

Современный мир, так называемую информационную эпоху, характеризует все более возрастающая скорость передачи информации, увеличение ее объема, лавинообразность, порой и агрессивность, а так же отсутствие каких-либо адекватных инструментов контроля над ее движением. Появляются такие феномены как «клиповое сознание» и информационная перегрузка. Иными словами, информации много, она легкодоступна, а механизмы ее систематизации и рефлексии у людей не развиты. В такой ситуации, пожалуй, ведущую роль, в том числе для психического здоровья, приобретают механизмы фильтрации информации, а также такие свойства внимания, как избирательность и концентрация. В ряде исследований (Cromwell, H.C., Freedman, R., Adler, L.W. и др.) описан синдром дефицита сенсорного регулирования у больных шизофренией. При таком нарушении снижается способность мозга подавлять ответы на слабые, нерелевантные стимулы. Больные становятся легковозбудимыми и не могут сконцентрировать своё внимание, снижается избирательность, степень помехоустойчивости деятельности.

Исследование природы нарушений сенсорно-когнитивной сферы при шизофрении привлекает все больше внимания ученых самых разных областей наук, и, если большинство более ранних работ было направлено на изучение когнитивных нарушений, то в настоящее время отмечается всплеск интереса к исследованию характера и природы сенсорно-перцептивных дисфункций при шизофрении. Этот интерес определяется пониманием связи между когнитивными и сенсорно-перцептивными нарушениями, а также тем, что клинические обследования должны включать в себя тесты, направленные на оценку сенсорных нарушений. Кроме того, понимание характера сенсорных дефицитов может обеспечить понимание механизмов патологии шизофрении, которые до сих пор не до конца определены.

Важнейшими факторами, ограничивающими восприятие сигнала в пороговых условиях, является внешняя помеха и внутренний шум зрительной системы. Внешняя помеха присутствует всегда, даже если тестовое изображение предъявляется на однородном фоне без специальных добавочных мешающих восприятию фрагментов изображения. Это фотонный шум, величина которого меняется в зависимости от яркости стимула и фона. Помимо внешнего шума, фактором, ограничивающим восприятие, является шум внутренний. Внутренний шум – это собирательное понятие, так как имеются различные его источники. Внутренний шум присутствует во всех звеньях зрительной системы. Различают шум первичных звеньев и шум высших отделов – шум памяти.

Выбранное нами направление исследований является актуальным для решения фундаментальных проблем распознавания зрительных образов, анализа работы каналов, осуществляющих первичную фильтрацию, и для решения задач клинической медицины, диагностики и мониторинга неврологических заболеваний.

Результаты, а также метод данного исследования также может быть полезен для исследователей, занимающихся изучением состояния двух основных проводящих систем головного мозга, несущих информацию в зрительные центры: магно- и парвоцеллюлярных систем, обеспечивающих принятие решения. Магноцеллюлярный путь (через теменную долю) обеспечивает регистрацию движения объектов, восприятие пространственной глубины и определение пространственных отношений между объектами. Парвоцеллюлярный путь (через нижние височные доли) служит для анализа информации о контурах объекта и линейной ориентации его деталей. Поскольку

магноцеллюлярная система наиболее чувствительна к уровню внутреннего шума, повышенный уровень шума приведет к ее повреждению. Так, в случае подтверждения гипотезы о повышенном уровне внутреннего шума у пациентов, можно делать выводы о состоянии магноцеллюлярного проводящего пути и работать с ним. Например, с практической точки зрения, возможна разработка способов тренировки магноцеллюлярной системы пациентов. Улучшение ее состояния облегчит состояние пациентов – будет способствовать лучшему принятию решений и, следовательно, увеличению способности к фильтрации и повышению помехоустойчивости деятельности и восприятия.

Измерения внутреннего шума осуществляют косвенно как эквивалентного. Способность сенсорных систем нормально функционировать при наличии помех называется помехоустойчивостью системы. Чем меньше отличается выходной сигнал от входного сигнала при наличии тех или иных помех, тем большей помехоустойчивостью обладает система. Под помехой понимается любой дестабилизирующий фактор, действующий на сигнал и вызывающий потерю информации.

Так как одним из положений разрабатываемой гипотезы о природе функциональных нарушений зрительного восприятия при шизофрении является повышение уровня внутреннего шума в результате рассогласования работы магно- и парвоцеллюлярной систем было предпринято настоящее исследование. Цель настоящего исследования – определить уровень внутреннего шума первичных отделов зрительной системы при шизофрении.

Гипотеза – у больных шизофренией по сравнению с психически здоровыми испытуемыми повышен уровень внутреннего шума.

Объекты исследования – психически здоровые испытуемые и больные шизофренией.

Предмет исследования – помехоустойчивость.

#### МЕТОДИКА

С помощью компьютерной программы на экран монитора выводили белые на черном фоне стилизованные изображения колец Ландольта разного размера с величиной разрыва кольца: 4, 8, 12, 16, 20, 28, 36, 60 и 100 пикселей с наложением шума и без такового. Задача испытуемого состояла в том, чтобы различить место нахождения разрыва кольца (справа, слева, сверху или снизу). Регистрировали вероятность правильного ответа при предъявлении опто типов без шума и с наложением шума разного качества и количества. Использовали шум двух видов: фиксированный, при котором размер элементарной помехи составлял 4\*4 пикселя, и процентный, при котором размер элементарной помехи равнялся 25% от величины разрыва кольца. Количество накладываемого шума в каждом случае составляло 30% и 40%. Количество повторов предъявления опто типов разного размера равнялось 5. Время рассматривания изображений не ограничивали. Чем меньше вероятность правильного ответа, тем ниже помехоустойчивость, что, в свою очередь, свидетельствует о повышенном уровне внутреннего шума. Каждый испытуемый проходил пробное тестирование, чтобы убедиться в том, что он понял поставленную перед ним задачу. Чтобы снизить сложность задачи и свести к минимуму возможные ошибки, нажатие кнопки, соответствующей ответу испытуемого, выполнял исследователь.

В исследовании участвовали 41 условно психически здоровый испытуемый и 56 пациентов Красноярского краевого психоневрологического диспансера (8 мужчин) с диагнозом параноидная шизофрения. Среди пациентов, страдающих шизофренией, 22 пациента наблюдались амбулаторно и получали поддерживающее лечение низкими и средними дозами соответствующих препаратов, 34 пациента (все женщины) проходили курс лечения в стационаре и находились уже в относительно стабильном состоянии, готовились к выписке. Пациенты, наблюдавшиеся амбулаторно, находились в разной стадии ремиссии. Средний возраст контрольной группы (условно психически здоровых

испытуемых) составил  $36,0 \pm 12,4$  лет, пациентов, страдающих шизофренией, –  $36,2 \pm 10,7$  лет.

Группа пациентов, наблюдавшихся амбулаторно, состояла из 22 человек из них 8 мужчин. Общей клинической чертой пациентов являлось наличие в различной степени выраженных негативных симптомов при отсутствии явной продуктивной симптоматики и без сопутствующей органической патологии. Средний возраст пациентов, наблюдавшихся амбулаторно, составил  $40,7 \pm 9,9$  лет, длительность болезни –  $9,7 \pm 5,8$  лет. Пациенты получали низкие и средние дозы нейролептиков.

Группа пациентов, получавших лечение в стационаре, состояла из пациентов с первым психотическим эпизодом (10 человек) и хронически больных шизофренией – 24 человека. Средний возраст пациентов с первым психотическим эпизодом составил –  $34,8 \pm 9,5$  лет, длительно болеющих –  $38,5 \pm 10,4$  лет. Средняя продолжительность болезни в первой группе –  $1,1 \pm 0,6$  лет, во второй группе –  $13,2 \pm 7,1$  лет.

Исследования проводили в затемненном помещении. Расстояние от монитора до испытуемого составляло 5 метров. Разрешение экрана размером 11 дюймов составляло  $1024 * 600$  пикселей, частота обновления – 60 Гц. Наблюдение осуществляли бинокулярно. Острота зрения всех испытуемых, участвовавших в исследовании, была нормальной или скорректированной до нормы. Условия проведения исследований соответствовали Хельсинкской декларации всемирной медицинской ассоциации. Статистическую обработку данных осуществляли с помощью критерия Манна-Уитни пакета статистических программ SPSS-13.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ

Установлено, что в условиях отсутствия шума (помехи) средний показатель вероятности правильного ответа при различении местоположения разрыва кольца Ландольта в контрольной группе равен  $0,91 \pm 0,23$ , у пациентов, страдающих шизофренией, –  $0,87 \pm 0,29$ . Достоверность различий  $p=0,1$ , что позволяет говорить об отсутствии различий при восприятии опто типов без добавления шума. Следует отметить, что при предъявлении опто типов без помехи, при величине разрыва кольца 4 пикселя (самый маленький опто тип), вероятность правильного ответа была невысокой, как в группе контроля – 0,43, так и у пациентов – 0,35. При предъявлении больших опто типов и соответственно больших по размеру разрывов кольца, вероятность правильного ответа увеличивалась, приближаясь к 1,0. Резкое повышение вероятности правильных ответов наблюдалось при увеличении размера опто типов, и соответственно, величины разрыва кольца, от 4 до 12 пикселей. Причем только при размере разрыва кольца – 8 пикселей пациенты, страдающие шизофренией, демонстрировали достоверно меньшую вероятность правильного ответа, чем группа контроля ( $p=0,001$ ). При размерах разрыва кольца от 12 до 100 пикселей вероятность правильного ответа оставалась на одном и том же уровне у обеих групп испытуемых. Таким образом, можно сделать вывод в целом об отсутствии различий в остроте зрения испытуемых контрольной группы и пациентов, страдающих шизофренией.

При наложении помехи распознавание опто типов всех размеров ухудшалось. При этом играло роль качество помехи. При использовании 30% уровня внешнего шума с размером элементарной помехи в 25% от величины разрыва кольца установлено следующее. Средний показатель вероятности правильного ответа в группе контроля составил  $0,71 \pm 0,29$ , тогда как у пациентов, страдающих шизофренией, –  $0,60 \pm 0,28$ . В обеих группах наблюдалось резкое повышение вероятности правильных ответов при увеличении размеров разрыва кольца от малых до средних величин – от 4 до 12-16 пикселей ( $p=0,0006$ ). Однако у пациентов, страдающих шизофренией, успешность опознания была достоверно ниже, чем в группе контроля при средних и больших размерах разрыва кольца – 12 пикселей ( $p=0,01$ ), 20 ( $p=0,01$ ), 28 ( $p=0,04$ ), 36 ( $p=0,001$ ) и 60 пикселей ( $p=0,005$ ). Следует отметить, что у пациентов, страдающих шизофренией, успешность опознания нарастала только при увеличении размеров разрыва до 16 пикселей, после чего

практически не изменялась ( $p=0,3$ ), тогда как в группе контроля продолжала возрастать ( $p=0,01$ ).

Увеличение количества внешнего шума с таким же размером элементарной помехи до 40% привело к резкому снижению вероятности правильного ответа в обеих группах испытуемых ( $p<0,0001$ ) и изменению хода кривых. В этом случае средний показатель вероятности правильного ответа (помехоустойчивости) в группе контроля составил  $0,46\pm 0,27$ , у пациентов, страдающих шизофренией, –  $0,42\pm 0,24$ . При любых размерах опто типа и соответственно размерах разрыва кольца Ландольта пациенты, страдающие шизофренией, демонстрировали практически такую же вероятность правильного ответа, что и испытуемые группы контроля. Характер кривой зависимости вероятностей правильных ответов испытуемых от размера разрыва кольца Ландольта у обеих групп был однородным, как для маленьких, так и для больших по размеру опто типов. Кроме того, увеличение размера опто типа и соответственно величины разрыва кольца не приводило к повышению успешности различения местоположения разрыва, как в группе контроля, так и у пациентов, страдающих шизофренией ( $p>0,5$ ).

Изменение качества накладываемого шума оказывало влияние на успешность различения местоположения разрыва кольца Ландольта. Средний показатель вероятности правильного ответа при 30% уровне шума с фиксированным размером элементарной помехи в группе контроля составил  $0,78\pm 0,29$ , у пациентов, страдающих шизофренией, –  $0,71\pm 0,35$ . В этом случае пациенты, страдающие шизофренией, демонстрировали достоверное снижение, по сравнению с контролем, вероятности правильного ответа при ширине разрывов кольца 12 пикселей ( $p=0,007$ ), 16 ( $p=0,02$ ) и 20 пикселей ( $p=0,009$ ). Ход кривых, отражающих изменение успешности опознания с увеличением размеров разрыва кольца, в группе контроля и пациентов с шизофренией не отличался. Обращает внимание, что при использовании 30% уровня шума с фиксированным размером помехи, по сравнению с размером элементарной помехи в 25% от величины разрыва кольца, при больших размерах опто типов вероятность правильных ответов достигала 1,0 в обеих группах.

Увеличение количества внешнего шума такого же качества до 40% привело к изменению хода кривых, отражающих изменение успешности опознания с увеличением размеров разрыва кольца. При размерах разрыва от 4 до 20 пикселей в группе контроля и до 28 пикселей у пациентов, страдающих шизофренией, вероятность правильного ответа практически не изменялась. Однако при предъявлении опто типов большого размера успешность опознания резко увеличивалась, достигая 1,0 у обеих групп испытуемых. Достоверные отличия в успешности опознания между группой контроля и пациентами, страдающими шизофренией, наблюдались при размерах разрыва кольца 12 пикселей ( $p=0,003$ ), 28 ( $p=0,001$ ) и 36 пикселей ( $p=0,001$ ). При этом больные шизофренией были менее успешны, чем представители группы контроля. Средний показатель вероятности правильного ответа при 40% уровне шума с фиксированным размером помехи в группе контроля составил  $0,60\pm 0,32$ , у пациентов, страдающих шизофренией, –  $0,52\pm 0,32$ .

Таким образом, наиболее выраженное снижение помехоустойчивости у пациентов, страдающих шизофренией, по сравнению с условно психически здоровым контролем, зафиксировано при предъявлении опто типов с наложением 30% уровня шума с размером элементарной помехи 25% от величины разрыва кольца Ландольта. Результаты проведенного исследования позволяют сделать вывод о повышении уровня внутреннего шума и соответственно снижении помехоустойчивости при шизофрении. Повышение при шизофрении уровня внутреннего шума рассматривается нами как результат рассогласования работы парвоцеллюлярных и магноцеллюлярных каналов обработки информации.

Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что как в норме, так и при шизофрении наложение на изображение стимула 30% и 40% помехи приводит к достоверному снижению правильности ответов, соответственно остроты зрения при

распознавании местоположения разрыва кольца Ландольта. С увеличением внешней помехи до 40% внешний шум накладывается на внутренний, сигнал заглушается, и распознавание затрудняется. То есть внутренний шум является фундаментальным ограничением восприятия. В своем исследовании мы не использовали больше, чем 40% уровень шума, так как данные литературы свидетельствуют о том, что при помехе в 50% вероятность правильных ответов для бинокулярного зрения соответствует уровню случайного гадания – 0,25.

Настоящая работа является продолжением исследований, выполненных нашими отечественными учеными еще в 1998-1999 гг. – Р.Е. Данько с соавторами. Это исследования, построенные на модели согласованной фильтрации в зрительной системе человека, основанной в свою очередь на теории статистических решений. Авторами было установлено, что здоровый человек различает простые фигуры на фоне случайного шума почти так же, как оптимальный наблюдатель, однако существуют определенные различия. Для описания этих различий Н. Barlow ввел понятие эффективного наблюдателя. Эффективность является мерой расхождения между экспериментальными результатами, полученными в задаче опознания объектов, и результатами, полученными согласно компьютерной модели идеального наблюдателя. Эффективность опознания может указывать на функциональное состояние зрительной системы, способности опознания объектов и принятия решения, а также состояние отдельных компонентов зрительного анализатора в соответствии с моделью согласованной фильтрации. Поэтому крайне заманчиво в настоящее применение этого подхода к изучению нарушений зрительного восприятия при нейродегенеративных заболеваниях и психопатологии.

#### Список литературы:

1. Шошина И.И., Шелепин Ю.Е. Контрастная чувствительность у больных шизофренией с разной длительностью заболевания. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2013.
2. Шошина И.И., Шелепин Ю.Е., Конкина С.А., Пронин С.В., Бендера А.П. Исследование парвоцеллюлярных и магноцеллюлярных зрительных каналов в норме и при психопатологии. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2012.
3. Butler PD, Javitt DC Early-stage visual processing deficits in schizophrenia. *Curr Opin Psychiatry* 2005.
4. Красильников Н.Н., Шелепин Ю.Е. Частотно-контрастная характеристика зрительной системы при наличии помех. *Физиология человека*. 1996.
5. Муравьева С.В., Шустов Е.Б., Соколов Н.Д., Черных А.В., Пронин С.В., Хороших В.В., Иванова В.Ю., Шелепин Ю.Е. Исследование бинокулярной и монокулярной остроты зрения в условиях помехи. Сборник трудов 9-й Международной конференции «Прикладная оптика-2010». СПб. 2010. С. 350–354.