

ОБЗОРНЫЕ И ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРВОЦЕЛЛЮЛЯРНЫХ И
МАГНОЦЕЛЛЮЛЯРНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ
В НОРМЕ И ПРИ ПСИХОПАТОЛОГИИ**

© И. И. Шошина,^{1,2,4} Ю. Е. Шелепин,² С. А. Конкина,³
С. В. Пронин,² А. П. Бендера³

¹ Сибирский федеральный университет, Россия, 660041, Красноярск, пр. Свободный, 79;

² Институт физиологии им. И. П. Павлова РАН,
Россия, 199034, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 6;

³ Краевой психоневрологический диспансер, Россия, 663081, Красноярск;

⁴ Красноярский государственный медицинский университет, Россия, 660022, Красноярск
e-mail: shoshinai@mail.ru, yshelepin@yandex.ru

Исследовали склонность к иллюзии Мюллера—Лайера в норме и у больных шизофренией. Использовали изображения, подвергнутые вейвлетной фильтрации, содержащие спектр высоких или низких пространственных частот. Больные на начальной стадии клинических проявлений шизофрении были более склонны к иллюзии Мюллера—Лайера по сравнению с нормальными наблюдателями при предъявлении изображений, содержащих спектр высоких пространственных частот, к которым наиболее чувствительны нейроны парвоцеллюлярного пути. В то же время при предъявлении изображений со спектром низких пространственных частот, к которым наиболее чувствительны нейроны магноцеллюлярного пути, различия в склонности к иллюзии Мюллера—Лайера отсутствовали. Пациенты, страдающие шизофренией продолжительное время, были более склонны к иллюзии при предъявлении всех изображений фигуры Мюллера—Лайера. Полученные данные интерпретируются как свидетельство нарушения на стадии ранних клинических проявлений шизофрении работы парвоцеллюлярных зрительных каналов с сохранением функций магноцеллюлярных каналов. Для пациентов, страдающих шизофренией продолжительное время, характерно нарушение работы как парвоцеллюлярных, так и магноцеллюлярных зрительных каналов.

Ключевые слова: зрительное восприятие, шизофрения, иллюзия Мюллера—Лайера, пространственно-частотная фильтрация, вейвлеты, магноцеллюлярные и парвоцеллюлярные зрительные каналы.

Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. Т. 98. № 5. С. 00—00. 2012

I. I. Shoshina,^{1,2,4} J. E. Shelepin,² S. A. Konkina,³ S. V. Pronin,² A. P. Bendera.³ STUDY OF PARVOCELLULAR AND MAGNOCELLULAR VISUAL CHANNELS IN NORMAL SUBJECTS AND IN PATIENTS WITH PSYCHOPATHOLOGY. ¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, 660041, ² I. P. Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Science, St.-Petersburg, 199034, ³ Krasnoyarsk Regional Psycho-neurological Clinic, Krasnoyarsk, 663081, ⁴ Krasnoyarsk State Medical University, 660022, Russia, e-mail: shoshinai@mail.ru, yshelepin@yandex.ru.

We measured susceptibility to the Muller-Lyer illusion in schizophrenic patients and normal observers. The images of the Muller-Lyer figure were digitally filtered in a high-frequency and

low-frequency band by wavelet filter. Patients with schizophrenia are more susceptible to Muller-Lyer illusion, than mentally healthy examinees. The images of the Muller-Lyer figure with low spatial frequency were perceived in a similar way by the schizophrenic patients on the initial stage of disease and the control subjects. Patients with schizophrenia were more sensitive to the Muller-Lyer illusion when the image contained only high or medium spatial frequency. Schizophrenic patients in advanced stage were more susceptible to the illusion while presented with all types of images of the Muller-Lyer figure than the control group. It is hypothesized that those differences arise from the mismatch work of the magnocellular and parvocellular systems. It is known that images with the high spatial frequencies are most relevant for the parvocellular visual channels. The magnocellular visual channels are most sensitive to the images with the low spatial frequencies. Thus these findings demonstrate a significant impairment in parvocellular pathway function in patients on initial stage of schizophrenia. The patients on advanced stage of schizophrenia demonstrate impairment of both the parvocellular and magnocellular systems.

Key words: vision perception, schizophrenia, Muller-Lyer illusion, spatial-frequency filtration, wavelets, magnocellular and parvocellular visual channels.

RUSSIAN JOURNAL OF PHYSIOLOGY. V. 98. № 5. P. 00—00. 2012

Шизофрения — одно из самых распространенных психических расстройств, сопровождающееся характерными нарушениями сенсорно-когнитивной сферы. Стимулом к настоящему исследованию послужили данные о том, что нарушения восприятия и интегративных процессов у больных шизофренией связаны с изменением восприятия пространственно-временных характеристик зрительных стимулов [10, 11, 18, 24].

Известно, что в зрительной системе различные пространственно-временные характеристики зрительных стимулов обрабатывают различные subsystemы. Главные из них — крупно- (магно-) и мелкоклеточные (парворцеллюлярные) каналы, берущие начало в сетчатке, с проекциями через латеральное коленчатое тело таламуса к различным слоям первичной зрительной коры — V1 [27]. Эти каналы имеют разную временную характеристику передачи сигнала и разную световую чувствительность [2]. Взаимодействие этих каналов на корковых уровнях обеспечивает опознание объектов и формирование целостного представления об окружающей среде [8, 14, 21].

Магноцеллюлярные каналы представлены большими ганглиозными клетками с проекциями к магноцеллюлярным слоям латерального коленчатого тела и затем к слою 4Cα в V1. Нейроны этой системы более чувствительны к низким пространственным частотам (до 3 цикл/градус) и высоким временным частотам (4—15 Гц), обеспечивая тем самым быстрое проведение информации к нейронам преимущественно дорзального пути [22]. Эти свойства определяют ведущую роль магноцеллюлярных нейронов в обработке информации о глобальной организации стимула [17], а также в процессах «предвнимания» [18, 22].

Парворцеллюлярные каналы представлены мелкими ганглиозными клетками с проекциями к парворцеллюлярным слоям латерального коленчатого тела и затем к слою 4Cβ первичной зрительной коры. Нейроны этой системы более чувствительны к высоким пространственным и низким временным частотам [11, 18], обеспечивая более медленное по сравнению с магноцеллюлярными нейронами проведение информации преимущественно к нейронам вентрального пути [22].

Дефициты ранней сенсорной обработки у больных шизофренией были неоднократно показаны с использованием различных стимулов, отвечающих свойствам нейронов магно- либо парворцеллюлярных каналов. Результаты этих исследований весьма противоречивы. Одни работы свидетельствуют о дисфункции работы магноцеллюлярных зрительных каналов [10, 11, 19, 20, 23, 26], другие — сообщают о повреждении при шизофрении парворцеллюлярных каналов [12] либо о нарушении функций обоих типов каналов [16, 19]. Дисбаланс деятельности магно- и парворцеллюлярных каналов был установлен и при других нарушениях психики человека [5].

Недавние исследования показали, что нарушения ранней визуальной обработки и высших интегративных функций у больных, страдающих шизофренией, могут быть оценены с помощью зрительных геометрических иллюзий [7, 10, 11, 13, 16, 19, 25]. Предполагается, что восприимчивость к иллюзиям больных шизофренией может быть маркером, обнаруживаемым на начальной стадии заболевания, но исчезающим или, наоборот, более выражено проявляющимся с прогрессированием болезни.

Настоящее исследование было предпринято с целью получить данные о функциональном состоянии магно- и парвоцеллюлярных зрительных каналов у лиц, страдающих шизофренией, при предъявлении изображений фигуры, вызывающей иллюзию Мюллера—Лайера, содержащих определенный спектр пространственных частот.

МЕТОДИКА

В качестве стимулов использовали три изображения классической фигуры Мюллера—Лайера — одно без предварительной обработки, т. е. в нефильтрованном виде, и два фильтрованных изображения (рис. 1). Цифровую фильтрацию исходного изображения проводили путем свертки с DoG-функциями — вейвлетами, представляющими собой разность двух гауссиан, с отличающейся в два раза полушириной. Используя вейвлеты разного масштаба (11 и 88 пикселей), получили изображения тестовой фигуры с низкочастотной и высокочастотной составляющей.

Стимулы предъявляли на экране монитора 17" Samsung Samtron 76E (яркость — 90 кд/м², разрешение — 1024/768 пикселей). Отрезок линии с крыльями стрел, направленными внутрь, был референтным. Второй отрезок линии с крыльями стрел, направленными наружу, — тестовым. Длина сравниваемых отрезков составляла 6 см, крыльев — 1.8 см. Угол между отрезками, образующими стрелку, составлял 45 и 135 градусов. Расстояние от испытуемого до монитора было в одном исследовании 68 см, в другом — 530 см. При предъявлении стимула на расстоянии 68 см изображение с низкочастотной составляющей имело центральную частоту 0.42 цикл/градус, с высокочастотной составляющей — 3 цикл/градус. При демонстрации этих же изображений на расстоянии 530 см центральная частота изображения с более низкими частотами равнялась 3.6 цикл/градус, что соответствует средним пространственным частотам. Изображение с высокочастотной составляющей на таком расстоянии имело центральную частоту 22.6 цикл/градус. Угловой размер стимула при предъявлении на расстоянии 530 см составлял 0.69 градуса, на расстоянии 68 см — 5.04 градуса. Все использованные изображения фигуры Мюллера—Лайера имели 100%-ный уровень контраста.

Исследования проводили в помещении с приглушенным естественным освещением. Каждое исследование включало две серии предъявлений. Первоначально на экран монитора выводили нефильтованное изображение фигуры Мюллера—Лайера, далее изображение с

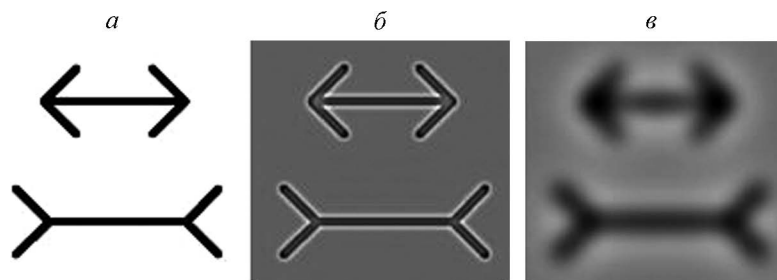


Рис. 1. Изображения фигуры Мюллера—Лайера.

a — обычная стандартная версия фигуры Мюллера—Лайера, *б* — отфильтрованное изображение фигуры Мюллера—Лайера, содержащее спектр высоких пространственных частот, *в* — отфильтрованное изображение, содержащее спектр низких пространственных частот.

высокими пространственными частотами и последним — с низкими пространственными частотами. Повторное предъявление осуществляли в той же последовательности. Ограничения во времени разглядывания стимула отсутствовали.

Измеряли порог компенсации иллюзии неравенства отрезков в фигуре Мюллера—Лайера методом уравнивания [1]. При предъявлении каждого изображения испытуемого просили сравнить длину нижнего и верхнего отрезков. Затем сообщали ему о том, что помощник экспериментатора нажатием кнопки компьютерной «мыши» будет изменять длину нижнего отрезка, задача испытуемого сказать «стоп» как только отрезки, по его мнению, станут равными. Каждый обследуемый проходил пробное, обучающее тестирование. Таким образом, определяли порог компенсации иллюзии неравенства отрезков, который программно рассчитывали по формуле $P = W_1/W_2 \times 100 \%$, где W_1 — длина тестового отрезка в момент, когда у испытуемого возникло ощущение равенства отрезков, W_2 — длина референтного отрезка. Соответственно чем выше порог компенсации иллюзии, тем менее склонен был испытуемый к возникновению иллюзии Мюллера—Лайера.

Для фиксации положения головы испытуемого использовали стандартную лобно-подбородную подставку. Наблюдение осуществляли бинокулярно. Острота зрения испытуемых была нормальной или скорректированной до нормы.

В исследованиях участвовали: 51 психически здоровый испытуемый и 78 пациентов Краевого психоневрологического диспансера г. Красноярска, страдающих шизофренией, с диагнозом F20.0 по классификации МКБ-10. Средний возраст контрольной группы и больных шизофренией был одинаковым — 40 лет. Стандартное отклонение от среднего возраста в контрольной группе составило 14.4 лет, экспериментальной — 13.8 лет. Среди больных шизофренией было 23 пациента, страдающих шизофренией менее 10 лет (2.5 ± 1.5 года), и 55 человек, болеющих более 10 лет. На момент обследования больные получали низкие дозы аминазина, 4 пациента принимали галоперидол. Ни один из них не страдал хроническим алкоголизмом или наркотической зависимостью. Условия проведения исследований соответствовали Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью пакета статистических программ SPSS-13. Проверку выборки на нормальность распределения выполняли с помощью критерия Колмогорова—Смирнова. Для каждой выборки значение критерия было значительно больше 0.05, что указывало на соответствие распределения нормальному виду. Оценку достоверности различий осуществляли с помощью *t*-критерия Стьюдента и критерия *U*-Манна—Уитни в случаях, когда дисперсии сравниваемых групп достоверно отличались.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В целом при предъявлении всех изображений классической фигуры Мюллера—Лайера у лиц, страдающих шизофренией, порог компенсации иллюзии был ниже, чем у психически здоровых наблюдателей (рис. 2). В ответ на изображение без предварительной цифровой обработки пороги компенсации иллюзии составили 73.5 и 88.1 % соответственно ($p < 0.001$); на изображение с высокими пространственными частотами — 72.6 и 89.6 % ($p < 0.001$), со средними пространственными частотами — 75.9 и 87.9 % ($p < 0.001$). При восприятии изображения с низкими пространственными частотами порог компенсации иллюзии у больных шизофренией равнялся 72.7 %, у здоровых испытуемых — 78.1 % ($p < 0.06$). Таким образом, в случае с восприятием изображения фигуры Мюллера—Лайера со спектром низких пространственных частот различия между больными шизофренией и здоровыми наблюдателями были минимальными — 5.4 %.

Обращает внимание тот факт, что здоровые испытуемые по-разному воспринимали изображение с низкими и более высокими пространственными частотами. Порог компенсации иллюзии, возникающей при восприятии изображения со спектром низких частот, был достоверно ниже, чем при восприятии изображений со средними и высокими пространственными частотами ($p < 0.001$). В то же время среди лиц, страдающих шизофренией, пороги компенсации иллюзии, возникающей при предъявлении любого из изображений, не отличались. Таким об-

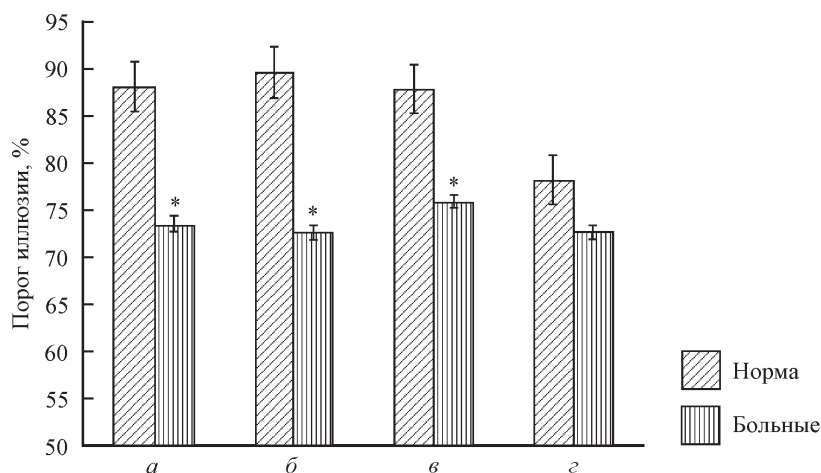


Рис. 2. Иллюзия Мюллера-Лайера у психически здоровых и больных шизофренией.

По оси x — используемые изображения; a — обычная стандартная версия фигуры Мюллера-Лайера; $б$ — изображение фигуры Мюллера-Лайера, полученное путем вейвлетной фильтрации, содержащее спектр высоких пространственных частот (центральная частота 23 цикл/градус); $в$ — изображение со спектром средних пространственных частот (центральная частота 3 цикл/градус); $г$ — изображение со спектром низких пространственных частот (центральная частота 0.42 цикл/градус). Вертикальные линии у каждого столбца — величина стандартной ошибки. Звездочками обозначены столбцы с достоверными отличиями между пациентами и группой контроля.

разом, больные шизофренией одинаково воспринимали все предъявляемые изображения.

При сравнительном анализе порогов компенсации иллюзии Мюллера—Лайера у здоровых испытуемых и лиц, страдающих шизофренией с разной длительностью заболевания, установлено следующее (рис. 3). Порог компенсации иллюзии у больных шизофренией, страдающих психическим расстройством менее 10 лет, был ниже, чем у здоровых испытуемых, при предъявлении нефигурного изображения фигуры Мюллера—Лайера и фильтрованных изображений с

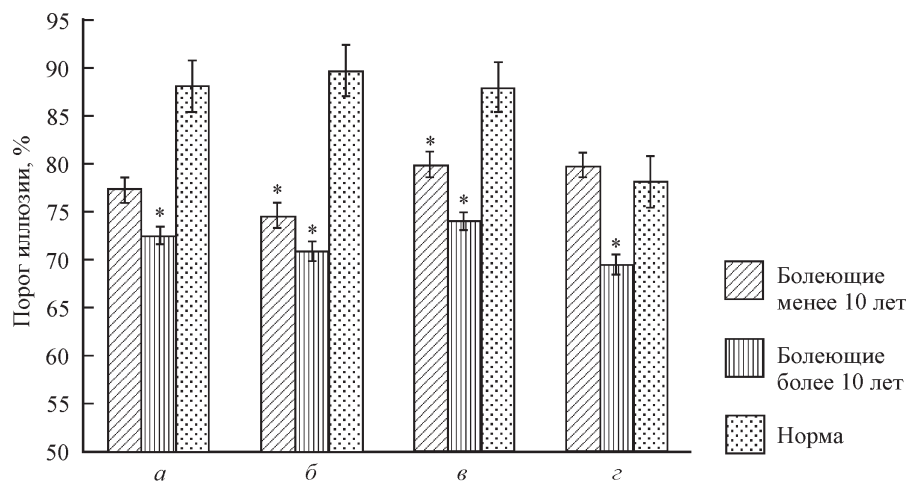


Рис. 3. Иллюзия Мюллера-Лайера у пациентов с разной длительностью заболевания.

Обозначения те же, что и на рис. 2.

высокими и средними пространственными частотами ($p < 0.001$). Однако изображение с низкими пространственными частотами они воспринимали так же, как здоровые испытуемые ($p = 0.9$). Больные, страдающие шизофренией более 10 лет, при предъявлении всех изображений фигуры Мюллера—Лайера демонстрировали порог компенсации иллюзии ниже, чем у психически здоровых, и соответственно были более склонны к данной иллюзии, чем здоровые испытуемые.

Порог компенсации иллюзии при предъявлении нефильтрованного изображения составлял 77.3 % у болеющих менее 10 лет и 72.5 % — у болеющих более продолжительное время ($p < 0.04$). В ответ на изображение с высокочастотной составляющей больные, страдающие шизофренией непродолжительное время, демонстрировали порог компенсации иллюзии равный 74.5 %, болеющие более 10 лет — 70.8 % ($p = 0.3$); со спектром средних частот — 79.9 и 74 % ($p = 0.06$) и на изображение со спектром низких пространственных частот 79.8 и 69.4 % ($p = 0.02$) соответственно. Таким образом, больные шизофренией с разной длительностью заболевания по-разному воспринимали изображения с низкочастотной составляющей.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Результаты настоящего исследования свидетельствуют о нарушениях сенсорной обработки у больных шизофренией, а также демонстрируют влияние длительности заболевания на объективность зрительного восприятия размера. Больные шизофренией более чувствительны к иллюзии Мюллера—Лайера, чем психически здоровые испытуемые. Однако склонность больных шизофренией к данной иллюзии отличается на ранних этапах клинических проявлений и при длительной продолжительности заболевания. Пациенты, страдающие шизофренией относительно непродолжительное время (2.5 ± 1.5 года), достоверно более чувствительны к иллюзии при предъявлении фильтрованных изображений фигуры Мюллера—Лайера, содержащих высокие пространственные частоты, тогда как здоровые испытуемые — при предъявлении изображений с низкими пространственными частотами. Больные, страдающие шизофренией продолжительное время, демонстрируют большую склонность к иллюзии при предъявлении всех типов изображений фигуры Мюллера—Лайера. По нашему мнению, зафиксированные различия являются свидетельством того, что на ранних этапах клинических проявлений шизофрении наблюдается нарушение работы парвоцеллюлярных зрительных каналов с сохранением таковой магноцеллюлярных каналов, дисфункция которых отмечается у лиц, страдающих шизофренией продолжительное время.

Результаты предпринятого исследования согласуются с данными немногочисленных работ, демонстрирующих нарушение при шизофрении функций как парвоцеллюлярных, так и магноцеллюлярных зрительных каналов [14, 16]. J. Kantowitz и соавт. [16] в своих исследованиях показал, что больные шизофренией более склонны к иллюзии Мюллера—Лайера. При оценке контрастной чувствительности у этих же пациентов авторы обнаружили следующее. При кратковременном предъявлении (32 мс) решеток с синусоидальным изменением светимости наибольшие дефициты контрастной чувствительности наблюдались при восприятии низких пространственных частот (0.5 цикл/градус). При долговременном предъявлении (более 500 мс), наоборот, в большей степени было изменено восприятие решеток со средними (7 цикл/градус) и высокими (21 цикл/градус) пространственными частотами. Такой же эффект был отмечен в условиях наблюдения элементов Габора при их динамическом и статическом предъявлении больным шизофренией [19].

Гипотетически обнаруженные нами различия между группами пациентов с разной длительностью заболевания могут быть связаны с нарушением при шизофрении познавательных процессов. Согласно данным исследования M. Green и

соавт. [15], около 80 % больных шизофренией демонстрируют дисфункцию познавательных процессов, в первую очередь внимания, рабочей памяти, моторной функции, регуляции исполнительных функций. R. Vuchanap и соавт. [9] определили, что познавательные дефициты хорошо коррелируют с клиническими признаками, тяжестью и продолжительностью болезни. Познавательные дисфункции присутствуют на всех стадиях психоза, а также у лиц с высоким риском развития шизофрении и родственников первой линии. В соответствии с результатами многочисленных исследований, представленных в обзоре [28], нарушение познавательных функций при шизофрении не является следствием положительных или отрицательных признаков, интеллектуального дефицита или влияния антипсихотического лечения. Возможно, что дефициты в ранней сенсорной обработке, в частности рассогласование в функционировании магноцеллюлярной и парвоцеллюлярной зрительных систем, проявляются прежде, чем станут заметны дефициты познавательных функций при шизофрении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что пациенты с начальной стадией клинических проявлений шизофрении и испытуемые контрольной группы одинаково воспринимали изображения со спектром низких пространственных частот. Однако при предъявлении изображений со спектром высоких пространственных частот склонность к иллюзии Мюллера—Лайера была выше у больных шизофренией. Полученные данные интерпретируются как свидетельство нарушения на стадии ранних клинических проявлений шизофрении работы парвоцеллюлярных зрительных каналов с сохранением функций магноцеллюлярных каналов. В то же время пациенты, страдающие шизофренией продолжительное время, были более склонны к иллюзии при предъявлении всех изображений фигуры Мюллера—Лайера. Это, по нашему мнению, свидетельствует о нарушении работы как парвоцеллюлярных, так и магноцеллюлярных зрительных каналов.

Влияние длительности заболевания на изменение чувствительности к иллюзии может быть связано как с динамикой процесса, так с длительностью медикаментозного лечения.

Работа выполнена при поддержке Сибирского федерального университета и Красноярского государственного медицинского университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Грегори Р. Глаз и мозг: психология зрительного восприятия. М. Прогресс. 1970.
- [2] Шевелев И. А. Динамика зрительного сенсорного сигнала. М. Наука. 1971.
- [3] Шелепин Ю. Е. Фильтрационные свойства рецептивных полей нейронов зрительной коры. Докл. АН СССР. 261(6): 1506—1509. 1981.
- [4] Шелепин Ю. Е., Колесникова Л. Н., Левкович Ю. И. Визоконтрастометрия. Л. Наука. 1985.
- [5] Шелепин Ю. Е., Рудой И. С. Метод наркопсихотерапии больных алкоголизмом. СПб.: ВМА, 1997.
- [6] Шошина И. И., Пронин С. В., Шелепин Ю. Е. Влияние предварительной фильтрации изображения на пороги различения длины отрезков в условиях иллюзии Мюллера—Лайера. Эксперим. психология. 4: 16—24. 2010.
- [7] Шошина И. И., Перевозчикова И. Н., Пронин С. В., Шелепин Ю. Е., Конкина С. А., Бендера А. П. Особенности восприятия длины отрезков в условиях иллюзии Понцо и Мюллера—Лайера при шизофрении. Журн. высш. нервн. деятельности. 61(6): 1—9. 2011.
- [8] Bar M., Kassam K. S., Ghuman A. S. Top-down facilitation of visual recognition. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 103: 449—454. 2006.

- [9] *Buchanan R. W., Koepl P., Breier A.* Stability of neurological signs with clozapine treatment. *Biol. Psychiatry.* 36 (3): 198—200. 1994.
- [10] *Butler P., Martinez A., Foxe J., Kim D.* Subcortical visual dysfunction in schizophrenia drives secondary cortical impairments. *Brain.* 130: 417—430. 2007.
- [11] *Butler P. D., Silverstein S. M., Dakin S. C.* Visual perception and its impairment in schizophrenia. *Biol. Psychiatry.* 64: 40—47. 2008.
- [12] *Chen Y., Palafox G. P., Nakayama K.* Motion perception in schizophrenia. *Arch. Gen. Psychiatry* 1999. 56: 149—154.
- [13] *Dakin S. C., Carlin P., Hemsley D.* Weak suppression of visual context in chronic schizophrenia. *Current Biology.* 15: R822—R824. 2000.
- [14] *Doniger G. M., Foxe J. J., Murray M. M., Higgins B. A., Javitt D. C.* Impaired visual object recognition and dorsal/ventral stream interaction in schizophrenia. *Arch. Gen. Psychiatry.* 59: 1011—1020. 2002.
- [15] *Green M., Olivier B.* Social cognition in schizophrenia: Recommendations from the measurement and treatment research to improve cognition in schizophrenia new approaches conference. *Schizophr. Bull.* 31: 882—887. 2005.
- [16] *Kantrowitz J. T., Butler P. D., Schechter I., Silipo G., Javitt D. C.* Seeing the world dimly: the impact of early visual deficits on visual experience in Schizophrenia. *schizophr. Bull.* 35 (6): 1085—1094. 2009.
- [17] *Kaplan E.* The primate retina contains two types of ganglion cells, with high and low contrast sensitivity. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 83: 2755—2757. 1986.
- [18] *Kerri S., Antal A., Szekeres G., Benedek G.* Spatiotemporal visual processing in schizophrenia. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 14: 190—196. 2002.
- [19] *Kim D., Wylie G., Pasternak R., Butler P. D.* Magnocellular contributions to impaired motion processing in schizophrenia. *Schizophr. Res.* 82: 1—8. 2006.
- [20] *Kiss I., Janka Z., Benedek G., Keri S.* Spatial frequency processing in schizophrenia: trait or state marker? *J. Abnorm. Psychol.* 115: 636—638. 2006.
- [21] *Kveraga K., Boshyan J., Bar M.* Magnocellular projections as the trigger of top-down facilitation in recognition. *J. Neurosci.* 27: 13232—13240. 2007.
- [22] *Merigan W. H., Maunsell J. H. R.* How parallel are the primate visual pathways? *Ann. Rev. Neuroscience.* 16: 369—402. 1993.
- [23] *O'Donnell B., Potts G., Nestor P., Stylianopoulos K.* Spatial frequency discrimination in schizophrenia. *J. Abnorm. Psychol.* 111(4): 620—625. 2002.
- [24] *Parnas J., Vianin P., Saebye D.* Visual binding abilities in the initial and advanced stages of schizophrenia. *Acta Psychiatr. Scand.* 103: 171—180. 2001.
- [25] *Pessoa V. F., Monge-Fuentes V., Simon C. Y., Saganuma E.* The Muller—Lyer illusion as a tool for schizophrenia screening. *Rev. Neurosci.* 19: 91—100. 2008.
- [26] *Schechter I., Butler P., Zemon V., Revheim N.* Impairments in generation of early-stage transient visual evoked potentials to magno- and parvocellular-selective stimuli in schizophrenia. *Clin. Neurophysiol.* 116: 2204—2215. 2005.
- [27] *Shapley R.* Parallel cortical channels. In: *Application of parallel processing in vision.* Ed Brannan J. R. Amsterdam. North-Holland. 3—36. 1992.
- [28] *Shrivastava A., Johnston M.* Cognitive neurosciences: A new paradigm in management and outcome of schizophrenia. *Ind. J. Psychiatry.* 52(2): 100—105. 2010.

Поступила 25 XI 2011
После доработки 9 IV 2012