

УДК 617.751.6-053.2-07

<https://doi.org/10.33791/2222-4408-2024-4-243-255>

Сравнительный анализ показателей зрительных функций у школьников с частичной атрофией зрительного нерва и амблиопией

С.И. Рычкова^{1,2,3,*}, А.Б. Лавер¹, Н.И. Курышева¹

¹ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России,

123098, Российская Федерация, г. Москва, ул. Гамалеи, д. 15

² ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» РАН,

127051, Российская Федерация, г. Москва, Большой Каретный пер., д. 19

³ ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России,

117997, Российская Федерация, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1

* e-mail: lana.rych@mail.ru

Резюме

Актуальность. Нарушения зрения создают значительные трудности для обучения в школе, ограничивают выбор профессии и видов спорта. В связи с этим создание комплексной системы диагностики зрительных функций у детей с функциональной и органической офтальмопатологией с целью дальнейших разработок эффективных способов лечения и медико-педагогического сопровождения таких пациентов является одной из актуальных задач современной офтальмологии.

Цель: провести сравнительный анализ показателей зрительных функций у школьников с частичной атрофией зрительного нерва и амблиопией для разработки эффективной комплексной системы диагностики нарушений монокулярных и бинокулярных зрительных функций. **Материал и методы.** Наблюдали 120 детей школьного возраста с частичной атрофией зрительного нерва (ЧАЗН). Из них 85 детей с косоглазием и 35 детей без косоглазия. Группа школьников с амблиопией включала 98 детей (с дисбинокулярной – 40 и с рефракционной – 58), контрольная группа – 67 детей без офтальмопатологии. Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием оценивали электрофизиологические показатели (порог электрической чувствительности и электрическую лабильность), величину амплитуды фузии, наличие бинокулярного и стереозрения, выраженность стереокинетического эффекта и показатели зрительной памяти. **Результаты.** Показано, что наряду с обусловленными органическими причинами нарушениями зрительных функций (значительным снижением остроты зрения, сужением полей зрения, ухудшением электрофизиологических показателей) у детей с ЧАЗН наблюдаются также нарушения бинокулярных зрительных функций в виде уменьшения амплитуды фузии, отсутствии бинокулярного и стереозрения, доминирования монокулярного механизма пространственного восприятия. При этом бинокулярные нарушения выявляются при ЧАЗН как с косоглазием, так и без косоглазия, в то время как у пациентов с амблиопией они характерны в основном для дисбинокулярной формы. Выявлено снижение показателей зрительной памяти как у детей с ЧАЗН, так и у детей с амблиопией. **Заключение.** Таким образом, нарушения бинокулярного зрения и снижение зрительной памяти наблюдаются у школьников как с ЧАЗН, так и с амблиопией. Между тем нарушения бинокулярных зрительных функций у детей с ЧАЗН выявляются как при косоглазии, так и при ортотропии, в отличие от детей с амблиопией, имеющих бинокулярные нарушения в основном при косоглазии. Использование в диагностике и мониторинге показателей зрительной памяти и пространственного восприятия способствует более индивидуальному подходу к медико-педагогическому сопровождению детей с офтальмопатологией.

Ключевые слова: частичная атрофия зрительного нерва, амблиопия, нарушения бинокулярного зрения, ортотропия, косоглазие

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: авторы не получали финансирование при проведении исследования и написании статьи.

Для цитирования: Рычкова СИ, Лавер АБ, Курышева НИ. Сравнительный анализ показателей зрительных функций у школьников с частичной атрофией зрительного нерва и амблиопией. The EYE ГЛАЗ. 2024;26(4):243–255. doi: 10.33791/2222-4408-2024-4-243-255

Поступила: 05.07.2024

Принята после доработки: 18.10.2024

Принята к публикации: 22.10.2024

Опубликована: 20.12.2024

Comparative analysis of visual function indicators in schoolchildren with partial optic nerve atrophy and amblyopia

Svetlana I. Rychkova^{1,2,3,*}, Alexander B. Laver¹, Natalia I. Kuryшева¹

¹Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency, 15, Gamalei Str., Moscow, 123098, Russian Federation

²Kharkevich Institute for Information Transmission Problems, 19, Bolshoy Karetny Lane, Moscow, 127051, Russian Federation

³Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova Str., Moscow, 117997, Russian Federation

* e-mail: lana.rych@mail.ru

Abstract

Introduction. Visual impairments present significant challenges for learning in school, limit career choice, and restrict participation in sports. Therefore, the developing a comprehensive diagnostic system for assessing visual functions in children with functional and organic ophthalmopathy is a pressing tasks in modern ophthalmology. The aim is to further advance effective treatments and medical-pedagogical support for such children. **Purpose:** to conduct a comparative analysis of visual function indicators in schoolchildren with partial optic nerve atrophy (PONA) and amblyopia in order to create an effective diagnostic system for detecting monocular and binocular visual function disorders. **Materials and methods.** The study observed 120 school-age children with PONA, of whom 85 had strabismus and 35 did not. The group of schoolchildren with amblyopia consisted of 98 children (40 with dysbinocular amblyopia and 58 with refractive amblyopia). The control group included 67 children without ophthalmopathy. In addition to standard ophthalmological examinations, electrophysiological parameters (electrical sensitivity threshold and electrical lability), fusion amplitude, binocular and stereovision presence, stereokinetic effect, and visual memory indicators were assessed. **Results.** The study revealed that, along with organic causes of visual impairment (such as significant decreases in visual acuity, narrowing of visual fields, and worsening electrophysiological parameters), children with PONA also exhibited binocular visual function disorders. These included reduced fusion amplitude, absence of binocular and stereovision, and dominance of monocular spatial perception mechanisms. Binocular disorders were observed in children both with and without strabismus, while among children with amblyopia, these disorders are mainly associated with the dysbinocular form. A decrease in visual memory indicators was identified in both children with PONA and those with amblyopia. **Conclusion.** Binocular vision disorders and reduced visual memory were observed in schoolchildren with both partial optic nerve atrophy and amblyopia. However, binocular visual function disorders in children with PONA were identified both in the presence of strabismus and orthotropia, unlike children with amblyopia, who primarily exhibited binocular disorders in the presence of strabismus. The inclusion of visual memory and spatial perception indicators in the diagnosis and monitoring of visual functions supports a more individualized approach to the medical and pedagogical care of children with ophthalmopathy.

Keywords: partial optic nerve atrophy, amblyopia, binocular vision disorders, orthotropia, strabismus

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Funding: the authors received no specific funding for this work.

For citation: Rychkova SI, Laver AB, Kuryшева NI. Comparative analysis of visual function indicators in schoolchildren with partial optic nerve atrophy and amblyopia. The EYE GLAZ. 2024;26(4):243–255. doi: 10.33791/2222-4408-2024-4-243-255

Received: 05.07.2024

Accepted: 18.10.2024

Accepted for publishing: 22.10.2024

Published: 20.20.2024

Частичная атрофия зрительного нерва (ЧАЗН) у детей представляет собой дегенеративный процесс в аксонах ганглиозных клеток сетчатки, развивающийся вследствие перинатальной или наследственной патологии [1–7]. Заболевание включает целый комплекс выраженных нарушений зрительных функций и является одной из основных причин слепоты и слабовидения у детей [1–7]. Вследствие значительных нарушений процессов зрительного восприятия у школьников с ЧАЗН необходим особый подход к их обучению в условиях инклюзивного образования [2–4, 7]. Между тем исследования в этой области направлены в основном на разработку средств, помогающих компенсировать низкую остроту зрения школьников с ЧАЗН, уделяя недостаточно внимания другим зрительным функциям [7].

Известно, что клиническая картина ЧАЗН характеризуется побледнением диска зрительного нерва, значительным снижением остроты зрения, сужением и дефектами поля зрения, а также, в большинстве случаев, сопровождается косоглазием и нистагмом [1–6].

Современные подходы к лечению ЧАЗН в основном включают нейротрофические и физиотерапевтические методы [8–11]. Кроме того, к настоящему времени в офтальмологической практике имеется значительный опыт в отношении хирургической коррекции косоглазия у пациентов с патологией сетчатки и зрительного нерва [12, 13]. При этом публикаций, посвященных особенностям диагностики бинокулярного зрения и возможностям функционального лечения выявленных нару-

шений у детей с ЧАЗН, на сегодняшний день крайне мало [3, 4, 14, 15]. При этом отсутствие бинокулярного зрения, наряду со снижением остроты зрения, у этой группы может создавать дополнительные сложности для обучения в школе, ограничивать выбор профессии и видов спорта. Это обуславливает необходимость разработки эффективной комплексной системы диагностики нарушений монокулярных и бинокулярных зрительных функций у детей с ЧАЗН и создания оптимальных маршрутов их медико-педагогического сопровождения.

Амблиопия, представляющая собой снижение остроты зрения, обусловленное дисфункциями центральных зрительных механизмов, без органической патологии органа зрения, также сопровождается сложным комплексом зрительных нарушений [16, 17]. Одними из основных причин амблиопии являются аномалии рефракции при отсутствии их оптимальной и своевременной оптической коррекции (рефракционная амблиопия), а также косоглазия (дисбинокулярная амблиопия) [16, 17]. Создание комплексной системы диагностики зрительных функций у детей с амблиопией с целью разработки эффективных способов лечения, предусматривающих индивидуальный подход к пациентам с учетом не только офтальмологических, но и психофизио-

логических особенностей, является одной из актуальных задач современной офтальмологии.

Цель: провести сравнительный анализ показателей зрительных функций у школьников с частичной атрофией зрительного нерва и амблиопией для разработки эффективной комплексной системы диагностики нарушений монокулярных и бинокулярных зрительных функций.

Материал и методы

Наблюдали 120 детей школьного возраста с ЧАЗН, имеющих характерную для данного заболевания картину глазного дна и подтвержденную электрофизиологическими исследованиями (электроретинография – ЭРГ, зрительные вызванные потенциалы – ЗВП). Из них 85 детей с косоглазием и 35 детей без косоглазия. Группа школьников с амблиопией включала 98 детей (с дисбинокулярной 40 и с рефракционной 58 детей). Контрольная группа включала 67 детей без офтальмопатологии. Исследование проводили на базе школьного отделения № 5 (для детей с офтальмопатологией) школы 1499 г. Москвы с сентября 2023 по май 2024 г. Добровольное информированное согласие родителей было получено для обследования всех школьников, находившихся под наблюдением.

Таблица 1. Клинические характеристики детей с ЧАЗН и амблиопией
Table 1. Clinical characteristics of children with PONA and amblyopia

| Клинические характеристики Clinical characteristics | | Группы пациентов Groups of patients | | | |
|---|--|--|--|---|---|
| | | ЧАЗН с косоглазием PONA with strabismus (n = 85) | ЧАЗН без косоглазия PONA without strabismus (n = 35) | Дисбинокулярная амблиопия Disbinocular amblyopia (n = 40) | Рефракционная амблиопия Refractive amblyopia (n = 58) |
| Возраст, $M \pm m$ (годы) Age, $M \pm m$ (years) | | 13,7 ± 2,6 | 14,2 ± 2,5 | 13,4 ± 2,4 | 13,2 ± 3,1 |
| Пол женский/мужской, абсолютное число детей (%) Sex (female/male), absolute number of children (%) | | 28/57 (32,9/67,1) | 21/14 (60,0/40,0) | 16/24 (40,0/60,0) | 28/30 (48,3/51,7) |
| Виды рефракции, абсолютное число детей (%) Types of refraction, absolute number of children (%) | Гиперметропия Hypermetropic | 36 (42,3) | 12 (34,3) | 16 (40,0) | 14 (24,1) |
| | Миопия Myopic | 36 (42,3) | 15 (42,9) | 10 (25,0) | 32 (55,2) |
| | Смешанный астигматизм Mixed astigmatism | 7 (8,2) | 5 (14,3) | 14 (35,0) | 12 (20,7) |
| | Афакия Aphakia | 5 (5,9) | 3 (8,6) | 0 | 0 |
| | Артифакия Artiphakia | 1 (1,2) | 0 | 0 | 0 |
| Ортотропия, абсолютное число детей (%) Orthotropy, absolute number of children (%) | | 0 | 35 (100) | 0 | 58 (100) |
| Косоглазие, абсолютное число детей (%) Strabismus, absolute number of children (%) | Расходящееся Divergent | 28 (32,9) | 0 | 12 (30,0) | 0 |
| | Сходящееся Convergent | 57 (67,1) | 0 | 28 (70,0) | 0 |
| Нистагм, абсолютное число детей (%) Nystagmus, absolute number of children (%) | | 42 (49,4) | 14 (40,0) | 0 | 0 |

Клинические характеристики детей с ЧАЗН и амблиопией представлены в таблице (табл. 1).

Согласно представленным в таблице данным исследуемые группы детей были статистически сопоставимы по возрасту ($p > 0,05$).

В группах детей с ЧАЗН с косоглазием и детей с дисбинокулярной амблиопией немного больше половины группы составляли мальчики (67,1 и 60% соответственно), в группе детей с ЧАЗН без косоглазия 60% составляли девочки, а в группе детей с рефракционной амблиопией количество девочек и мальчиков было примерно одинаковым (48,3 и 51,7% соответственно).

В группах детей с ЧАЗН количество пациентов с гиперметропической и миопической рефракцией было сопоставимым. В группе детей с дисбинокулярной амблиопией преобладала гиперметропическая рефракция и смешанный астигматизм. В группе детей с рефракционной амблиопией миопическая рефракция встречалась чаще гиперметропической. При этом миопическая рефракция у детей этой группы была средней или высокой степени с астигматизмом.

Сходящееся косоглазие в группах детей с ЧАЗН с косоглазием и детей с дисбинокулярной амблиопией диагностировали значительно чаще, чем расходящееся (у 67,1% детей с ЧАЗН и косоглазием и у 70% детей с дисбинокулярной амблиопией).

Нистагм наблюдали только у детей с ЧАЗН, при этом количество детей с нистагмом было сопоставимым в обеих группах (49,4% среди детей с ЧАЗН с косоглазием и 40% среди детей с ЧАЗН без косоглазия).

В контрольную группу исследования вошли 67 детей в возрасте $12,8 \pm 0,4$ года без признаков наличия какой-либо офтальмопатологии (острота зрения 1,0, эметропическая рефракция, ортотропия), девочек было 31 (46,3%), мальчиков – 36 (53,7%).

Всем детям проводили стандартное офтальмологическое обследование с определением остроты зрения по таблицам Сивцева – Головина (дополнительно использовали таблицы, разработанные в ИППИ РАН), рефракции (на авторефрактометре Nuvitz НКЛ-1, Корея), границ поля зрения на периметре Фёрстера. Кроме этого оценивали величину

девиации и амплитуду фузии на синоптофоре, характер зрения по четырехточечному цветотесту, наличие стереозрения по Fly-test и Lang-test, порог электрической чувствительности и электрическую лабильность (на аппарате «ЭСОМ», Россия), показатели зрительной памяти, выраженность стереокинетического эффекта.

Для исследования зрительной памяти использовали компьютерную программу «Экспо» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН) [18]. Показатели зрительной памяти оценивали, используя два вида тестовых изображений:

1) ахроматические (нецветные) с длительностью предъявления на экране монитора каждого стимула 0,4 и 2 с;

2) цветные с длительностью их предъявления также 0,4 и 2 с (рис. 1).

Серию из 10 цветных или ахроматических изображений предъявляли на экране монитора в случайном порядке в бинокулярных условиях наблюдения. При наличии у ребенка аметропии исследование проводили с оптимальной оптической коррекцией. Затем, после предъявления серии изображений, каждое использованное изображение появлялось на экране отдельно и ребенок должен был определить – видел он его уже или нет. Результат оценивали в баллах (максимальный результат оценивался в 10 баллов, минимальный в 0 баллов).

Стереокинетический эффект (СЭ) представляет собой ощущение глубины, возникающее при вращении плоских эллиптических или кольцевых изображений со смещенным центром [14, 15, 19–21]. При наблюдении таких вращающихся изображений в зрительной системе происходит анализ последовательного относительного смещения кольцевых элементов на сетчатке. Зрительная инерция при этом обеспечивает «последовательность кадров» на сетчатке, которые могут объединяться на уровне центральной нервной системы (ЦНС) в стереопары и вызывать ощущение виртуальной объемной фигуры [14, 15, 19–21].

Выраженность СЭ оценивали при помощи компьютерной программы, разработанной М.В. Жмуровым [14, 15, 19]. Для исследования СЭ использовали кольцевое изображение с эксцентри-

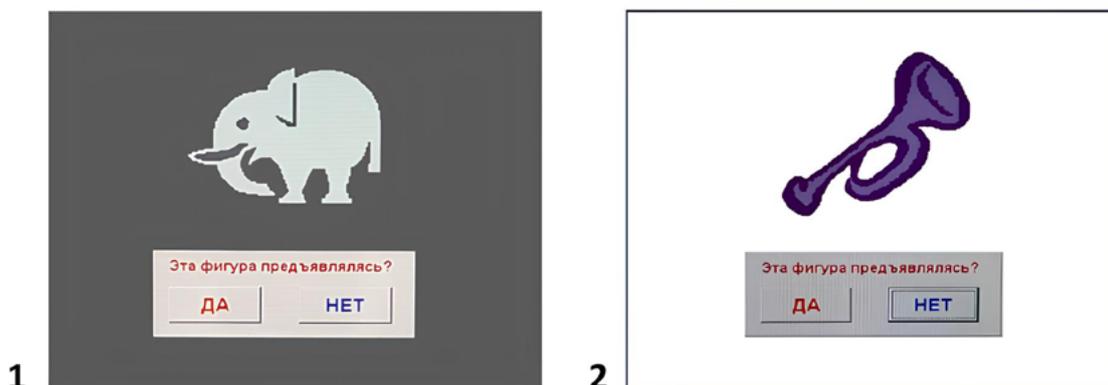


Рис. 1. Варианты тестовых изображений в компьютерной программе «Экспо»: ахроматических (1) и цветных (2)
Fig. 1. Variations of test images in the “Expo” computer program: achromatic (1) and colored (2).

ситетом (смещением центрального элемента кольцевого изображения от центра вращения) 0,4, вращающееся на экране ноутбука со скоростью 60 об/мин на расстоянии 3 м от глаз пациента (рис. 2).

Ребенка просили оценить величину воспринимаемой виртуальной объемной фигуры (обычно в виде конуса, иногда чередующегося с виртуальной воронкой), возникающей при наблюдении на экране монитора вращающегося кольцевого изображения. Исследовали СЭ в бинокулярных условиях наблюдения (когда оба глаза открыты) и монокулярных условиях наблюдения (для этого один глаз закрывали заслонкой). Для возможности оценки СЭ рядом с ноутбуком располагали семь бумажных конусов высотой 5, 10, 15, 20, 25 и 30 см, служивших эталоном для сравнения. Ребенок должен был указать бумажный конус, величина которого наиболее соответствовала величине воспринимаемого виртуального конуса или виртуальной воронки.

Порог электрической чувствительности (ПЭЧ) и электрическую лабильность (ЭЛ) определяли по стандартной методике при помощи чрезкожного электростимулятора «ЭСОМ» [8].

Для создания базы данных использовали редактор электронных таблиц Microsoft Excel, для статистической обработки данных – статистическую программу SPSS. Условием определения статистически значимых различий принимали $p \leq 0,05$.

Результаты

Результаты оценки остроты зрения (корректированной у детей с аметропией и без оптической коррекции у детей с эметропией) у детей обследованных групп представлены на диаграмме (рис. 3).

Анализируя представленные данные, нужно отметить, что самая низкая острота зрения лучше видящего глаза, хуже видящего глаза и бинокулярная



Рис. 2. Зрительный стимул для оценки выраженности стереокинетического эффекта

Fig. 2. Visual stimulus for assessing severity of stereokinetic effect

была у детей с ЧАЗН ($p < 0,001$). У детей с амблиопией острота зрения была выше, чем у детей с ЧАЗН ($p < 0,001$), но ниже, чем в контрольной группе детей без офтальмопатологии ($p < 0,001$).

При межгрупповом сравнении остроты зрения лучше видящего глаза, хуже видящего глаза и бинокулярной у детей с ЧАЗН с косоглазием и детей с ЧАЗН без косоглазия достоверной разницы не выявили ($p > 0,05$). При сравнении остроты зрения детей с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией достоверно ниже была острота зрения лучше видящего глаза у детей с рефракционной амблиопией, чем лучше видящего глаза у детей с дисбиноку-

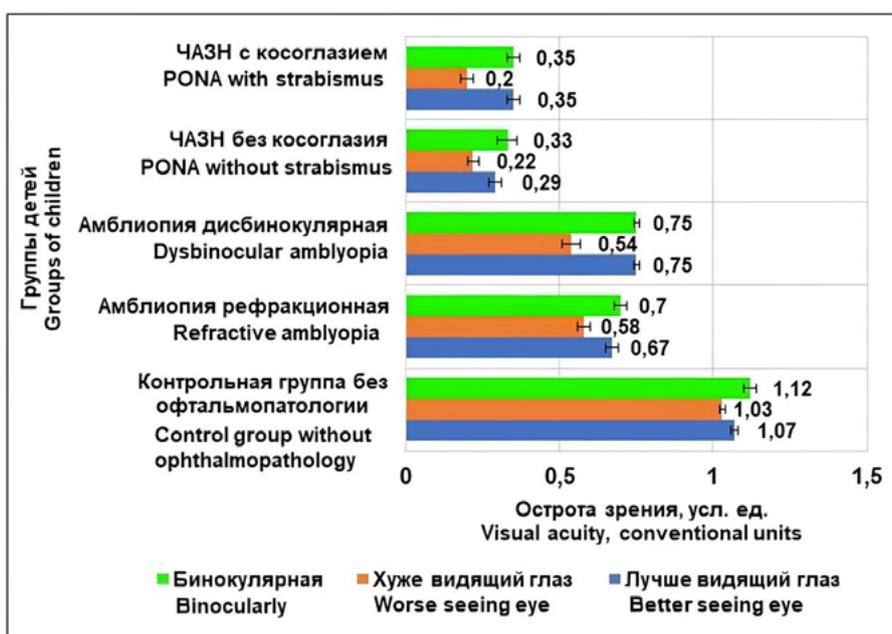


Рис. 3. Средние значения остроты зрения

Fig. 3. Mean visual acuity values



Рис. 4. Средние значения суммарных границ поля зрения
Fig. 4. Mean values of total boundaries of field of view

лярной амблиопией ($p = 0,002$). Острота зрения хуже видящего глаза и бинокулярная у детей с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией была сопоставимой ($p > 0,05$). Острота зрения хуже видящего глаза у детей как с амблиопией, так и с ЧАЗН была достоверно ниже остроты зрения лучше видящего глаза и бинокулярной ($p < 0,05$). У детей контрольной группы без офтальмопатологии острота зрения лучше видящего и хуже видящего глаза была сопоставимой и достоверно ниже бинокулярной ($p = 0,003$).

Средние значения показателей границ полей зрения (суммарно по восьми меридианам для каждого глаза) представлены на диаграмме (рис. 4).

Представленные данные демонстрируют статистически сопоставимые показатели границ полей зрения у детей с амблиопией и контрольной группы ($p > 0,05$) и достоверно сниженные у детей с ЧАЗН ($p < 0,001$). Достоверной разницы при сравнении показателей детей с ЧАЗН с косоглазием и детей с ЧАЗН без косоглазия не выявлено ($p > 0,05$), также как и при сравнении показателей детей с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией ($p > 0,05$).

Результаты исследования электрофизиологических показателей (порога электрической чувствительности и электрической лабильности) также представлены на диаграммах (рис. 5, 6).

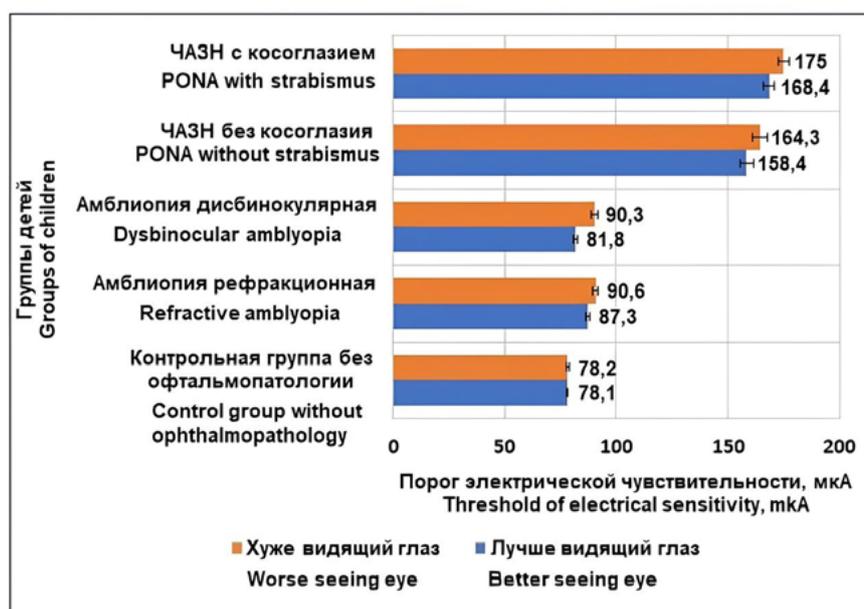


Рис. 5. Средние значения порога электрической чувствительности
Fig. 5. Mean values of electrical sensitivity threshold

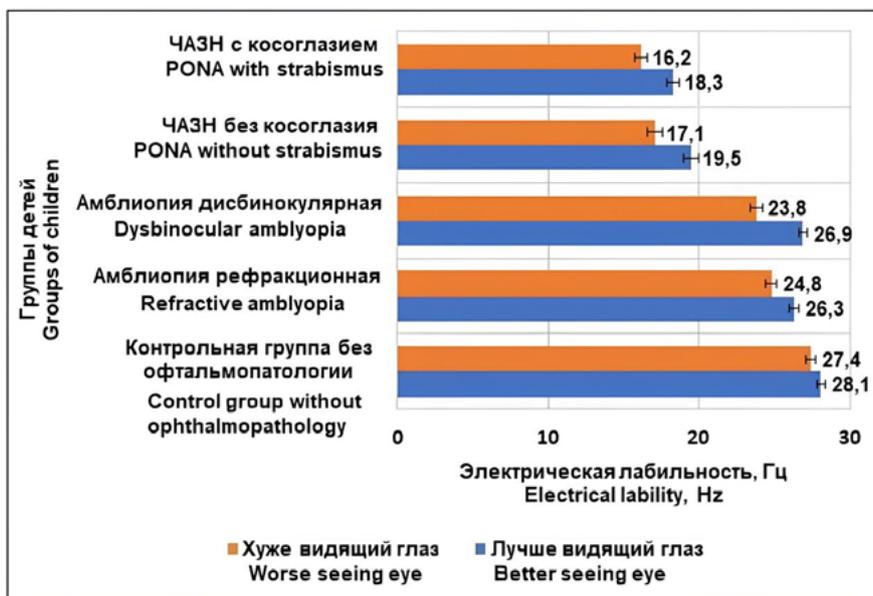


Рис. 6. Средние значения электрической лабильности
Fig. 6. Mean values of electrical lability

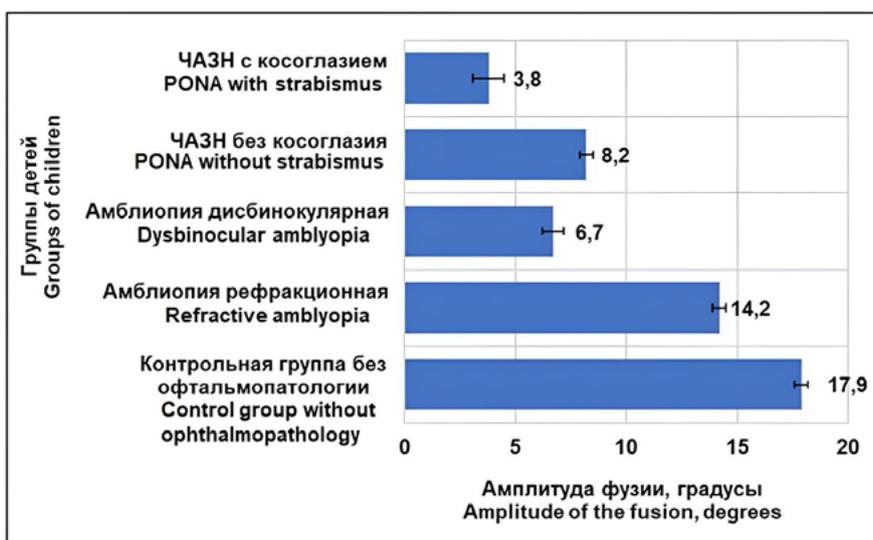


Рис. 7. Средние значения амплитуды фузии
Fig. 7. Mean values of fusion amplitude

Нужно отметить значительное повышение порогов электрической чувствительности (ПЭЧ) и снижение электрической лабильности (ЭЛ) у детей с ЧАЗН по сравнению как с контрольной группой детей без офтальмопатологии, так и по сравнению с детьми с амблиопией ($p < 0,001$). Между тем, у детей с амблиопией (как дисбинокулярной, так и рефракционной) показатели ПЭЧ были достоверно выше, а показатели ЭЛ – ниже показателей контрольной группы детей без офтальмопатологии ($p < 0,05$). Показатели для лучше видящего и хуже видящего глаза в контрольной группе детей были сопоставимы. В группе детей с ЧАЗН без косоглазия показатели ПЭЧ для лучше видящего и хуже видящего глаза были статистически сопоставимы, но показатели ЭЛ были ниже для хуже

видящего глаза ($p < 0,001$). В остальных группах детей показатели ПЭЧ были достоверно выше, а ЭЛ ниже для хуже видящего глаза, чем для лучше видящего ($p < 0,05$).

Величина девиации при исследовании на синоптофоре составила в среднем $8,47 \pm 0,46^\circ$ у детей с ЧАЗН с косоглазием и $8,13 \pm 0,16^\circ$ у детей с дисбинокулярной амблиопией, что было статистически сопоставимо ($p = 0,88$). При этом количество детей с нормальной корреспонденцией сетчаток в группе детей с ЧАЗН с косоглазием составило 32 (37,7%) ребенка, в группе с дисбинокулярной амблиопией – 25 (62,5%). У всех детей с ЧАЗН без косоглазия, рефракционной амблиопией и контрольной группы без офтальмопатологии отмечена нормальная корреспонденция сетчаток.

Амплитуду фузии (сумму конвергентных и дивергентных фузионных резервов) оценивали у всех детей с нормальной корреспонденцией сетчаток. Результаты этого исследования представлены на диаграмме (рис. 7).

Сравнивая показатели амплитуды фузии в обследуемых группах детей нужно отметить наибольшие значения у детей без офтальмопатологии, а наименьшие – у детей с ЧАЗН с косоглазием ($p < 0,001$). Сравнение амплитуды фузии у детей с ЧАЗН с косоглазием демонстрировало достоверно меньшие значения, чем у детей с дисбинокулярной амблиопией ($p = 0,003$). При этом у детей с ЧАЗН без косоглазия значения амплитуды фузии были также достоверно меньше, чем у детей с рефракционной амблиопией и детей без офтальмопатологии ($p < 0,001$), но больше, чем у детей с дисбинокулярной амблиопией и детей с ЧАЗН с косоглазием ($p < 0,05$).

Характер зрения и способность к стереовосприятию оценивали у всех детей. Результаты этого этапа исследования представлены в таблицах (табл. 2, 3).

Как видно из представленных в таблицах данных, только у 5 (5,9%) детей с ЧАЗН с косоглазием

и 14 (35%) детей с дисбинокулярной амблиопией характер зрения был бинокулярным неустойчивым. Детей с монокулярным характером зрения в группе с ЧАЗН с косоглазием было на 23,7% больше, чем в группе с дисбинокулярной амблиопией. Все дети с рефракционной амблиопией имели устойчивый бинокулярный характер зрения, так же как дети без офтальмопатологии. При этом к стереовосприятию с Fly-test (предусматривающем использование контурных стимулов) были способны двое детей с ЧАЗН с косоглазием (имевших неустойчивый бинокулярный характер зрения), 48,6% детей с ЧАЗН без косоглазия, 15% детей с дисбинокулярной амблиопией (также имевших неустойчивый бинокулярный характер зрения), большинство (94,8%) детей с рефракционной амблиопией и все дети без офтальмопатологии. Нужно отметить, что среди 14 детей с ЧАЗН без косоглазия, но с нистагмом семь детей были способны к стереовосприятию с Fly-test и семь детей – не способны. С Lang-test (более сложным, случайно-точечным) все дети без офтальмопатологии и большинство (86,2%) детей с рефракционной амблиопией были способны к сте-

Таблица 2. Распределение детей в зависимости от характера зрения

Table 2. Distribution of children based on the type of vision

| Группы пациентов Group of patients | | Распределение детей в зависимости от характера зрения, абсолютное число (%) Grouping of children based on their type of vision, absolute number (%) | | | |
|---|--|--|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | | Бинокулярный Binocular | | Одновременный Simultaneous | Монокулярный Monocular |
| | | Устойчивый Stable | Неустойчивый Unstable | | |
| ЧАЗН PONA | с косоглазием ($n = 85$) with strabismus ($n = 85$) | 0 | 5 (5,9) | 28 (32,9) | 52 (61,2) |
| | без косоглазия ($n = 35$) without strabismus ($n = 35$) | 21 (60) | 14 (40) | 0 | 0 |
| Амблиопия Amblyopia | дисбинокулярная ($n = 40$) disbinocular ($n = 40$) | 0 | 14 (35,0) | 11 (27,5) | 15 (37,5) |
| | рефракционная ($n = 58$) refractive ($n = 58$) | 58 (100) | 0 | 0 | 0 |
| Контрольная группа ($n = 67$) Control group ($n = 67$) | | 67 (100) | 0 | 0 | 0 |

Таблица 3. Количество детей с наличием стереозрения по Fly-test и Lang-test

Table 3. Number of children with stereovision according to Fly-test and Lang-test

| Группы пациентов Group of patients | | Количество детей с наличием стереозрения, абсолютное число (%) Number of children with stereovision, absolute number (%) | |
|---|--|---|-----------|
| | | Fly-test | Lang-test |
| ЧАЗН PONA | с косоглазием ($n = 85$) with strabismus ($n = 85$) | 2 (2,4) | 0 |
| | без косоглазия ($n = 35$) without strabismus ($n = 35$) | 17 (48,6) | 0 |
| Амблиопия Amblyopia | дисбинокулярная ($n = 40$) disbinocular ($n = 40$) | 6 (15,0) | 0 |
| | рефракционная ($n = 58$) refractive ($n = 58$) | 55 (94,8) | 50 (86,2) |
| Контрольная группа ($n = 67$) Control group ($n = 67$) | | 67 (100) | 67 (100) |

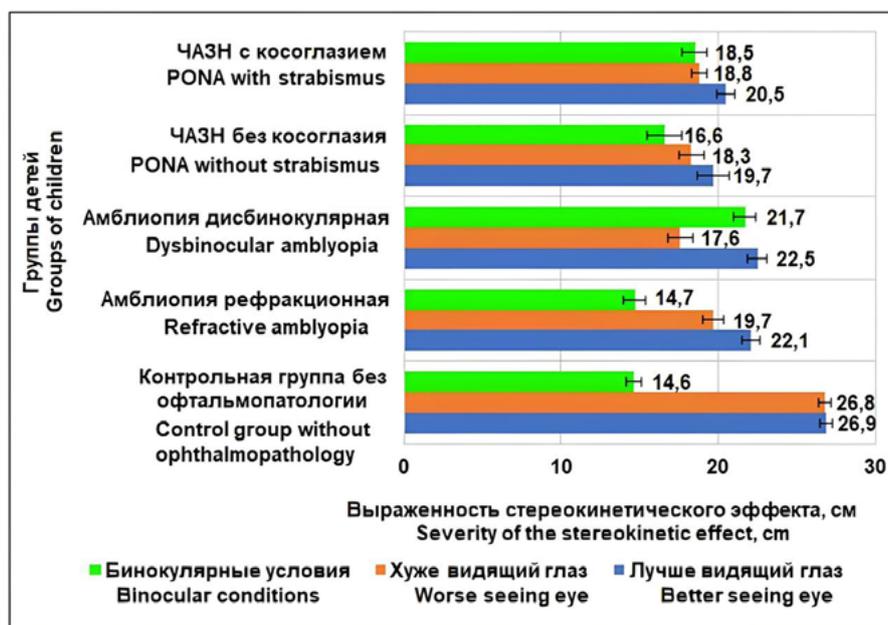


Рис. 8. Средние значения выраженности стереокинетического эффекта

Fig. 8. Mean values of severity of stereokinetic effect

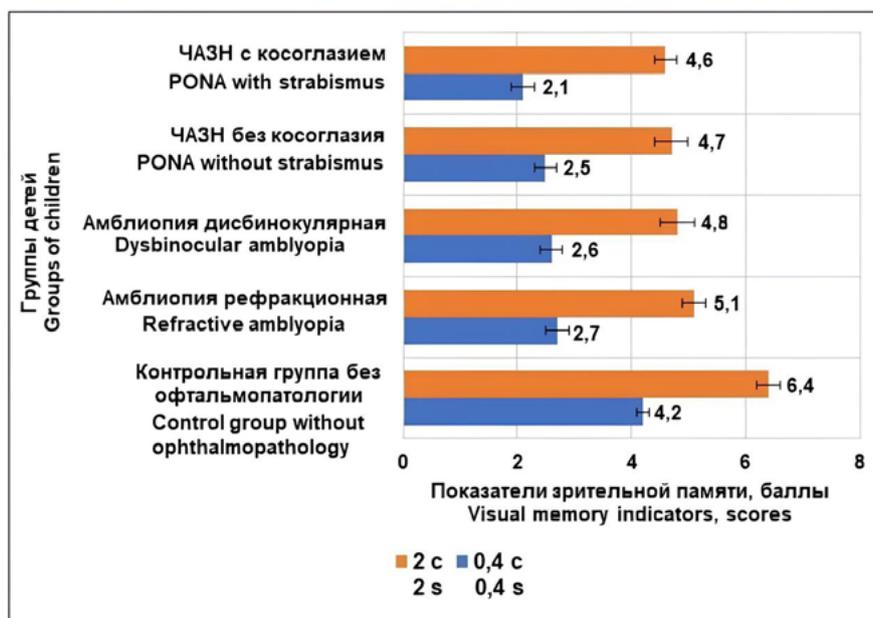


Рис. 9. Средние значения показателей зрительной памяти при исследовании с ахроматическими стимулами

Fig. 9. Mean values of visual memory indicators in study with achromatic stimuli

реовосприятию. У остальных детей Lang-test был отрицательным.

Выраженность стереокинетического эффекта (СЭ) оценивали у всех обследованных детей в монокулярных и бинокулярных условиях наблюдения (рис. 8).

Представленные данные демонстрируют снижение монокулярных показателей (при наблюдении одним глазом вращающихся на экране монитора кольцевых элементов) выраженности СЭ у детей как с ЧАЗН, так и с амблиопией по сравнению с показателями детей без офтальмопатологии ($p < 0,001$). Таким образом, воспринимаемая в виде конуса фи-

гура при монокулярном наблюдении вращающихся кольцевых элементов казалась детям с ЧАЗН и с амблиопией менее объемной, чем детям контрольной группы. Бинокулярные показатели (при наблюдении двумя глазами вращающихся на экране монитора кольцевых элементов) детей с ЧАЗН без косоглазия, детей с рефракционной амблиопией и детей без офтальмопатологии были сопоставимы ($p > 0,05$). Статистически сопоставимы также были бинокулярные и монокулярные показатели при межгрупповом сравнении детей с ЧАЗН с косоглазием и без косоглазия ($p > 0,05$). При межгрупповом сравнении по-

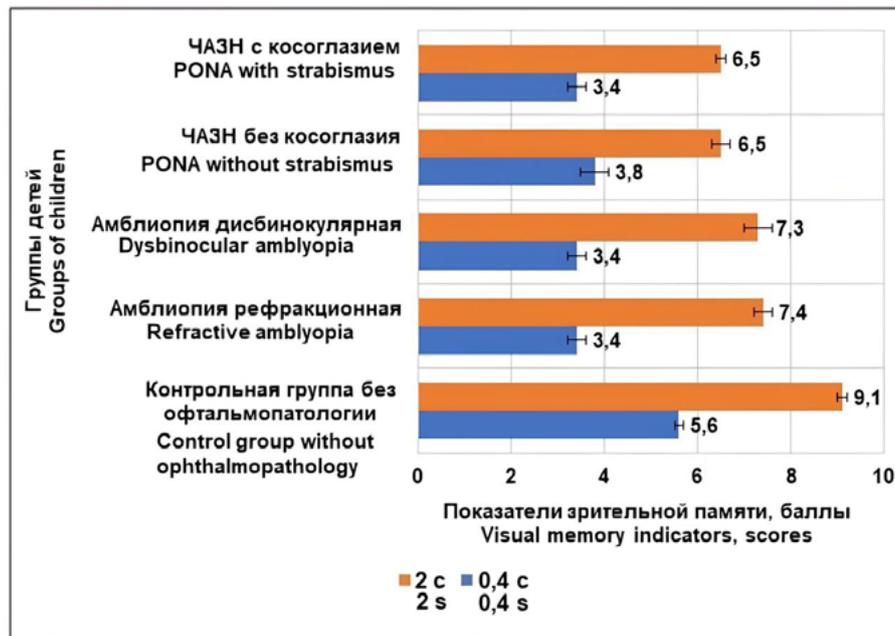


Рис. 10. Средние значения показателей зрительной памяти при исследовании с цветными стимулами
Fig. 10. Mean values of visual memory indicators in study with color stimuli

казателей детей с амблиопией были выявлены более высокие бинокулярные значения (конус при наблюдении вращающихся кольцевых элементов воспринимался более объемным) у детей с дисбинокулярной амблиопией ($p < 0,001$) и сопоставимые монокулярные значения ($p > 0,05$).

Результаты оценки зрительной оперативной (рабочей) памяти, представленные на диаграммах, демонстрируют более высокие значения для цветных стимулов по сравнению с ахроматическими и для времени предъявления 2 с по сравнению с 0,4 с во всех группах детей ($p < 0,001$) (рис. 9, 10).

При межгрупповом сравнении показатели детей без офтальмопатологии были достоверно выше, чем у детей с ЧАЗН и у детей с амблиопией как для ахроматических, так и для цветных стимулов при обеих скоростях их предъявления ($p < 0,001$). Статистически сопоставимыми были показатели детей с ЧАЗН с косоглазием и без косоглазия, а также детей с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией ($p > 0,05$). При сравнении показателей детей с ЧАЗН с косоглазием и детей с дисбинокулярной амблиопией более высокие значения отмечены у детей с дисбинокулярной амблиопией для ахроматических стимулов со скоростью предъявления 0,4 с ($p = 0,05$) и для цветных стимулов при скорости предъявления 2 с ($p > 0,002$). При сравнении показателей детей с ЧАЗН без косоглазия и детей с рефракционной амблиопией более высокие значения были у детей с рефракционной амблиопией для цветных стимулов при скорости их предъявления 2 с ($p = 0,004$).

Обсуждение

Результаты сравнительной оценки остроты зрения у детей с ЧАЗН и амблиопией демонстрируют более значительное снижение остроты зрения у детей с ЧАЗН по сравнению как с дисбинокулярной,

так и рефракционной амблиопией, что обусловлено органическими нарушениями проводящих путей зрительного анализатора при ЧАЗН.

У детей с амблиопией не наблюдали сужения полей зрения, а у детей с ЧАЗН оно было значительным, что также связано с органическими изменениями зрительного нерва. При этом показатели полей зрения у детей с ЧАЗН с косоглазием были сопоставимы с показателями детей с ЧАЗН без косоглазия.

Наши наблюдения согласуются с данным литературы, демонстрирующими значительное снижение остроты зрения у детей с ЧАЗН до 0,1–0,3, а в тяжелых случаях и ниже 0,1 [1–7]. Снижение центрального зрения в сочетании с нарушениями периферического зрения, также характерными для данного заболевания, создает существенные трудности для школьного обучения и пространственной ориентации таких детей [7].

Органическими причинами обусловлено повышение порогов электрической чувствительности и снижение электрической лабильности у детей с ЧАЗН по сравнению как с нормой, так и с детьми с амблиопией, что также согласуется с данными других авторов, отмечающих высокие пороги электрической чувствительности и низкую электрическую лабильность у пациентов с ЧАЗН [8, 9]. Однако несмотря на то что электрофизиологические показатели у детей с амблиопией были лучше, чем у детей с ЧАЗН, они не достигали нормальных показателей (как при дисбинокулярной, так и при рефракционной амблиопии). Вероятно, это связано с процессами центрального торможения обработки зрительной информации, поступающей от нормально функционирующей сетчатки и зрительного нерва.

Косоглазие нередко сопровождает ЧАЗН и в ряде случаев требует хирургического лечения [12, 13]. Несмотря на то что, по нашим данным, величина

девиации у детей с ЧАЗН с косоглазием была сопоставима с величиной девиации детей с дисбинокулярной амблиопией, показатели амплитуды фузии у детей с ЧАЗН с косоглазием были достоверно ниже, чем у детей с дисбинокулярной амблиопией, что свидетельствует о более выраженных сенсорно-моторных нарушениях у детей с косоглазием на фоне ЧАЗН, чем у детей с косоглазием, но на фоне нормального состояния глазного дна. При этом нужно отметить, что и у детей с рефракционной амблиопией наблюдали достоверное уменьшение амплитуды фузии по сравнению с офтальмологически здоровыми детьми, что может отражать неблагоприятное влияние процессов центрального торможения зрительной информации на моторный компонент бинокулярного механизма.

При исследовании характера зрения у детей с ЧАЗН обращает на себя внимание наличие неустойчивого бинокулярного зрения у 40% детей с ЧАЗН без косоглазия. Данное явление, вероятно, можно объяснить появлением неустойчивости бификсации у этих детей в условиях анаглифного разделения полей зрения на фоне низкой остроты зрения. Отсутствие стереозрения с Lang-test у детей с ЧАЗН без косоглазия, возможно, тоже связано с низкой остротой зрения, так как тестовое изображение состоит из случайно расположенных мелких точек, плохо различимых при низкой остроте зрения. Между тем, и по Fly-test, включающем довольно крупные контурные тестовые изображения, только 48,6% детей с ЧАЗН без косоглазия были способны к стереовосприятию. При этом наличие в этой группе нистагма у семи детей, способных к стереовосприятию по Fly-test, и у семи детей не способных свидетельствует об имеющихся у детей с отсутствием стереозрения нарушениях вергентных микродвижений глаз, необходимых для «сканирования», вызываемого тестовым изображением стереообраза.

Проведенное нами исследование СЭ позволило оценить силовые соотношения монокулярного и бинокулярного механизмов у детей с ЧАЗН. В предыдущих работах было показано, что при нормальном соотношении монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия выраженность СЭ в бинокулярных условиях наблюдения достоверно ниже, чем в монокулярных, а у пациентов с нарушениями бинокулярного зрения (при косоглазии, амблиопии, ЧАЗН) выраженность СЭ в бинокулярных условиях приближается к показателям в монокулярных условиях наблюдения [14, 15, 19, 21]. Это явление связано с тем, что в монокулярных условиях (отдельно каждым глазом) при наблюдении вращающегося кольцевого изображения с эксцентриситетом действует только монокулярный механизм пространственного восприятия, для которого главным признаком глубины является суммация последовательных смещений проекций объекта на сетчатке. В бинокулярных условиях наблюдения зрительная информация о том, что экран, на который одновременно смотрят оба глаза, является плоской поверхностью (так как проекция самого

экрана соответствует корреспондирующим зонам сетчаток), вступает в противоречие с монокулярными сигналами о смещении кольцевых элементов вращающегося изображения. Если преобладающим механизмом пространственного восприятия является бинокулярный, то выраженность СЭ в бинокулярных условиях меньше, если силовые отношения «сдвинуты» в сторону монокулярного механизма – уменьшения выраженности СЭ в бинокулярных условиях не происходит и, кроме того, может наблюдаться общее снижение как монокулярных, так и бинокулярных показателей [1, 15, 19–21].

В представленной работе полученные результаты также демонстрируют сдвиг силовых отношений в сторону монокулярного механизма пространственного восприятия у детей как с ЧАЗН, так и с амблиопией за счет снижения монокулярных показателей (особенно хуже видящего глаза) и повышения бинокулярных показателей по сравнению с нормой. Нужно отметить отсутствие достоверной разницы показателей детей с ЧАЗН с косоглазием и без косоглазия. При этом у детей с дисбинокулярной амблиопией бинокулярные значения СЭ были более высокими по сравнению со значениями детей с рефракционной амблиопией. Это свидетельствует о более значительном сдвиге в сторону монокулярного механизма пространственного восприятия у детей с дисбинокулярной амблиопией и об общем угнетении как монокулярного, так и бинокулярного механизма пространственного восприятия у детей с ЧАЗН.

Исследование зрительной рабочей памяти показало более высокие показатели для цветных стимулов, чем для ахроматических, во всех обследованных группах детей, что может объясняться одновременным участием двух каналов проведения зрительной информации при предъявлении цветных стимулов – восприятия формы и восприятия цвета.

При этом показатели как с цветными, так и с ахроматическими стимулами были достоверно ниже у детей как с ЧАЗН, так и с амблиопией по сравнению с нормой. Вероятно, у детей с ЧАЗН это может объясняться ухудшением качества проведения и обработки зрительной информации вследствие органических поражений проводящих путей, а у детей с амблиопией – процессами торможения зрительной информации на уровне центральных отделов зрительного анализатора.

Таким образом, в результате проведенного исследования были выявлены нарушения бинокулярного зрения и снижение зрительной памяти у школьников как с ЧАЗН, так и с амблиопией. Между тем нарушения бинокулярных зрительных функций при амблиопии наблюдались в основном у детей с косоглазием (дисбинокулярным видом амблиопии), а при ЧАЗН были характерны для детей как с косоглазием, так и без косоглазия. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования в диагностике и мониторинге зрительных функций у детей с ЧАЗН и амблиопией, наряду со стандартными офтальмологическими

методами, исследования показателей зрительной памяти и пространственного восприятия. Это будет способствовать более индивидуальному подходу к медико-педагогическому сопровождению детей с офтальмопатологией, а также разработке новых эффективных методов лечения, направленных не только на улучшение основных зрительных функций при данных заболеваниях, но и на развитие зрительной памяти и пространственного восприятия у таких пациентов.

Выводы

1. У детей с частичной атрофией зрительного нерва наряду со значительным снижением остроты зрения, сужением полей зрения, повышением порога электрической чувствительности и снижением электрической лабильности, обусловленными органической патологией проводящих зрительных пу-

Вклад авторов:

Концепция исследования, написание текста: С.И. Рычкова.
Набор материала и его статистическая обработка: А.Б. Лавер.
Обсуждение и редактирование текста: Н.И. Курешева.

Литература / References

1. Федорова СН, Белова ОВ. Структура и причины врожденных атрофий зрительного нерва в Хабаровском крае. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2004;S(38):225–227.
Fedorova SN, Belova OV. Structure and causes of congenital optic nerve atrophy in the Khabarovsk territory. *Bulletin of Orenburg State University*. 2004;S(38):225–227. (In Russ.)
2. Закирова ГЗ, Миннегалиева АЗ. Хирургическое лечение атрофии зрительного нерва у детей: методики, эффективность. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2021;3(85):67–70. doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-70
Zakirova GZ, Minnegalieva AZ. Surgical treatment of optic nerve atrophy in children: methods and effectiveness. *Pacific Medical Journal*. 2021;3(85):67–70. (In Russ.) doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-70
3. Brodsky MC. Optic atrophy in children. In: *Pediatric Neuro-Ophthalmology*. N.Y.: Springer; 2009;155–211.
4. Turan KE, Sekeroglu HT, Koc I, Sanac AS. Bilateral optic disc pathologies as an accompanying feature of comitant strabismus in children. *Int Ophthalmol*. 2018;38:425–428. doi: 10.1007/s10792-017-0474-x6
5. Мазурина ОВ, Егоров ВВ, Смолякова ГП. Новый диагностический подход к раннему выявлению перинатальной атрофии зрительного нерва. *Практическая медицина*. 2018;114(3):118–122.
Mazurina OV, Egorov VV, Smolyakova GP. A new diagnostic approach for early detection of perinatal optic nerve atrophy. *Practical medicine*. 2018;114(3):118–122. (In Russ.)
6. Peragallo JH, Keller S, van der Knaap MS, et al. Retinopathy and optic atrophy: Expanding the phenotypic spectrum of pathogenic variants in the AARS2 gene. *Ophthalmic Genetics*. 2018;39(1):99–107.
7. Егорова ТС. Значение индивидуальной программы реабилитации (абилитации) для детей – инвалидов по зрению. *Росс офтальмол журн*. 2018;11(1):67–73. doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-67-73
Egorova TS. The importance of an individual rehabilitation (habilitation) program for visually impaired children. *Russian*

тей, наблюдаются также нарушения бинокулярных зрительных функций в виде уменьшения амплитуды фузии, отсутствия бинокулярного и стереозрения, доминирования монокулярного механизма пространственного восприятия.

2. Нарушения бинокулярных зрительных функций выявляются при ЧАЗН как с косоглазием, так и без косоглазия, в то время как у пациентов с амблиопией они характерны в основном для дисбинокулярной формы.

3. Снижение показателей зрительной памяти наблюдается как у детей с частичной атрофией зрительного нерва, так и у детей с амблиопией, что может быть обусловлено в первом случае ухудшением качества проведения и обработки зрительной информации вследствие органического поражения проводящих зрительных путей, а во втором – процессами торможения зрительной информации на уровне центральных отделов зрительного анализатора.

Author's contributions:

The concept of research, writing the text: S.I. Rychkova.
A set of material and its statistical processing: A.B. Laver.
Discussion and editing of the text: N.I. Kuryшева.

8. Бикбов ММ, Сафин ШМ, Муслимова ЗР и др. Чрескожная электростимуляция у пациентов с частичной атрофией зрительного нерва вследствие опухоли хиазмально-селлярной области. *Офтальмологические ведомости*. 2014;7(3):77–83.
Bikbov MM, Safin SM, Muslimova ZR, et al. The use of transcutaneous electric stimulation in patients with partial optic nerve atrophy due to chiasmo-sellar region tumors. *Ophthalmology reports*. 2014;7(3):77–83. (In Russ.)
9. Патеюк ЛС, Дракон АК, Шелудченко ВМ, Корчажкина НБ. Физические методы лечения в офтальмологии. *Росс офтальмол журн*. 2022;15(1):146–152. doi:10.21516/2072-0076-2022-15-1-146-152
Pateyuk LS, Drakon AK, Sheludchenko VM, Korchazhkina NB. Physical methods of treatment in ophthalmology. *Russian Ophthalmological Journal*. 2022;15(1):146–152. (In Russ.) doi: 10.21516/2072-0076-2022-15-1-146-152
10. Выборная ТР, Давыдов ДВ. Частичная атрофия зрительного нерва: патогенез и методы лечения (обзор литературы). *Московский хирургический журнал*. 2016;6:20–24.
Vybornaya TR, Davydov DV. Partial optic nerve atrophy: pathogenesis and methods of treatment (literature review). *Moscow Surgeon Journal*. 2016;6:20–24. (In Russ.)
11. Поваляева ДА, Сорокин ЕЛ, Данилова ЛП и др. Исследование клинической эффективности комплексного лечения частичной атрофии зрительного нерва. *Вестник российских университетов*. 2014;19(4):1196–1199.
Povalyayeva DA, Sorokin EL, Danilova LP, et al. Research on the clinical efficiency of complex treatment of partial optic nerve atrophy. *Bulletin of Russian Universities*. 2014;19(4):1196–1199. (In Russ.)
12. Макаров ВК. Комплексный одномоментный метод лечения вторичного косоглазия и частичной атрофии зрительного нерва у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2010;5(2):28–30. doi: 10.17816/trpj3744411
Makarov VK. Complex simultaneous method for treating secondary squint and partial optic nerve atrophy in children.

- Russian Pediatric Ophthalmology*. 2010;5(2):28–30. (In Russ.) doi: 10.17816/rpoj37444
13. Писаревская ОВ, Бачалдина ЛН, Гаспарян МА. Современные подходы к зрительной реабилитации пациентов с нейромоторными нарушениями. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022;7(1):90–95. doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.11
Pisarevskaya OV, Bachaldina LN, Gasparyan MA. Modern approaches to visual rehabilitation of patients with neuromotor disorder. *Acta Biomedica Scientifica*. 2022;7(1):90–95. (In Russ.) doi: 10.29413/ABS.2022-7.1.11
14. Рычкова СИ, Сандимиров РИ, Кособуцкая ЛВ. Зависимость стереокинетического эффекта от скорости вращения и эксцентриситета тестового изображения у детей с частичной атрофией зрительного нерва. *Физиология человека*. 2019;45(4):13–22. doi: 10.1134/S0131164619040143
Rychkova SI, Sandimirov RI, Kosobutskaia LV. Dependence of the stereokinetic effect on the rotation speed and eccentricity of the test image in children with partial optic nerve atrophy. *Human Physiology*. 2019;45(4):13–22. (In Russ.) doi: 10.1134/S0131164619040143
15. Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Монокулярная оценка глубины (обзор литературы). *The EYE ГЛАЗ*. 2022;24(1):43–54. doi: 10.33791/2222-4408-2022-1-43-54
Rychkova SI, Likhvantseva VG. Monocular depth estimation (Literature Review). *The EYE GLAZ*. 2022;24(1):43–54. (In Russ.) doi: 10.33791/2222-4408-2022-1-43-54
16. Маглакелидзе НМ, Зуева МВ. Амблиопия и бинокулярное зрение. *Росс офтальмол журн*. 2017;2:97–102.
Maglakelidze NM, Zueva MV. Amblyopia and binocular vision. *Russian Ophthalmological Journal*. 2017;2:97–102. (In Russ.)
17. Kämpf U, Rychkova S, Lehnert R, et al. Visual acuity increase in meridional amblyopia by exercises with moving gratings as

Сведения об авторах

Рычкова Светлана Игоревна*, доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, ведущий научный сотрудник лаборатории «Зрительные системы» ФГБУН «Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича» РАН; доцент кафедры глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; доцент кафедры офтальмологии ФДПО ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России; e-mail: lana.rych@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

Лавер Александр Богданович, врач-офтальмолог, аспирант кафедры глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1637-4712>

Курышева Наталия Ивановна, доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>

- compared to stationary gratings. *Strabismus*. 2022;30(2):99–110. doi: 10.1080/09273972.2022.2062007
18. Васильева НН, Рожкова ГИ. Тренировка бинокулярных зрительных функций у младших школьников с трудностями в чтении как фактор коррекционной работы. *Новые исследования*. 2011;1(28):5–17.
Vasilyeva NN, Rozhkova GI. Training of binocular visual functions in junior schoolchildren with reading difficulties as a factor in correctional work. *New researches*. 2011;1(28):5–17. (In Russ.)
19. Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Взаимоотношения монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия до и после функционального лечения у детей с послеоперационной остаточной микродевиацией. *Офтальмохирургия*. 2019;4:42–49. doi: 10.25276/0235-4160-2019-4-42-49
Rychkova SI, Likhvantseva VG. The relationship between monocular and binocular mechanisms of spatial perception before and after functional treatment in children with postoperative residual microdeviation. *Ophthalmosurgery*. 2019;4:42–49. (In Russ.) doi: 10.25276/0235-4160-2019-4-42-49
20. Mogylev LN, Rychkov IL, Rizolatti G. Alcune osservazioni sui fenomeni stereocinetici. *Boll Soc Italiana Biologia Sperimentale*. 1978;5(18):1763–1768.
21. Рычкова СИ, Васильева НН. Взаимоотношение монокулярных и бинокулярных механизмов пространственного восприятия при разных видах амблиопии. *Сенсорные системы*. 2011;2:119–130.
Rychkova SI, Vasilyeva NN. The relationship between monocular and binocular mechanisms of spatial perception in different types of amblyopia. *Sensory systems*. 2011;2:119–130. (In Russ.)

Information about the authors

Svetlana I. Rychkova, Dr. Sci. (Med.), Ophthalmologist, Lead Researcher at the “Visual Systems” Laboratory of the Kharkevich Institute for Information Transmission Problems; Associate Professor at the Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency; Associate Professor at the Department of Ophthalmology of the Faculty of Continuing Professional Education of the Pirogov Russian National Research Medical University; e-mail: lana.rych@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

Alexander B. Laver, Ophthalmologist, Graduate Student, Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency; ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1637-4712>

Natalia I. Kurysheva, Dr. Sci. (Med.), Ophthalmologist, Professor, Head of the Department of Eye Diseases of the Medico-biological University of Innovation and Continuing Education of Russian State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2265-6671>