкалы Паркинсонизма не установлено ни в одной из групп пациентов. Однако это не снимает ограничения настоящего исследования, связанного с возможным влиянием антипсихотической терапии на величину контрастной чувствительности.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты настоящего исследования свидетельствуют об изменении, по сравнению со здоровым контролем, контрастной чувствительности зрительной системы как при шизофрении, так и при шизотипическом расстройстве. При этом в обоих случаях различия наблюдаются при восприятии

высоких пространственных частот, к которым более специфичны нейроны парвоцеллюлярной системы [21–22]. Снижение активности данной системы, по сравнению с магноцеллюлярной системой, чувствительность которой не отличается от показателей здорового контроля, свидетельствует об особом характере рассогласования этих нейронных систем у пациентов с близкой симптоматикой. Полученные данные рассматриваются нами как подтверждение гипотезы о доминировании при шизофрении и шизотипическом расстройстве магноцеллюлярной системы восприятия информации над комплементарной ей парвоцеллюлярной системой. То есть, результаты настоящего исследования свидетельствуют об особом характере взаимодействия магно- и парвосистем при шизофрении и шизотипическом расстройстве.

Важность согласованной работы этих комплементарных друг другу систем определяется тем, что их взаимодействие на разных уровнях обработки информации обеспечивает целостность восприятия. Рассогласование в работе магно- и парвоцеллюлярной систем проявляется и при восприятии средних пространственных частот, в обработке которых они обоюдно принимают участие [21]. Рассогласование в их работе может рассматриваться как один из факторов повышения уровня внутреннего шума зрительной системы при психопатологии [21, 34]. В группе пациентов с шизотипическим расстройством дисперсия показателя контрастной чувствительности в диапазоне средних пространственных частот гораздо выше, чем в группе больных шизофренией. Возможно, что причина в меньшем количестве испытуемых в этой группе.

В нескольких исследованиях контрастной чувствительности у лиц с разной длительностью шизофрении было показано повышение активности магноклеточной системы, в частности у пациентов с первым психотическим эпизодом, не получавших длительную антипсихотическую терапию [17, 19, 24, 35–36]. При этом активность парвоцеллюлярной системы оставалась соответствующей здоровому контролю или была снижена. Таким образом, в этих случаях наблюдался другой характер рассогласования во взаимодействии магно- и парвоцеллюлярной нейронных систем. В настоящем исследовании принимали участие пациенты в подостром состоянии. В связи с этим мы ожидали увидеть более высокие значения контрастной чувствительности к стимулам, содержащим низкие пространственные частоты, к которым более специфичны нейроны магноцеллюлярной системы.

Отсутствие таких различий, по сравнению со здоровым контролем, в обеих группах пациентов, может быть связано с отсутствием в нашей выборке пациентов с первым эпизодом, не получавших медикаментозного лечения [24, 35]. Соответственно, нельзя исключить влияние на показатели

контрастной чувствительности антипсихотической терапии, которую пациенты получали на протяжении многих лет и на момент участия в исследовании в том числе.

Восприятие контраста, которое начинается на уровне сетчатки, связано с уровнем ее дофаминовой активности [37]. Дофамин улучшает визуальное обнаружение контраста, обеспечивая латеральное торможение через D_2 -рецепторы [38]. В исследованиях *J.P. Harris et al.* [39] у восьми пациентов с шизофренией были измерены пороговые значения контраста при предъявлении стационарных решеток с пространственными частотами 0.5, 2.0 и 8.0 цикл/град сначала до, а затем через два-три дня после терапевтической инъекции типичного депо-нейролептика (стелазин, галоперидол). Препарат усиливал контрастную чувствительность на низкой, и снижал ее на средней и высокой пространственной частоте. Результаты наших ранних исследований показали, что больные шизофренией, получавшие лечение атипичными нейролептиками, демонстрировали более выраженное снижение контрастной чувствительности в области низких пространственных частот, чем пациенты, получавшие терапию типичными нейролептиками [18]. Тогда, как в исследовании *Y. Chen et al.* [35] пациенты, получавшие атипичные антипсихотические препараты, показали ненарушенное обнаружение визуального контраста (для восприятия решетки с пространственной частотой 0.5 цикл/град и временной модуляцией – 5 Гц), а те, кто получал типичные нейролептики, показали более высокие пороги обнаружения контраста.

Большая часть пациентов, принимавших участие в настоящем исследовании, получали терапию антипсихотиками второго поколения. Терапевтическая эффективность препаратов этой группы обусловлена коэффициентом, отражающим отношение 5-НТ2а-аффинитета к D_2 -аффинитету. То есть такие препараты оказывают действие, как на дофаминовые, так и на серотониновые рецепторы, являются дофамино-серотониновыми антагонистами (сертиндол, оланзапин, арипипразол и др.). Блокада 5-НТ2а-рецепторов в мезокортикальных структурах опосредованно способствует увеличению содержания дофамина в префронтальной коре головного мозга, что может определять прокогнитивный эффект антипсихотиков второго поколения. Препараты третьего поколения, которые также получали некоторые из наших пациентов, являются частичными блокаторами дофаминовых рецепторов. В любом случае, все используемые для лечения расстройств шизофренического спектра антипсихотические препараты оказывают влияние на дофаминовые рецепторы, снижая уровень дофамина в мезокортикальных структурах.

Можно предположить, что пациенты с шизотипическим расстройством отличаются меньшей

подкорковой дофаминергической гиперреактивностью, чем пациенты с шизофренией [1, 40]. Действительно, в группе наших участников с шизотипическим расстройством позитивные клинические симптомы были значимо менее выражены, чем в группе больных шизофренией. Однако по баллам PANSS шкалы общей психопатологии пациенты не отличались. Возможно, что поэтому мы не зафиксировали различий в контрастной чувствительности зрительной системы у пациентов, страдающих шизофренией и шизотипическим расстройством. Не обнаружили таких отличий в контрастной чувствительности и *B.F. O'Donnell et al.* [15].

Авторы нескольких исследований сообщают о том, что пациенты с шизотипическим расстройством демонстрируют более специфический дефицит обработки визуальной информации, проявляющийся при выполнении задач с вовлечением рабочей памяти [2, 15, 41, 42]. В работе *L.J. Siever* и *K.L. Davis* [1] сообщается о сохранении объема префронтальной коры у лиц с шизотипическим расстройством и сниженной дофаминовой активностью в стриатуме по сравнению с хроническими больными шизофренией. Эти факторы объясняют результаты *A.A. Chepeliuk* и *M.G. Vinogradova* о наличии у лиц с шизотипическим расстройством компенсаторных стратегий, которые повышают эффективность выполнения заданий до нормативного уровня [2]. В настоящем исследовании нам не удалось зафиксировать различий при выполнении раннеуровневой задачи обнаружения контраста между больными шизофренией и шизотипическим расстройством.

Также для обеих групп пациентов были установлены значимые корреляции баллов по шкалам PANSS и контрастной чувствительности в диапазоне средних пространственных частот. Прямые корреляционные зависимости указывают на то, что увеличение шкал соотносится с повышением контрастной чувствительности в диапазоне средних пространственных частот. Обработка средних пространственных частот осуществляется нейронами обеих – магно- и парвоцеллюлярной систем. Полученные данные могут рассматриваться как свидетельства важности взаимодействия этих систем и того, что изменение состояния будет отражаться в первую очередь на контрастной чувствительности в диапазоне средних пространственных частот. Подтверждение или опровержение такого обоснования может быть получено в результате анализа данных лонгитюдных исследований, проводимых в настоящее время.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Участники исследования, страдающие шизофренией и шизотипическим расстройством, демонстрировали снижение контрастной

чувствительности в области высоких пространственных частот, по сравнению с условно здоровым контролем. Полученные данные рассматриваются как свидетельства своеобразного характера рассогласования взаимодействия магноцеллюлярных и парвоцеллюлярных каналов зрительной системы со сдвигом в сторону доминирования магноцеллюлярной системы.

Можно предположить, что нарушения низкоразрешенных сенсорных процессов могут оказывать влияние на высокоуровневые когнитивные процессы и приводить к проявлению психотических симптомов, характерных для шизофрении [34, 43–44].

Финансирование работы. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 24-25-00494).

Соблюдение этических стандартов. Все исследования проводились в соответствии с принципами биомедицинской этики, изложенными в Хельсинкской декларации 1964 г. и последующих поправках к ней. Они также были одобрены локальным биоэтическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра психиатрии и неврологии им. В.М. Бехтерева (Санкт-Петербург), протокол № ЕК-1-120/19 от 10.24.2019 г.

Каждый участник исследования или его законный представитель (родитель) дал добровольное письменное информированное согласие после получения разъяснений о потенциальных рисках и преимуществах, а также о характере предстоящего исследования и праве выйти из исследования на любом его этапе без объяснения причин.

Конфликт интересов. Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Siever L.J., Davis K.L.* The pathophysiology of schizophrenia disorders: perspectives from the spectrum // *Am. J. Psychiatry.* 2004. V. 161. № 3. P. 398.
2. *Chepeliuk A.A., Vinogradova M.G.* The performance of visual perceptual tasks in patients with schizotypal personality disorder // *Psychol. Russ.* 2021. V. 14. № 2. P. 42.
3. *Zemon V., Herrera S., Gordon J. et al.* Contrast sensitivity deficits in schizophrenia: A psychophysical investigation // *Eur. J. Neurosci.* 2021. V. 53. № 4. P. 1155.
4. *Jurišii D., Cúavar I., Sesar A. et al.* New insights into schizophrenia: A look at the eye and related structures // *Psychiatr. Danub.* 2020. V. 32. № 1. P. 60.
5. *Тумова М.А., Шошина И.И., Становая В.В. и др.* Показатели когнитивного функционирования и характеристики зрительной системы при

- шизофрении: кросс-секционное исследование // Психиатрия. 2023. Т. 21. № 3. С. 36.
6. *Silverstein M.S., Keane P.B., Demmin L.D., Fradkin I.S.* Visual impairments in schizophrenia: their significance and unrealized clinical potential // *Psychiatr. Danub.* 2020. V. 32. № 1. P. 72.
 7. *Шошина И.И., Мухитова Ю.В., Трегубенко И.А. и др.* Контрастная чувствительность зрительной системы и когнитивные функции при шизофрении и депрессии // *Физиология человека.* 2021. Т. 47. № 5. С. 48.
 8. *Fernandes T.P., Shoshina I.I., Oliveira M.E.C. et al.* Correlates of clinical variables on early-stage visual processing in schizophrenia and bipolar disorder // *J. Psychiatr. Res.* 2022. V. 149. P. 323.
 9. *Косикова А.В., Шошина И.И., Ляпунов С.И. и др.* Характеристики контрастной чувствительности зрительной системы и микротремора глаз при шизофрении // *Психиатрия.* 2024. Т. 22. № 1. С. 58.
 10. *Keane B.P., Paterno D., Kastner S. et al.* Intact illusory contour formation but equivalently impaired visual shape completion in first- and later-episode schizophrenia // *J. Abnorm. Psychol.* 2019. V. 128. № 1. P. 57.
 11. *Keane B.P., Erlikhman G., Serody M., Silverstein S.M.* Spatial frequency contributions to contour integration deficits in schizophrenia // *Schizophr. Res.* 2022. V. 240. P. 78.
 12. *Martinez A., Gaspar P.A., Hillyard S.A. et al.* Impaired motion processing in schizophrenia and the attenuated psychosis syndrome: Etiological and clinical implications // *Am. J. Psychiatry.* 2018. V. 175. № 15. P. 1243.
 13. *Fernandes T.M.P., Silverstein S.M., Butler P.D. et al.* Color vision impairments in schizophrenia and the role of antipsychotic medication type // *Schizophr. Res.* 2019. V. 204. P. 162.
 14. *Симон Ю.А., Бизюк А.П., Исаева Е.Р. и др.* Особенности восприятия (зрительного гнозиса) и мышления у пациентов с шизотипическим расстройством // *Клиническая и специальная психология.* 2018. Т. 7. № 2. С. 97.
 15. *O'Donnell B.F., Bismark A., Hetrick W.P. et al.* Early stage vision in schizophrenia and schizotypal personality disorder // *Schizophr. Res.* 2006. V. 86. № 1–3. P. 89.
 16. *Arkin S.C., Ruiz-Betancourt D., Jamerson E.C. et al.* Deficits and compensation: Attentional control cortical networks in schizophrenia // *Neuroimage Clin.* 2020. V. 27. P. 102348.
 17. *Шошина И.И., Шелепин Ю.Е., Вершинина Е.А., Новикова К.О.* Пространственно-частотная характеристика зрительной системы при шизофрении // *Физиология человека.* 2015. Т. 41. № 3. С. 29.
 18. *Шошина И.И., Шелепин Ю.Е., Семенова Н.Б.* Контрастно-частотная чувствительность восприятия зрительных стимулов у больных шизофренией при терапии атипичными и типичными нейролептиками // *Физиология человека.* 2014. Т. 40. № 1. С. 43.
 19. *Исаева Е.Р., Трегубенко И.А., Мухитова Ю.В., Шошина И.И.* Функциональное состояние магно- и парвоцеллюлярных нейронных систем и когнитивные нарушения при шизофрении на разных этапах заболевания // *Российский психологический журнал.* 2021. Т. 18. № 1. С. 74.
 20. *Ifragh C., Herrera S.N., Silverstein S.M. et al.* The relationship between clinical and psychophysical assessments of visual perceptual disturbances in individuals at clinical high risk for psychosis: A preliminary study // *Brain Sci.* 2024. V. 14. № 8. P. 819.
 21. *Шошина И.И., Шелепин Ю.Е.* Механизмы глобального и локального анализа зрительной информации при шизофрении. СПб.: Изд-во ВВМ, 2016. 300 с.
 22. *Edwards M., Goodhew S.C., Badcock D.R.* Using perceptual tasks to selectively measure magnocellular and parvocellular performance: Rationale 97 and a user's guide // *Psychon. Bull. Rev.* 2021. V. 28. № 4. P. 1029.
 23. *Calderone D.J., Hoptman M.J., Martinez A. et al.* Contributions of low and high spatial frequency processing to impaired object recognition circuitry in schizophrenia // *Cereb. Cortex.* 2013. V. 23. № 8. P. 1849.
 24. *Kiss I., Fábán Á., Benedek G., Kéri S.* When doors of perception open: visual contrast sensitivity in never-medicated, first-episode schizophrenia // *J. Abnorm. Psychol.* 2010. V. 119. № 3. P. 586.
 25. *Муравьева С.В., Пронина М.В., Моисеенко Г.А. и др.* Исследование зрительных когнитивных нарушений при шизофрении на ранних стадиях заболевания и их коррекция при помощи интерактивных виртуальных сред // *Физиология человека.* 2017. Т. 43. № 6. С. 24.
 26. *Almeida N.L., Fernandes T.P., Lima E.H. et al.* Combined influence of illness duration and medication type on visual sensitivity in schizophrenia // *Braz. J. Psychiatry.* 2019. V. 42. № 1. P. 27.
 27. *Шошина И.И., Шелепин Ю.Е., Вершинина Е.А., Новикова К.О.* Функциональные особенности магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной систем при шизофрении // *Психология. Психофизиология.* 2014. Т. 7. № 4. С. 77.
 28. *Шошина И.И., Шелепин Ю.Е., Вершинина Е.А., Новикова К.О.* Пространственно-частотная характеристика зрительной системы при шизофрении // *Физиология человека.* 2015. Т. 41. № 3. С. 29.

29. Kent B.W., Weinstein Z.A., Passarelli V. et al. Deficient visual sensitivity in schizotypal personality disorder // *Schizophr. Res.* 2011. V. 127. № 1–3. P. 144.
30. Nadler M.P., Miller D., Nadle D.J. Glare and contrast sensitivity for clinicians. New York: Springer, 1990. 150 p.
31. Yu Q., Zhang P., Qiu J., Fang F. Perceptual learning of contrast detection in the human lateral geniculate nucleus // *Curr. Biol.* 2016. V. 26. № 23. P. 3176.
32. Белозёров А.Е. Теоретическая оценка трехполосных стимулов как оптотипов для измерения остроты зрения в сравнении с элементами Габора // *Сенсорные системы.* 2013. Т. 27. № 2. С. 108.
33. Куприянов И.В. Расчёт величины эффекта при применении непараметрических критериев сравнения выборок в психологических исследованиях с использованием программы R // *Инженерный вестник Дона. Электронный научный журнал.* 2016. № 2. С. 38. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3610
34. Шошина И.И., Мухитова Ю.В., Трегубенко И.А. и др. Контрастная чувствительность зрительной системы и когнитивные функции при шизофрении и депрессии // *Физиология человека.* 2021. Т. 47. № 5. С. 48.
35. Chen Y., Levy D.L., Sheremata S. et al. Effects of typical, atypical, and no antipsychotic drugs on visual contrast detection in schizophrenia // *Am. J. Psychiatry.* 2003. V. 160. № 10. P. 1795.
36. Kéri S., Benedek G. Visual contrast sensitivity alterations in inferred magnocellular pathways and anomalous perceptual experiences in people at high-risk for psychosis // *Vis. Neurosci.* 2007. V. 24. № 2. P. 183.
37. Masson G., Mestre D., Blin O. Dopaminergic modulation of visual sensitivity in man // *Fundam. Clin. Pharmacol.* 1993. V. 7. № 8. P. 449.
38. Djamgoz M.B., Hankins M.W., Hirano J., Archer S.N. Neurobiology of retinal dopamine in relation to degenerative states of the tissue // *Vision Res.* 1997. V. 37. № 24. P. 3509.
39. Harris J.P., Calvert J.E., Leendertz J.A., Phillipson O.T. The influence of dopamine on spatial vision // *Eye.* 1990. V. 4. Pt. 6. P. 806.
40. Abi-Dargham A., Kegeles L.S., Zea-Ponce Y. et al. Striatal amphetamine-induced dopamine release in patients with schizotypal personality disorder studied with single photon emission computed tomography and iodobenzamide // *Biol. Psychiatry.* 2004. V. 55. № 10. P. 1001.
41. Farmer C.M., O'Donnell B.F., Niznikiewicz M.A. et al. Visual perception and working memory in schizotypal personality disorder // *Am. J. Psychiatry.* 2000. V. 157. № 5. P. 781.
42. Maróthi R., Kéri S. Enhanced mental imagery and intact perceptual organization in schizotypal personality disorder // *Psychiatry Res.* 2018. V. 259. P. 433.
43. Javitt D.C. When doors of perception close: bottom-up models of disrupted cognition in schizophrenia // *Annu. Rev. Clin. Psychol.* 2009. V. 5. P. 249.
44. Dias E.C., Butler P.D., Hoptman M.J., Javitt D.C. Early sensory contributions to contextual encoding deficits in schizophrenia // *Arch. Gen. Psychiatry.* 2011. V. 68. № 7. P. 654.

REFERENCES

1. Siever L.J., Davis K.L. The pathophysiology of schizophrenia disorders: perspectives from the spectrum // *Am. J. Psychiatry.* 2004. V. 161. № 3. P. 398.
2. Chepeliuk A.A., Vinogradova M.G. The performance of visual perceptual tasks in patients with schizotypal personality disorder // *Psychol. Russ.* 2021. V. 14. № 2. P. 42.
3. Zemon V., Herrera S., Gordon J. et al. Contrast sensitivity deficits in schizophrenia: A psychophysical investigation // *Eur. J. Neurosci.* 2021. V. 53. № 4. P. 1155.
4. Jurišii D., Cúavar I., Sesar A. et al. New insights into schizophrenia: A look at the eye and related structures // *Psychiatr. Danub.* 2020. V. 32. № 1. P. 60.
5. Tumova M.A., Shoshina I.I., Stanovaya V.V. et al. [Cognitive functioning and visual system characteristics in schizophrenia: A cross-sectional study] // *Psikhiatriya.* 2023. V. 21. № 3. P. 36.
6. Silverstein M.S., Keane P.B., Demmin L.D., Fradkin I.S. Visual impairments in schizophrenia: their significance and unrealized clinical potential // *Psychiatr. Danub.* 2020. V. 32. № 1. P. 72.
7. Shoshina I.I., Mukhitova Y.V., Tregubenko I.A. et al. Contrast sensitivity of the visual system and cognitive functions in schizophrenia and depression // *Human Physiology.* 2021. V. 47. № 5. P. 516.
8. Fernandes T.P., Shoshina I.I., Oliveira M.E.C. et al. Correlates of clinical variables on early-stage visual processing in schizophrenia and bipolar disorder // *J. Psychiatr. Res.* 2022. V. 149. P. 323.
9. Kosikova A.V., Shoshina I.I., Lyapunov S.I. et al. [Characteristics of visual contrast sensitivity and ocular microtremor in schizophrenia] // *Psikhiatriya.* 2024. V. 22. № 1. P. 58.
10. Keane B.P., Paterno D., Kastner S. et al. Intact illusory contour formation but equivalently impaired visual shape completion in first- and later-episode schizophrenia // *J. Abnorm. Psychol.* 2019. V. 128. № 1. P. 57.
11. Keane B.P., Erlikhman G., Serody M., Silverstein S.M. Spatial frequency contributions to contour integration deficits in schizophrenia // *Schizophr. Res.* 2022. V. 240. P. 78.

12. *Martínez A., Gaspar P.A., Hillyard S.A. et al.* Impaired motion processing in schizophrenia and the attenuated psychosis syndrome: Etiological and clinical implications // *Am. J. Psychiatry.* 2018. V. 175. № 15. P. 1243.
13. *Fernandes T.M.P., Silverstein S.M., Butler P.D. et al.* Color vision impairments in schizophrenia and the role of antipsychotic medication type // *Schizophr. Res.* 2019. V. 204. P. 162.
14. *Simon Yu.A., Bizyuk A.P., Isaeva E.R. et al.* [Peculiarities of perception (visual gnosis) and thinking in patients with schizotypal disorder] // *Clin. Psychol. Spec. Ed.* 2018. V. 7. № 2. P. 97.
15. *O'Donnell B.F., Bismark A., Hetrick W.P. et al.* Early stage vision in schizophrenia and schizotypal personality disorder // *Schizophr. Res.* 2006. V. 86. № 1–3. P. 89.
16. *Arkin S.C., Ruiz-Betancourt D., Jamerson E.C. et al.* Deficits and compensation: Attentional control cortical networks in schizophrenia // *Neuroimage Clin.* 2020. V. 27. P. 102348.
17. *Shoshina I.I., Shelepin Y.E., Vershinina E.A., Novikova K.O.* The spatial-frequency characteristics of the visual system in schizophrenia // *Human Physiology.* 2015. V. 41. № 3. P. 251.
18. *Shoshina I.I., Shelepin Yu.E., Semenova N.B.* Frequency-contrast sensitivity of visual stimulus perception in patients with schizophrenia treated with atypical and typical antipsychotics // *Human Physiology.* 2014. V. 40. № 1. P. 35.
19. *Isaeva E.R., Tregubenko I.A., Mukhitova Yu.V., Shoshina I.I.* Functional states of the magnocellular and parvocellular neural systems and cognitive impairments in schizophrenia at different stages of the disease // *Russ. Psychol. J.* 2021. V. 18. № 1. P. 74.
20. *Ifrah C., Herrera S.N., Silverstein S.M. et al.* The relationship between clinical and psychophysical assessments of visual perceptual disturbances in individuals at clinical high risk for psychosis: A preliminary study // *Brain Sci.* 2024. V. 14. № 8. P. 819.
21. *Shoshina I.I., Shelepin Y.E.* [Mechanisms of global and local analysis of visual information in schizophrenia]. Saint-Petersburg: VVM Publishing House, 2016. 300 p.
22. *Edwards M., Goodhew S.C., Badcock D.R.* Using perceptual tasks to selectively measure magnocellular and parvocellular performance: Rationale 97 and a user's guide // *Psychon. Bull. Rev.* 2021. V. 28. № 4. P. 1029.
23. *Calderone D.J., Hoptman M.J., Martínez A. et al.* Contributions of low and high spatial frequency processing to impaired object recognition circuitry in schizophrenia // *Cereb. Cortex.* 2013. V. 23. № 8. P. 1849.
24. *Kiss I., Fábíán Á., Benedek G., Kéri S.* When doors of perception open: visual contrast sensitivity in never-medicated, first-episode schizophrenia // *J. Abnorm. Psychol.* 2010. V. 119. № 3. P. 586.
25. *Muraveva S.V., Pronina M.V., Moiseenko G.A. et al.* Analysis of visual cognitive impairments in schizophrenia at the early stages of the disease and their correction by interactive virtual environment // *Human Physiology.* 2017. V. 43. № 6. P. 625.
26. *Almeida N.L., Fernandes T.P., Lima E.H. et al.* Combined influence of illness duration and medication type on visual sensitivity in schizophrenia // *Braz. J. Psychiatry.* 2019. V. 42. № 1. P. 27.
27. *Shoshina I.I., Shelepin Y.E., Vershinina E.A., Novikova K.O.* [Functional features of the magnocellular and parvocellular systems in schizophrenia] // *Psychology. Psychophysiology.* 2014. V. 7. № 4. P. 77.
28. *Shoshina I.I., Shelepin Y.E., Vershinina E.A., Novikova K.O.* The spatial-frequency characteristics of the visual system in schizophrenia // *Human Physiology.* 2015. V. 41. № 3. P. 251.
29. *Kent B.W., Weinstein Z.A., Passarelli V. et al.* Deficient visual sensitivity in schizotypal personality disorder // *Schizophr. Res.* 2011. V. 127. № 1–3. P. 144.
30. *Nadler M.P., Miller D., Nadle D.J.* Glare and contrast sensitivity for clinicians. New York: Springer, 1990. 150 p.
31. *Yu Q., Zhang P., Qiu J., Fang F.* Perceptual learning of contrast detection in the human lateral geniculate nucleus // *Curr. Biol.* 2016. V. 26. № 23. P. 3176.
32. *Belozherov A.E.* [Theoretical evaluation of three-band stimuli as optotypes for measuring visual acuity in comparison with Gabor elements] // *Sensory Systems Journal.* 2013. V. 27. № 2. P. 108.
33. *Kupriyanov I.V.* [Calculation of the effect size when using nonparametric tests for comparing samples in psychological research using the R software] // *Inž. Vestn. Dona.* 2016. № 2. P. 38. www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3610
34. *Shoshina I.I., Mukhitova Y.V., Tregubenko I.A. et al.* Contrast sensitivity of the visual system and cognitive functions in schizophrenia and depression // *Human Physiology.* 2021. V. 47. № 5. P. 516.
35. *Chen Y., Levy D.L., Sheremata S. et al.* Effects of typical, atypical, and no antipsychotic drugs on visual contrast detection in schizophrenia // *Am. J. Psychiatry.* 2003. V. 160. № 10. P. 1795.
36. *Kéri S., Benedek G.* Visual contrast sensitivity alterations in inferred magnocellular pathways and anomalous perceptual experiences in people at high-risk for psychosis // *Vis. Neurosci.* 2007. V. 24. № 2. P. 183.
37. *Masson G., Mestre D., Blin O.* Dopaminergic modulation of visual sensitivity in man // *Fundam. Clin. Pharmacol.* 1993. V. 7. № 8. P. 449.

38. *Djamgoz M.B., Hankins M.W., Hirano J., Archer S.N.* Neurobiology of retinal dopamine in relation to degenerative states of the tissue // *Vision Res.* 1997. V. 37. № 24. P. 3509.
39. *Harris J.P., Calvert J.E., Leendertz J.A., Phillipson O.T.* The influence of dopamine on spatial vision // *Eye.* 1990. V. 4. Pt. 6. P. 806.
40. *Abi-Dargham A., Kegeles L.S., Zea-Ponce Y. et al.* Striatal amphetamine-induced dopamine release in patients with schizotypal personality disorder studied with single photon emission computed tomography and iodobenzamide // *Biol. Psychiatry.* 2004. V. 55. № 10. P. 1001.
41. *Farmer C.M., O'Donnell B.F., Niznikiewicz M.A. et al.* Visual perception and working memory in schizotypal personality disorder // *Am. J. Psychiatry.* 2000. V. 157. № 5. P. 781.
42. *Maróthi R., Kéri S.* Enhanced mental imagery and intact perceptual organization in schizotypal personality disorder // *Psychiatry Res.* 2018. V. 259. P. 433.
43. *Javitt D.C.* When doors of perception close: bottom-up models of disrupted cognition in schizophrenia // *Annu. Rev. Clin. Psychol.* 2009. V. 5. P. 249.
44. *Dias E.C., Butler P.D., Hoptman M.J., Javitt D.C.* Early sensory contributions to contextual encoding deficits in schizophrenia // *Arch. Gen. Psychiatry.* 2011. V. 68. № 7. P. 654.

Visual Contrast Sensitivity in Schizophrenia and Schizotypal Disorder

I. I. Shoshina^{a, *}, A. V. Kosikova^a, A. S. Fedorova^a, V. A. Smolyaninova^a, A. A. Moritz^a,
O. V. Limankin^b, A. A. Torgovtsev^b, A. V. Hanko^b, S. I. Lyapunov^c, T. P. Fernandez^d

^a*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, Russia*

^b*Kashchenko Psychiatric Hospital № 1, St. Petersburg, Russia*

^c*Prokhorov General Physics Institute, RAS, Moscow, Russia*

^d*Federal University of Paraíba (UFPB), Department of Psychology, Joao Pessoa, Brazil*

*E-mail: shoshinai@mail.ru

Schizophrenia is characterized by a wide range of symptoms that also manifest themselves in other disorders, which served as the basis for the emergence of ideas about schizophrenia spectrum disorders. Studies indicate inconsistency of data on the characteristics of visual contrast sensitivity in schizophrenia and schizotypal disorder, which is part of the structure of schizophrenia spectrum disorders. The study involved 30 patients diagnosed with paranoid schizophrenia; 18 patients with schizotypal disorder and 30 people without psychopathology and neurological diseases. Contrast sensitivity was recorded when presenting Gabor elements with a spatial frequency from 0.4 to 10 cycles/deg, using the adaptive staircase procedure. Contrast sensitivity in both the schizophrenia group and the schizotypal disorder group was lower in the area of high spatial frequencies, compared to the conditionally healthy control. Thus, the identified disorders are common to both schizophrenia and schizotypal disorder. The obtained data are considered as evidence of a special nature of the discordance in the interaction of the magnocellular and parvocellular channels of the visual system with a shift towards the dominance of the magnocellular system.

Keywords: contrast sensitivity, schizophrenia, schizotypal disorder, magnocellular system, parvocellular system, dorsal and ventral cortical pathway.