

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ОРИЕНТАЦИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ УЗНАВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИЦ КАК ПРЕДИКТОРЫ СИМПТОМОВ ПЕЧЕНОЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ У ПОДРОСТКОВ

В. Б. Никишина, Е. А. Петраш ✉, Е. Я. Энгель, И. А. Симоненко, Е. Д. Шагина

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н. И. Пирогова, Москва, Россия

Функциональная оценка изменений высших психических функций при интоксикационном воздействии, а также в процессе лечения позволит выявить предикторы симптомов печеночной энцефалопатии при портальной гипертензии. Цель работы — определить диагностические предикторы выявления наиболее ранних симптомов печеночной энцефалопатии у подростков с портальной гипертензией. В исследовании участвовали 60 подростков 13–17 лет, 28 человек — мужского пола, 32 человека — женского пола. В экспериментальную группу вошли 30 подростков с диагнозом K76.6 «Портальная гипертензия» без уточнения формы. В контрольную группу вошли 30 подростков с нормативным соматическим статусом без психических, церебрально-травматических и тяжелых инфекционных заболеваний головного мозга (по результатам заключений ежегодной диспансеризации). Исследовательские группы уравнивали по полу, возрасту и социальному статусу. Использовали авторскую методику и программно-аппаратный комплекс Tobii EyeX (ПО «GazeControl»), а также Кембриджский тест запоминания лиц для детей (CFMT-C). Установлено, что узнавание единичных, множественных, множественных зашумленных изображений лиц подростками с портальной гипертензией сопровождается большими усилиями (проявляющимися в увеличении как числа фиксации взгляда, так и их продолжительности), чем подростками с нормативным соматическим статусом. Точность узнавания единичных, множественных и множественных зашумленных изображений лиц при токсическом влиянии при проявлении печеночной энцефалопатии у подростков с портальной гипертензией значительно снижается по сравнению с подростками с нормативным соматическим статусом. Полученные результаты можно рассматривать в качестве диагностических предикторов, позволяющих отслеживать изменение выраженности симптомов печеночной энцефалопатии на разных этапах лечения (в том числе после оперативного вмешательства).

**Ключевые слова:** узнавание изображений лиц, портальная гипертензия, печеночная энцефалопатия, глазодвигательные реакции, фиксации взгляда

**Вклад авторов:** все авторы внесли равнозначный вклад в работу и написание статьи.

**Соблюдение этических стандартов:** исследование одобрено этическим комитетом РНИМУ им. Н. И. Пирогова (протокол № 229 от 15 мая 2023 г.), проведено в соответствии с требованиями Основ законодательства «Об охране здоровья граждан»; все участники подписали добровольное информированное согласие на обследование.

✉ **Для корреспонденции:** Екатерина Анатольевна Петраш  
ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117997, Россия; petrash@mail.ru

**Статья получена:** 11.03.2024 **Статья принята к печати:** 17.04.2024 **Опубликована онлайн:** 30.04.2024

**DOI:** 10.24075/vrgmu.2024.015

## SPATIAL ORIENTATION PARAMETERS OF FACE IMAGE RECOGNITION AS PREDICTORS OF LIVER FAILURE SYMPTOMS IN ADOLESCENTS

Nikishina VB, Petrash EA ✉, Engel EYa, Simonenko IA, Shagina ED

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Functional assessment of higher mental functions in case of intoxication or during treatment will make it possible to identify predictors of the symptoms of hepatic encephalopathy associated with portal hypertension. The study was aimed to determine the diagnostic predictors of the emergence of the earliest symptoms of hepatic encephalopathy in adolescents with portal hypertension. The study involved 60 adolescents aged 13–17 years: 28 males, 32 females. The experimental group included 30 adolescents with the diagnosis K76.6 Portal hypertension, unspecified form. The control group included 30 adolescents with normal somatic status, who had no mental disorders, traumatic brain injuries or severe infectious diseases of the brain (based on the records of the annual check-up). The studied groups were matched by sex, age, and social status. The proprietary method, Tobii EyeX hardware and software system (GazeControl software), and Cambridge Face Memory Test for Children (CFMT-C) were used. It has been found that recognition of single face images, multiple face images, and multiple face images camouflaged with noise by adolescents with portal hypertension is associated with the greater efforts (manifested in the increased number and duration of gaze fixations), than recognition of the above by adolescents with normal somatic status. The accuracy of recognition of single face images, multiple face images, and multiple face images camouflaged with noise shown by adolescents with portal hypertension experiencing the toxic effects associated with manifestations of hepatic encephalopathy is significantly reduced compared to that shown by adolescents with normal somatic status. The results obtained can be considered as the diagnostic predictors allowing one to trace the changes in the hepatic encephalopathy severity at various stages of treatment (including after surgical intervention).

**Keywords:** face image recognition, portal hypertension, hepatic encephalopathy, oculomotor reactions, gaze fixation

**Author contribution:** the authors contributed to the study and manuscript writing equally.

**Compliance with ethical standards:** the study was approved by the Ethics Committee of the Pirogov Russian National Research Medical University (protocol № 229 dated 15 May 2023) and conducted in accordance with the requirements of the Fundamentals of the Legislation on the Protection of Citizens' Health; all participants submitted the informed consent to examination.

✉ **Correspondence should be addressed:** Ekaterina A. Petrash  
Ostrovityanova, 1, Moscow, 117997, Russia; petrash@mail.ru

**Received:** 11.03.2024 **Accepted:** 17.04.2024 **Published online:** 30.04.2024

**DOI:** 10.24075/brsmu.2024.015

Для поиска предикторов симптомов печеночной энцефалопатии при портальной гипертензии необходима функциональная оценка изменений высших психических функций как при условии интоксикационного воздействия,

так и в процессе лечения, на разных его этапах (в том числе после оперативного лечения).

Зрительное восприятие — это совокупность процессов построения зрительного образа окружающего

мира. Оно включает в себя различные структурные компоненты: произвольность, целенаправленность, зрительно-моторные координации, навыки зрительного обследования, аналитико-синтетическую деятельность зрительного анализатора, объем, константность восприятия. От развития зрительного восприятия зависит становление функций внимания, речи, интеллекта. При этом зрительный гнозис можно разделить на следующие подвиды: предметный, симультанный, цветовой и лицевой гнозис. Лицевой гнозис в свою очередь отражает процесс идентификации лиц.

Изменения, происходящие в этой системе под влиянием морфологических и иных факторов, являются существенным индикатором и одновременно задачей функционально-восстановительного обучения. При целом ряде соматических заболеваний, которые, казалось бы, не специфичны для мозговых нарушений, происходит выраженное нейротоксическое воздействие, влияющее на функционирование структур головного мозга.

Решая проблему спецификации гностических особенностей у подростков с печеночной энцефалопатией, мы проанализировали показатели распространенности печеночных заболеваний в России и обнаружили, что по данным на 2016 г. рассматриваемому классу болезней были подвержены 950 человек на 100 000 населения [1], при этом печеночная энцефалопатия разной степени выраженности развивается у 60–70% пациентов с хроническими заболеваниями печени [2]. Следует также отметить, что в России среди детей до 14 лет в сравнении со всем населением по данным, полученным с 2007 по 2016 г., наблюдается преобладание заболеваемости детей над взрослыми в 1,6 раз по ряду печеночных болезней [3]. При этом в ходе развития печеночной недостаточности демонстрируется интоксикационное воздействие в отношении нервной системы, имеющее генерализованный характер [4], который затрагивает заднюю ассоциативную область [5], отвечающую за реализацию функции лицевого гнозиса, один из периодов наиболее выраженного роста и дифференцировки которой приходится на возраст 15–16 лет [6].

В ходе оценки исследовательского интереса в рамках изучения узнавания лиц, а также влияющих на это пространственно-ориентационных факторов, был проведен библиометрический анализ по наукометрической базе eLibrary. Глубина анализа составила 10 лет (2013–2023 гг.). Полученные результаты свидетельствуют о недостаточной разработанности данной тематики: число публикаций за указанный период колеблется в границах 1–3 научные работы в год. Таким образом, очевидной становится необходимость изучения фактора пространственно-ориентационных характеристик изображений лиц при их узнавании.

Теоретико-методологическую основу данной работы составили современные отечественные концепции о закономерностях развития высших психических функций, специфике возрастного развития и онтогенеза психики [7, 8]; о закономерностях перцептивной обработки, динамике зрительного восприятия и зрительных феноменах, сопровождающих глазодвигательную активность человека [9, 10]; а также концептуальные положения и эмпирические исследования нарушений оптико-пространственного гнозиса при печеночной энцефалопатии [11, 12, 13–16].

Зрительный гнозис представляет собой процесс приема избранных внешних визуальных стимулов, которые проходят через перцептивные фильтры,

организованные в существующие структуры и шаблоны, а затем интерпретируются на основе предыдущего опыта. Изображение лица человека является сложным социальным объектом. Глазодвигательная активность при восприятии изображения лица обладает рядом специфических закономерностей, которая касается распределения фиксации взгляда в зависимости от цели восприятия фотографического изображения лица и лицевой экспрессии. Маршруты взгляда при восприятии изображений лиц обладают цикличностью и регулярностью [9, 10, 17, 18].

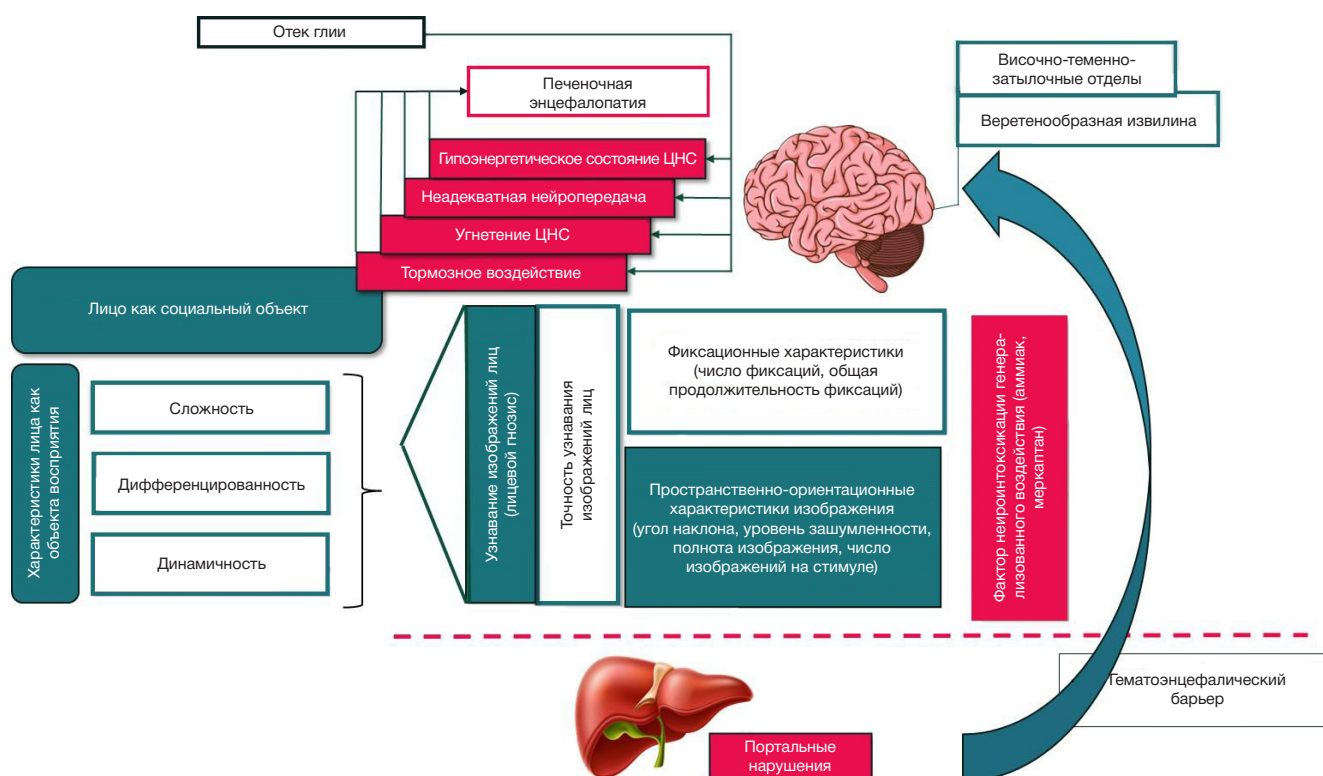
Портальная гипертензия (К76.6 по МКБ-10) представляет собой синдром повышенного давления в системе воротной вены, вызванного нарушением кровотока в портальных сосудах, печеночных венах и нижней полой вене, и наряду с другими проявлениями (спленомегалией, варикозным расширением вен пищевода и желудка, асцитом) сопровождается синдромом печеночной энцефалопатии. Нарушение функции печени приводит к токсическому воздействию на центральную нервную систему (ЦНС) (головной мозг) за счет интоксикации аммиаком и меркаптаном генерализованного характера. Интоксикационные воздействия приводят к отеку глии, что, в свою очередь, отражается на показателях нейродинамики (нарушение передачи нервных импульсов и угнетение функций ЦНС в целом) (рис. 1).

Соответственно, возникающие вследствие интоксикации функциональные нарушения приводят к затруднению реализации высших психических функций. Печеночная энцефалопатия как симптом печеночной недостаточности (острой или хронической) относится к нейропсихиатрическим синдромам и представляет собой, как правило, потенциально обратимое функциональное нарушение головного мозга, которое проявляется в психомоторных, интеллектуальных, эмоциональных и поведенческих нарушениях. Нарушение оптико-пространственных функций, а именно узнавания изображений лиц (лицевого гнозиса), является одним из наиболее ранних проявлений, когда другие симптомы еще мало заметны. Для его выявления требуется применение специальных психометрических методов.

Цель исследования — изучение пространственно-ориентационных факторов узнавания изображения лиц у подростков с портальной гипертензией.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Общий объем исследовательской выборки составил 60 подростков в возрасте 13–17 лет (по МКБ ВОЗ), средний возраст —  $14,7 \pm 1,54$  года; 28 человек из которой — мужского пола, 32 человека — женского пола. В экспериментальную группу (ЭГ) вошли 30 подростков (14 юношей, 16 девушек) с установленным врачом-гастроэнтерологом диагнозом К76.6 «Портальная гипертензия» (по МКБ-10), из которых 16,7% с внепеченочной формой печеночной энцефалопатии, 83,3% с внутripеченочной формой печеночной энцефалопатии. В преобладающем большинстве (90% пациентов) печеночная недостаточность возникла вследствие вирус-ассоциированного поражения печени. У остальных испытуемых (три человека) печеночная недостаточность носит врожденный характер. В контрольную группу (КГ) вошли 30 подростков (14 юношей, 16 девушек) с нормативным соматическим статусом без психических, церебрально-травматических и тяжелых инфекционных



**Рис. 1.** Схема концептуальной модели исследования пространственно-ориентационных факторов узнавания изображения лиц у подростков с портальной гипертензией

заболеваний головного мозга (по результатам заключений ежегодной диспансеризации на май 2023 г.). Исследовательские группы уравнивали по полу, возрасту и социальному статусу.

Методы исследования представлены в двух группах: эмпирические методы и методы количественной и качественной обработки данных.

Эмпирические методы включали в себя следующие: метод клинической структурированной беседы; архивный метод, предполагающий анализ анамнестических данных; метод функциональных нейропсихологических проб, представленный Кембриджским тестом на запоминание лиц [13]; пробы на исследование латеральной организации высших психических функций.

Оценивание показателей лицевого гнозиса осуществляли с использованием Кембриджского теста запоминания лиц для детей (CFMT-C) [19]. Данный тест является адаптацией первоначальной версии Кембриджского теста запоминания лиц, предназначенного для прохождения взрослыми. Лицевые стимулы были выбраны из тех, что использовали в версии CFMT для взрослых. Лица представляли собой фотографии в оттенках серого, на которых дети позировали с нейтральным выражением лица. Каждое лицо было сфотографировано в одних и тех же трех ракурсах и условиях освещения и обрезано, чтобы удалить линию роста волос и любые дефекты лица. Процедура предъявления включала в себя пять этапов.

#### Этап 1

Подросткам было предложено запомнить последовательно шесть лиц в трех ракурсах с лимитированным временем предъявления (3 с); далее каждое из трех изображений было представлено рядом с двумя лицами — отвлекающими факторами, и подростки должны были выбрать, какое лицо они только что видели.

За каждый правильный ответ испытуемому присваивался один балл (максимум 18).

#### Этап 2

На данном этапе подростки сначала просматривали один скриншот, показывающий шесть лиц-мишеней в анфас, в течение 20 с, затем выполняли 30 заданий, каждое из которых состояло из просмотра одного лица-мишени и двух лиц — отвлекающих факторов; подростки выбирали, какое из трех лиц, по их мнению, было одним из шести целевых, предложенных им для запоминания. За каждый правильный ответ испытуемому присваивали один балл (максимум 30).

#### Этап 3

На данном этапе подростки тоже сначала просматривали один скриншот, показывающий шесть лиц-мишеней в анфас, в течение 20 с и затем выполняли 24 задания, каждое из которых состояло из просмотра одного лица-мишени и двух лиц — отвлекающих факторов (важно отметить, что изображения как цели, так и отвлекающего фактора были замаскированы с заранее заданной степенью гауссовского шума, что делает вынесение решения более трудным, чем на этапе 2). За каждый правильный ответ испытуемому присваивали один балл (максимум 34).

#### Этап 4

Подросткам было необходимо по фрагменту фотоизображения идентифицировать соответствующее ему целое фотоизображение, которое в каждом предъявлении было представлено рядом с двумя лицами — отвлекающими факторами; по мере прохождения пробы площадь фрагмента увеличивали: от одного из 12 фрагментов до 12 из 12 фрагментов.

#### Этап 5

На заключительном этапе подросткам предлагалось запомнить последовательно 10 изображений лиц, расположенных под разным углом наклона, каждое из

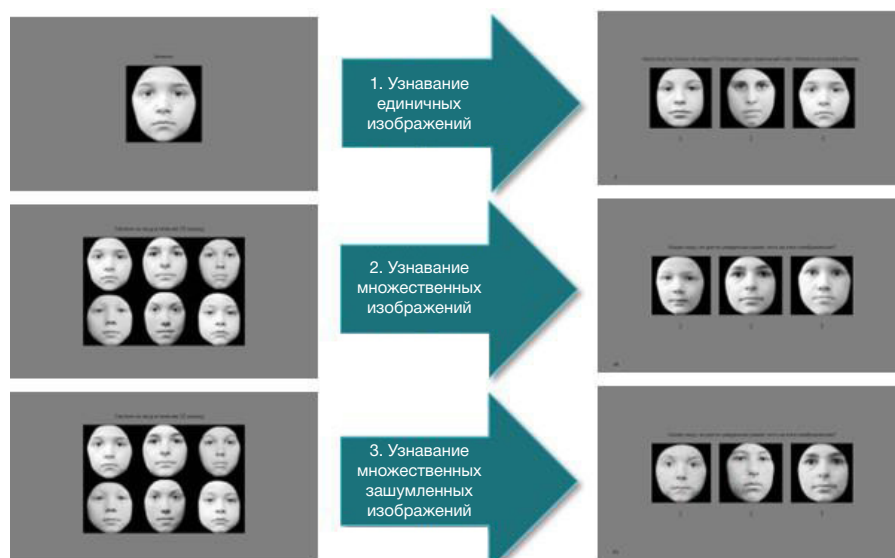


Рис. 2. Примеры стимульных изображений на этапах исследования лицевого гнозиса

которых в последующем было представлено рядом с двумя лицами — отвлекающими факторами, и подросткам нужно было выбрать то лицо, которое они только что видели. За каждый правильный ответ испытуемому присваивали один балл (максимум 10).

В результате оценку осуществляли по следующим параметрам: узнавание единичных фотоизображений лиц; узнавание шести фотоизображений лиц; узнавание шести зашумленных фотоизображений лиц; узнавание фрагментированных фотоизображений лиц; узнавание единичных перевернутых фотоизображений лиц (рис. 2).

Для анализа показателей глазодвигательных реакций испытуемых во время прохождения тестирования на узнавание изображений лиц использовали окулограф модель GP3 HD (Tobii Eye; Швеция). Данную модель аппарата используют для отслеживания движения глаз на основе сенсора машинного зрения и процессора обработки изображения. Она имеет следующие характеристики: точность регистрации — 0,5–1,0 градусов; рабочая частота — 150 Гц; калибровка — по 5–9 точкам; область свободного перемещения головы ограничена в пределах 35 см по горизонтали, 22 см — по вертикали, а также не менее 15 см в каждую сторону относительно откалиброванного положения. Анализировали следующие параметры: общее число фиксации на фотоизображении-стимуле; число фиксации в верхней половине фотоизображения-стимула; число фиксации в нижней половине фотоизображения-стимула; число фиксации в левой половине фотоизображения-стимула; число фиксации в правой половине фотоизображения-стимула; число фиксации в зоне «глаза–нос» фотоизображения-стимула; число фиксации в зоне «рот–нос» фотоизображения-стимула; число фиксации внутри овала лица фотоизображения-стимула; число фиксации за пределами овала лица фотоизображения-стимула; суммарное время фиксации на фотоизображении-стимуле.

Анализ профиля латеральной организации функций осуществляли с использованием следующих проб определения моторных и сенсорных предпочтений [3, 7]: кистевая проба («замок») — сверху будет расположен палец ведущей руки; поза Наполеона — сверху будет расположена кисть ведущей руки; проба «Телефонная трубка» — определение руки, которая потянется к телефонной трубке, и уха, к которому будет приложена

трубка; проба «Посмотри в подзорную трубу» — определение руки, которая потянется к подзорной трубе, и глаза, к которому будет прислонена труба.

Для количественной и качественной обработки данных использовали методы описательной, сравнительной и многомерной статистики. Математический анализ и интерпретацию данных проводили с помощью описательной статистики. С целью проведения сравнительного анализа способности к узнаванию статичных изображений лиц по фиксационным характеристикам глазодвигательных реакций и показателей узнавания изображения лиц в зависимости от пространственно-ориентационных характеристик (угла наклона, полноты изображения) в группе пациентов с портальной гипертензией и группе лиц с нормативным соматическим статусом использовали непараметрический критерий U Манна-Уитни ( $p < 0,05$ ) для независимых выборок (так как распределение исследуемых признаков не соответствует критериям нормальности). Для определения факторной структуры узнавания статичных изображений лиц по фиксационным характеристикам глазодвигательных реакций и точности узнавания изображения лиц в зависимости от пространственно-ориентационных характеристик была проведена процедура факторного анализа с varimax-вращением для определения факторной структуры параметров глазодвигательных реакций при узнавании изображений лиц с учетом их пространственно-ориентационных характеристик. Статистическую обработку осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 13.0 (StatSoft; США).

Дизайн исследования представлен на рис. 3.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате исследования показателей лицевого гнозиса с помощью CFMT-C в группе подростков с портальной гипертензией и в группе подростков с нормативным соматическим статусом установлено, что точность узнавания при предъявлении единичных, множественных и множественных зашумленных изображений имеет значимую тенденцию снижения у подростков с портальной гипертензией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом (таблица).

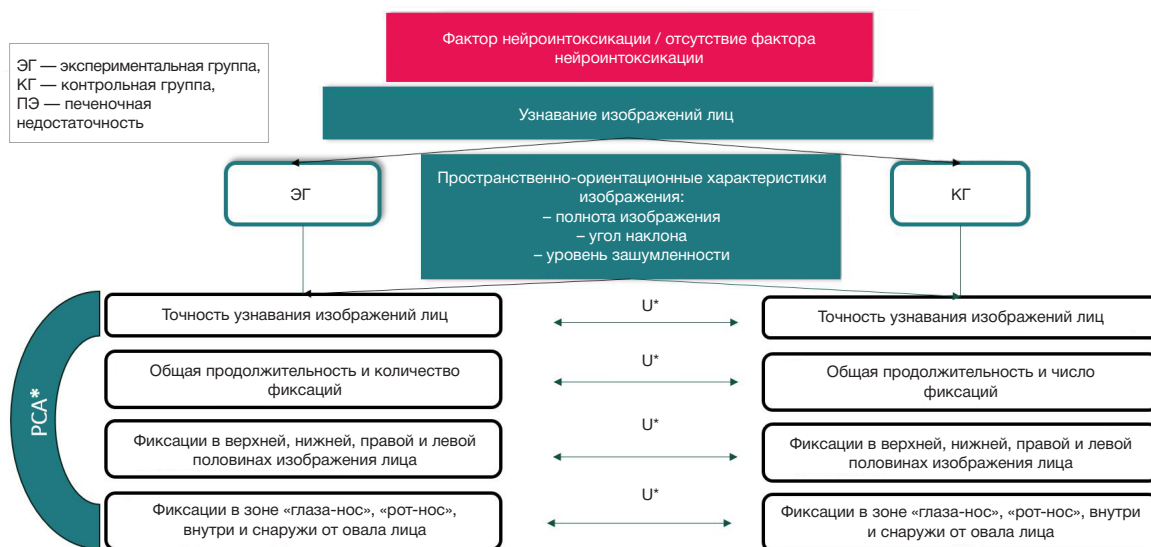


Рис. 3. Схема дизайна исследования пространственно-ориентационных факторов узнавания изображения лиц у подростков с портальной гипертензией

Выявлены статистически значимые различия между показателями лицевого гнозиса в пробе на узнавание единичных изображений лиц в группе пациентов с портальной гипертензией подросткового возраста и в группе лиц с нормативным соматическим статусом подросткового возраста (\* $p = 0,001$ ).

Также выявлены различия между показателями лицевого гнозиса в пробе на узнавание группы изображений лиц (\* $p = 0,012$ ) и в пробе на узнавание группы зашумленных изображений лиц (\* $p = 0,003$ ) в группе пациентов с портальной гипертензией подросткового возраста и в группе лиц с нормативным соматическим статусом подросткового возраста.

Показатели лицевого гнозиса при предъявлении единичного изображения (точность узнавания), группы изображений лиц (точность узнавания) и группы зашумленных изображений лиц (точность узнавания) имеют значимую тенденцию снижения у пациентов с портальной гипертензией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом.

Следующим этапом была оценка фиксационных характеристик (общее число фиксаций, суммарная продолжительность фиксации, число фиксаций в верхней и нижней половинах изображения лица, число фиксаций на правой и левой половинах изображения лица, число фиксаций в зонах «глаза–нос» и «нос–рот», число фиксаций внутри овала лица на фотоизображении и за

его пределами) на предъявляемых изображениях-стимулах в группе подростков с портальной гипертензией и в группе лиц с нормативным соматическим статусом того же возраста.

Выявлены статистические значимые различия между общим числом фиксаций на изображениях-стимулах в пробах на узнавание единичных изображений лиц (\* $p = 0,001$ ), группы изображений лиц (\* $p = 0,015$ ), группы зашумленных изображений лиц (\* $p = 0,009$ ) в группе пациентов с портальной гипертензией подросткового возраста и группе подростков с нормативным соматическим статусом. Выявлены также статистически значимые различия между параметром общей продолжительности фиксаций в пробах на узнавание единичных (\* $p = 0,035$ ), группы зашумленных (\* $p = 0,005$ ) и единичных перевернутых (\* $p = 0,049$ ) изображений лиц в группе пациентов с портальной гипертензией подросткового возраста и в группе подростков с нормативным соматическим статусом (рис. 4).

Показатели общего числа фиксаций на изображениях-стимулах при предъявлении единичного изображения, группы изображений лиц, группы зашумленных изображений лиц имеют значимую тенденцию повышения у пациентов-подростков с портальной гипертензией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом. Показатели общей продолжительности фиксаций на изображениях-

Таблица. Показатели средних значений точности узнавания лиц подростками с портальной гипертензией и нормативным соматическим статусом

Пробы	Мода (Мо)		Медиана (Ме)		Среднее значение ± стандартное отклонение (M ± σ)	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
1	0,83 0,89 0,94	0,94	0,89	0,94	0,87 ± 0,09	0,93 ± 0,09
2	0,53 0,57 0,73	0,67	0,73	0,83	0,71 ± 0,07	0,79 ± 0,07
3	0,79	0,92	0,75	0,83	0,72 ± 0,06	0,76 ± 0,07
4	0,42	0,33	0,33	0,33	0,28 ± 0,02	0,26 ± 0,02
5	0,8	0,80 0,90 1,0	0,8	0,8	0,75 ± 0,08	0,78 ± 0,07

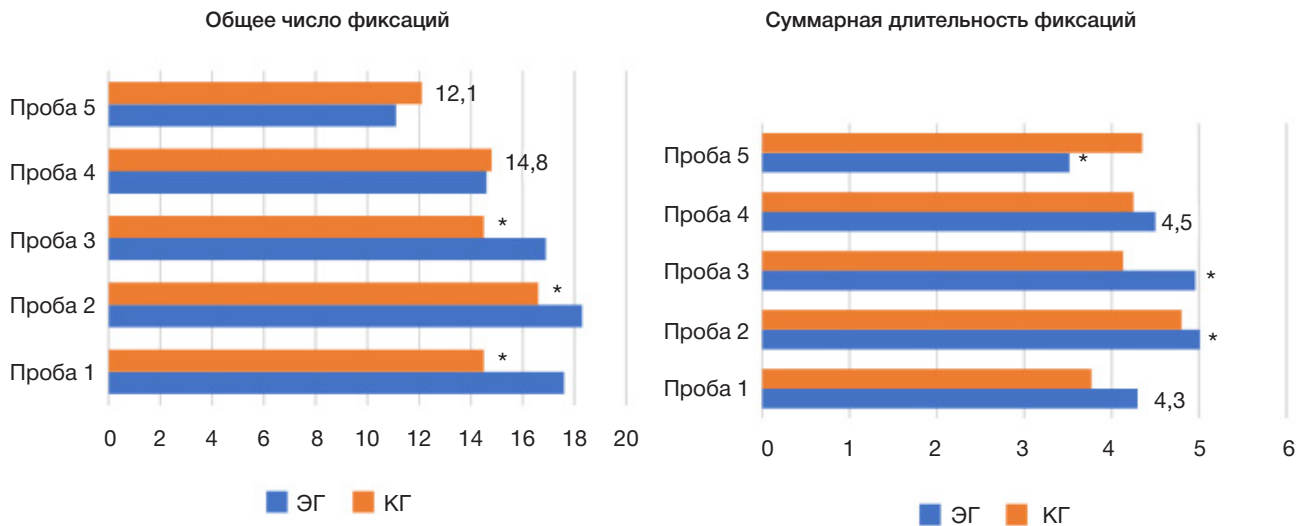


Рис. 4. Показатели средних значений общего числа и общей продолжительности фиксации взгляда при узнавании изображений лиц

стимулах при предъявлении единичных изображений лиц и группы зашумленных изображений лиц имеют значимую тенденцию повышения у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом. При предъявлении единичных перевернутых изображений, напротив, имеют значимую тенденцию к понижению у подростков с печеночной энцефалопатией при повышении у подростков с нормативным соматическим статусом.

Следующим этапом осуществляли оценку показателей фиксации взгляда с учетом их расположения на предъявляемых стимульных изображениях по критерию их распределения по вертикальной оси (в верхней/нижней половине изображения), а также с учетом их распределения по горизонтальной оси (в правой/левой половине изображения).

В результате исследования выявлены статистически значимые различия между числом фиксации в верхней половине изображения-стимула в пробах на узнавание единичных изображений лиц ( $*p = 0,034$ ), группы изображений лиц ( $*p = 0,001$ ), группы зашумленных изображений лиц ( $*p = 0,011$ ) в группе подростков с печеночной энцефалопатией и в группе подростков с нормативным соматическим статусом. Выявлены также статистически значимые различия между числом фиксации в нижней половине изображения-стимула в пробе на узнавание группы зашумленных изображений лиц ( $*p = 0,006$ ) в группе пациентов с печеночной энцефалопатией и в группе лиц с нормативным соматическим статусом подросткового возраста. Выявлены статистически значимые различия между числом фиксации в правой половине изображения-стимула при узнавании единичных перевернутых изображений лиц ( $*p = 0,004$ ) в группе пациентов с печеночной энцефалопатией и в группе подростков с нормативным соматическим статусом (рис. 5).

Показатели числа фиксации на верхней половине изображений-стимулов при предъявлении единичного изображения, группы изображений лиц, группы зашумленных изображений лиц имеют значимую тенденцию повышения у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом. Число фиксации в нижней половине изображения при узнавании множественных зашумленных изображений

и число фиксации в верхней половине изображения при узнавании единичных, множественных и множественных зашумленных изображений имеет значимую тенденцию повышения у подростков с портальной гипертензией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом. Показатели числа фиксации в правой половине изображений-стимулов при предъявлении единичных перевернутых изображений лиц имеют значимую тенденцию понижения у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом (рис. 6).

При анализе числа фиксации в зоне «глаза–нос» и в зоне «рот–нос» стимульного изображения выявлены статистически значимые различия между числом фиксации в зоне «рот–нос» при узнавании единичных перевернутых изображений лиц ( $*p = 0,006$ ) в группе пациентов с печеночной энцефалопатией и в группе подростков с нормативным соматическим статусом. Таким образом, показатели числа фиксации в зоне «рот–нос» изображений-стимулов при предъявлении единичных перевернутых изображений лиц имеют значимую тенденцию понижения у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом.

В ходе процедуры факторного анализа структуры параметров глазодвигательных реакций при узнавании изображений лиц с учетом их пространственно-ориентационных характеристик у подростков с портальной гипертензией полная объясненная дисперсия показала наличие 12 факторов, объясняющих 87,3% дисперсии, однако после анализа графика нормализованного простого стресса нами было принято решение взять в анализ 1–5,7 факторов, объясняющих 73,6% дисперсии, как более значимые (рис. 7).

Параметры содержательного фактора имеют особую диагностическую ценность для анализа нейроинтоксикационного воздействия: точность узнавания определяется распределением фиксации внутри овала лица. Пространственно-ориентационный фактор свидетельствует о том, что узнавание перевернутых изображений обеспечивается оценкой пространственных сравнительных отношений за пределами овала лица. Снижение общей продолжительности фиксации взаимосвязано с увеличением точности узнавания, о чем свидетельствует содержание временного фактора.

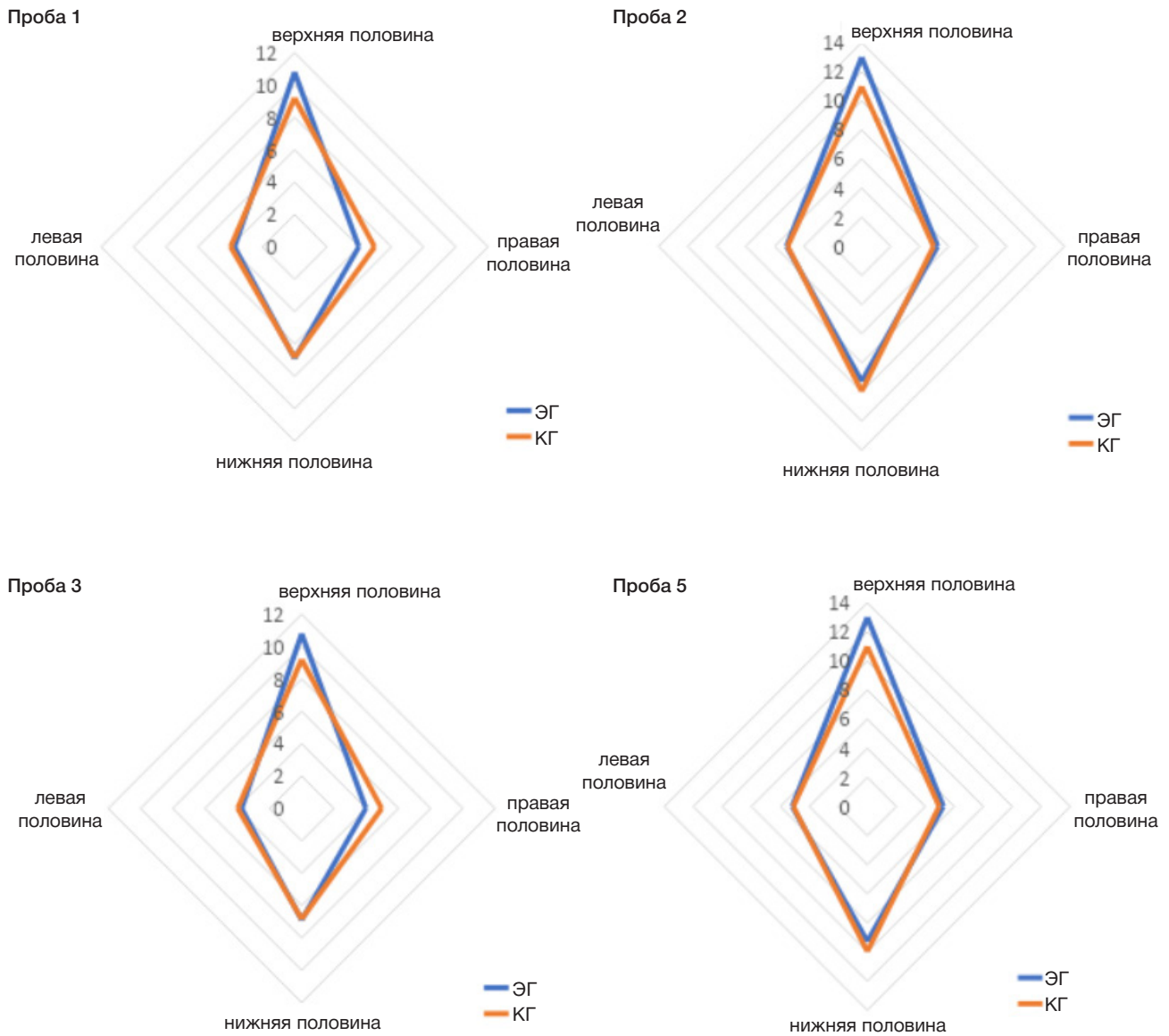


Рис. 5. Показатели средних значений распределения фиксаций взгляда в группах подростков по относительно вертикальной (в правой/левой половине изображения) и горизонтальной (в верхней/нижней половине изображения) осях

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В результате исследования установлено, что точность узнавания при предъявлении единичного изображения, группы изображений лиц, группы зашумленных изображений лиц имеет значимую тенденцию снижения у пациентов с проявлениями печеночной энцефалопатии в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом.

Опираясь на результаты эмпирического исследования общего числа фиксаций на изображениях-стимулах, мы можем констатировать тенденцию повышения показателя у подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичными показателями у подростков с нормативным соматическим статусом при предъявлении единичных изображений лиц, группы изображений лиц, группы зашумленных изображений лиц.

Основываясь на результатах анализа параметра суммарной продолжительности фиксаций, мы можем отметить тенденцию его повышения у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с аналогичным показателем у подростков с нормативным

соматическим статусом при предъявлении единичных изображений лиц и группы зашумленных изображений лиц. При предъявлении единичных перевернутых изображений демонстрируется обратная закономерность.

Эмпирическое исследование и сравнительный анализ числа фиксаций в верхней половине изображений-стимулов позволяют нам сделать вывод о наличии тенденции к увеличению данного параметра при предъявлении единичного изображения, группы изображений лиц, группы зашумленных изображений лиц у пациентов с печеночной энцефалопатией в подростковом возрасте по сравнению с тем же показателем у подростков с нормативным соматическим статусом.

Сравнительный анализ числа фиксаций в нижней половине изображений-стимулов позволяет утверждать, что имеется тенденция к увеличению рассматриваемого параметра у подростков с печеночной энцефалопатией по сравнению с аналогичным параметром у подростков с нормативным соматическим статусом при предъявлении группы зашумленных изображений лиц.

На основании эмпирического исследования числа фиксаций в правой половине изображений-стимулов

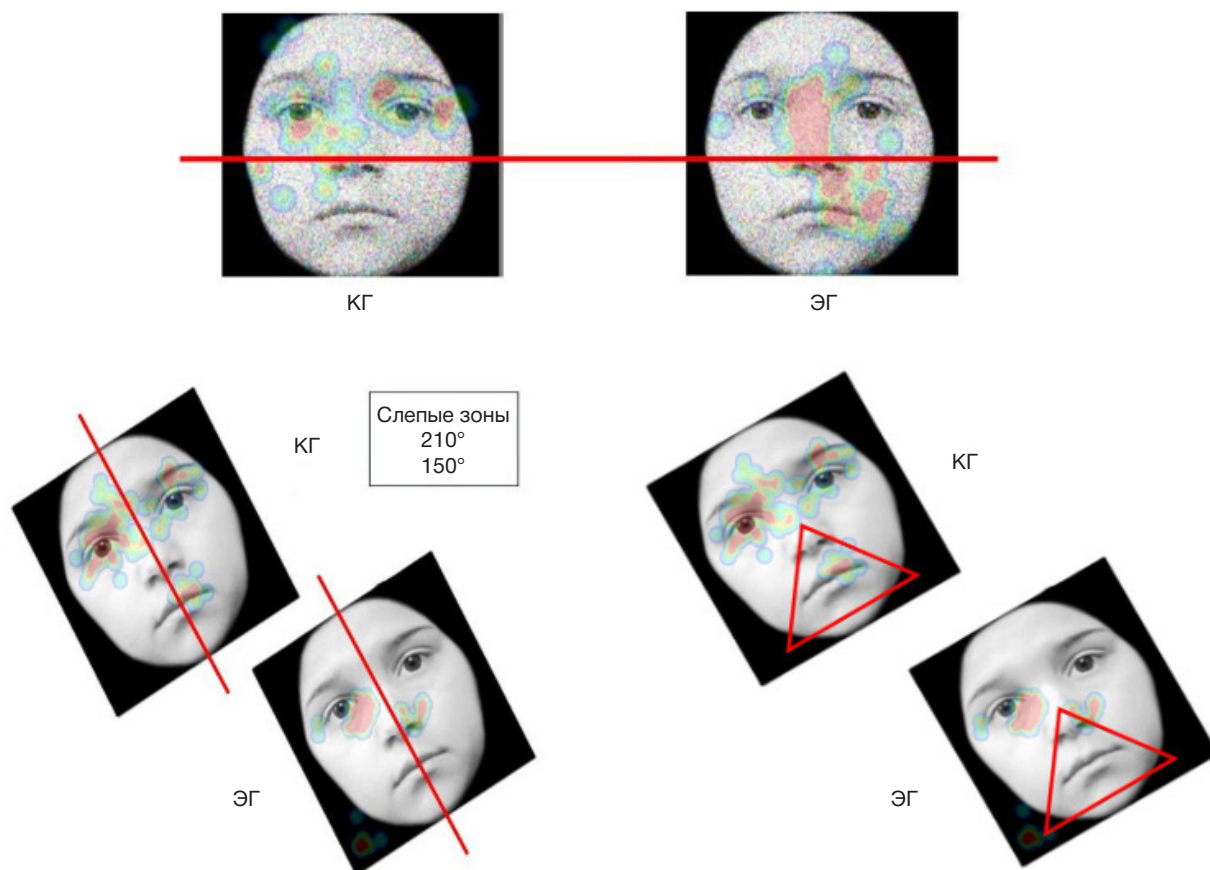


Рис. 6. Примеры тепловых карт распределения фиксаций взгляда в группах подростков по относительно вертикальной (в правой/левой половине изображения) и горизонтальной (в верхней/нижней половине изображения) осях

мы могли отследить тенденцию к понижению данного показателя при предъявлении пробы на узнавание единичных перевернутых изображений лиц у пациентов с печеночной энцефалопатией подросткового возраста по сравнению с аналогичным показателем у подростков с нормативным соматическим статусом.

Эмпирическое исследование числа фиксаций в зоне «рот–нос» позволяет констатировать наличие тенденции к понижению анализируемого параметра при предъявлении пробы на узнавание единичных перевернутых изображений лиц у пациентов-подростков с печеночной энцефалопатией в сравнении с соответствующим показателем у подростков с нормативным соматическим статусом.

Таким образом, результаты проведенного исследования согласуются с ранее полученными в рамках изучения параметров глазодвигательных реакций при восприятии изображений лиц — цикличностью и регулярностью глазодвигательной активности [9, 10]. Процессы идентификации и узнавания изображений лиц характеризуются распределением фиксаций преимущественно внутри овала лица в зоне «глаза–нос».

На основании проведенного факторного анализа в группе пациентов с печеночной энцефалопатией мы выделили шесть факторов. В первый фактор вошло общее число фиксаций, зарегистрированных на изображениях-стимулах, в пробах 1–4, число фиксаций в верхней половине изображения-стимула в пробах 1–3, число фиксаций в нижней половине изображения-стимула в пробах 1–2, в зоне «глаза–нос», внутри и снаружи от овала лица, в левой половине изображения-стимула в пробе 1, а также точность узнавания в пробе 4, данному фактору мы дали название «фактор фиксационных характеристик».

Во второй фактор вошли фиксации снаружи, внутри от овала лица, в правой половине на изображениях-стимулах в пробе 5 и точность узнавания в пробах 5 и 4; данный фактор мы назвали «фактор угла наклона и полноты изображения». В третий фактор были помещены общая продолжительность фиксаций в пробах 1–5 и фиксации снаружи от овала лица на изображениях-стимулах в пробе 1; данный фактор получил название «фактор общей продолжительности фиксаций». В четвертый фактор вошли фиксации в зоне «нос–рот», внутри овала лица, в левой половине изображения-стимула в пробе 1 и точность узнавания в пробе 3 данный фактор мы назвали «фактор фиксационных характеристик при узнавании единичных изображений лиц». В пятый фактор вошли фиксации в левой, нижней и правой половине, в зоне «нос–рот», внутри овала лица, общее число фиксаций, зарегистрированные на изображении-стимуле, в пробе 5; данный фактор мы назвали «фактор фиксационных характеристик при узнавании перевернутых изображений». В шестой фактор были помещены фиксации в верхней половине и в зоне «глаза–нос» на изображении-стимуле в пробе 5 и точность узнавания в пробе 5; данный фактор мы назвали «фактор угла наклона изображения лица».

## ВЫВОДЫ

На основании полученных результатов были сделаны следующие выводы: узнавание единичных, множественных, множественных зашумленных изображений лиц подростками с портальной гипертензией сопровождается большим числом усилий (проявляющихся в увеличении как числа фиксаций взгляда, так и их продолжительности),



1	2	3
<b>Содержательный фактор</b>	<b>Пространственно-ориентационный фактор</b>	<b>Временной фактор</b>
<p>общее число фиксации в пробе 3 — 0,936;  общее число фиксации в пробе 2 — 0,906;  общее число фиксации в пробе 1 — 0,886;  общее число фиксации в пробе 4 — 0,878;  фиксации в верхней половине в пробе 2 — 0,874;  фиксации в верхней половине в пробе 1 — 0,843;  фиксации в верхней половине в пробе 3 — 0,838;  фиксации в нижней половине в пробе 2 — 0,846;  фиксации в нижней половине в пробе 1 — 0,774;  фиксации в зоне "глаза-нос" в пробе 1 — 0,815;  фиксации внутри овала лица в пробе 1 — 0,692;  фиксации в левой половине в пробе 1 — -0,489;  точность узнавания в пробе 4 — 0,631</p>	<p>фиксации снаружи от овала лица в пробе 5 — 0,828;  фиксации внутри от овала лица в пробе 5 — 0,439;  фиксации в правой половине в пробе 5 — 0,429;  точность узнавания в пробе 4 — 0,426;  точность узнавания в пробе 5 — -0,465</p>	<p>общее время фиксации в пробах 1 — -0,807;  общее время фиксации в пробе 2 — -0,780;  общее время фиксации в пробе 3 — -0,672;  общее время фиксации в пробе 5 — -0,454;  общее время фиксации в пробе 4 — -0,449</p>

**Рис. 7.** Факторная структура параметров глазодвигательных реакций при узнавании изображений лиц с учетом их пространственно-ориентационных характеристик у подростков с портальной гипертензией

чем подростками с нормативным соматическим статусом. Точность узнавания единичных, множественных и множественных зашумленных изображений лиц при токсическом влиянии при проявлении печеночной энцефалопатии у подростков с портальной гипертензией значимо снижается в сравнении с подростками с нормативным соматическим статусом. На основании факторного анализа выделено три фактора с наибольшей нагрузкой (содержательный фактор, пространственно-ориентационный фактор и временной фактор), позволяющие сделать основной вывод о том, что точность узнавания изображений лиц определяется распределением фиксации внутри овала лица при необходимости оценки

пространственных сравнительных отношений за пределами овала лица в случае изменения его пространственно-ориентационных характеристик (при наклоне). Точность узнавания взаимосвязана с общей продолжительностью фиксации. Практическая значимость данной работы заключается в выявлении диагностических предикторов, с одной стороны, способствующих выявлению симптомов печеночной энцефалопатии у подростков с портальной гипертензией на наиболее ранних стадиях ее развития; с другой стороны — позволяющих отслеживать изменение выраженности симптомов печеночной энцефалопатии на разных этапах лечения (в том числе после оперативного вмешательства).

## Литература

- Pimpin L, Cortez-Pinto H, Negro F, Corbould E, Lazarus J, Webber L, Sheron N. Easl hepatealth Steering Committee. Burden of liver disease in Europe: Epidemiology and analysis of risk factors to identify prevention policies. *J Hepatol.* 2018; 69 (3): 718–35.
- Blachier M, Leleu H, Peck-Rado-savjevic M, et al. The burden of liver disease in Europe: a review of available epidemiological data. *J Hepatol.* 2013; 58 (3): 593–608.
- Покровский В. И., Тотолян А. А., редакторы. Вирусные гепатиты в Российской Федерации. Аналитический обзор. 11 выпуск. СПб.: ФБУН НИИЭМ имени Пастера, 2018; 112 с.
- Reis E, Coolen T, Loll V. MRI Findings in acute hyperammonemic encephalopathy: three cases of different etiologies. *Journal of the Belgian Society of Radiology.* 2020; 104 (1): 2–5.
- Визель Т. Г. Основы нейропсихологии. Теория и практика. 2-е изд. М.: АСТ, 2021; 544 с.
- Микадзе Ю. В. Нейропсихология детского возраста: теория и методы нейропсихологии детского возраста. Москва [и др.]: Питер, 2008; 284 с.
- Лурия А. Р. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2008; 380 с.
- Эльконин Д. Б. Детская психология. М.: Академия, 2011; 383 с.
- Барабанщиков В. А., Ананьева К. И., Харитонов В. Н. Организация движений глаз при восприятии изображений лица. *Экспериментальная психология.* 2009; 2: 31–60.
- Барабанщиков В. А., Жегалло А. В. Окуломоторная активность при восприятии динамических и статических выражений лица. *Экспериментальная психология.* 2018; 11 (1): 5–34.
- Дамулин И. В. Минимальная печеночная энцефалопатия: современные клинические и патогенетические аспекты. *Терапевтический архив.* 2018; 90 (2): 89–93.
- Романова С. В. Неврологические синдромы в ранней диагностике печеночной энцефалопатии при стеатогепатозе (диссертация). Саратов, 2010; 22 с.
- Greenberg DA, Aminoff MJ, Simon RP. *Clinical Neurology.* Fifth edition. Chapter 1: Disorders of Consciousness. New York etc.: Lange Medical Books/McGraw-Hill, 2022; p. 1–70.
- Häussinger D, Butz M, Schnitzler A, Görg B. Pathomechanisms in hepatic encephalopathy. *Biological Chemistry.* 2021; 402 (9): 1087–102.
- Montagnese S. Disruption of smooth pursuit eye movements in cirrhosis: Relationship to hepatic encephalopathy and its treatment. *Hepatology.* 2005; 42 (4): 81.
- Montemira-Orozco D, et al. Changes in early visual perception in patients with minimal hepatic encephalopathy. *Ann Hepatol.* 2022; 27: 3.
- Прокопенко С. В., Можейко Е. Ю., Родиков М. В., Швецова И. Н. Исследование особенностей зрительно-пространственного гнозиса у здоровых лиц в разные возрастные периоды жизни с использованием авторского метода трехмерного узнавания предмета. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований.* 2015; 8–5: 916–20.
- Ярбус А. Л. Роль движений глаз в процессе зрения. Ленинград: Наука, 1965; 173 с.
- Croydon A, Pimperton H, Ewing L, Duchaine BC, Pellicano E. The Cambridge Face Memory Test for Children (CFMT-C): a new tool for measuring face recognition skills in childhood. *Neuropsychologia.* 2014; 62: 7.

## References

1. Pimpin L, Cortez-Pinto H, Negro F, Corbould E, Lazarus J, Webber L, Sheron N. Easl hepahealth Steering Committee. Burden of liver disease in Europe: Epidemiology and analysis of risk factors to identify prevention policies. *J Hepatol.* 2018; 69 (3): 718–35.
2. Blachier M, Leleu H, Peck-Rado-savljevic M, et al. The burden of liver disease in Europe: a review of available epidemiological data. *J Hepatol.* 2013; 58 (3): 593–608.
3. Pokrovskij VI, Totolyan AA, redactory. *Virusnye gepatity v Rossijskoj Federacii. Analiticheskij obzor. 11 vypusk.* SPb.: FBUN NIIJeM imeni Pastera, 2018; 112 s. Russian.
4. Reis E, Coolen T, Loll V. MRI Findings in acute hyperammonemic encephalopathy: three cases of different etiologies. *Journal of the Belgian Society of Radiology.* 2020; 104 (1): 2–5.
5. Vizel TG. *Osnovy nejropsihologii. Teorija i praktika. 2-e izd.* M.: AST, 2021; 544 s. Russian.
6. Mikadze YuV. *Nejropsihologija detskogo vozrasta: teorija i metoda nejropsihologii detskogo vozrasta.* Moskva [i dr.]: Piter, 2008; 284 s. Russian.
7. Lurija AR. *Osnovy nejropsihologii.* M.: Akademija, 2008; 380 s. Russian.
8. Jelkonin DB. *Detskaja psihologija.* M.: Akademija, 2011; 383 s. Russian.
9. Barabanshnikov VA, Ananeva KI, Haritonov VN. Organizacija dvizhenij glaz pri vosprijatii izobrazhenij lica. *Jeksperimental'naja psihologija.* 2009; 2: 31–60. Russian.
10. Barabanshnikov VA, Zhegallo AV. Okulomotornaja aktivnost' pri vosprijatii dinamičeskikh i statičeskikh vyrazhenij lica. *Jeksperimental'naja psihologija.* 2018; 11 (1): 5–34. Russian.
11. Damulin IV. Minimal'naja pechenochnaja jencefalopatija: sovremennye kliničeskie i patogeničeskie aspekty. *Terapevtičeskij arhiv.* 2018; 90 (2): 89–93. Russian.
12. Romanova SV. *Nevrologičeskie sindromy v rannej diagnostike pechenočnoj jencefalopatii pri steatogepatoze (discertacija).* Saratov, 2010; 22 s. Russian.
13. Greenberg DA, Aminoff MJ, Simon RP. *Clinical Neurology. Fifth edition. Chapter 1: Disorders of Consciousness.* New York etc.: Lange Medical Books/McGraw–Hill, 2022; p. 1–70.
14. Häussinger D, Butz M, Schnitzler A, Görg B. Pathomechanisms in hepatic encephalopathy. *Biological Chemistry.* 2021; 402 (9): 1087–102.
15. Montagnese S. Disruption of smooth pursuit eye movements in cirrhosis: Relationship to hepatic encephalopathy and its treatment. *Hepatology.* 2005; 42 (4): 81.
16. Montemira-Orozco D, et al. Changes in early visual perception in patients with minimal hepatic encephalopathy. *Ann Hepatol.* 2022; 27: 3.
17. Prokopenko SV, Mozhejko EYu, Rodikov MV, Shvecova IN. *Issledovanie osobennostej zritel'no-prostranstvennogo gnozisa u zdorovyh lic v raznye vozrastnye periody zhizni s ispol'zovaniem avtorskogo metoda trehmernogo uznnavanija predmeta.* *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij.* 2015; 8–5: 916–20. Russian.
18. Jarbus AL. *Rol' dvizhenij glaz v processe zrenija.* Leningrad: Nauka, 1965; 173 s. Russian.
19. Croydon A, Pimperton H, Ewing L, Duchaine BC, Pellicano E. The Cambridge Face Memory Test for Children (CFMT-C): a new tool for measuring face recognition skills in childhood. *Neuropsychologia.* 2014; 62: 7.