

Анализ эффективности использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва



И.Э. Азнаурян¹ С.И. Рычкова^{2,3,4}

С.Г. Агагулян¹, В.О. Баласанян¹, Н.И. Курышева⁴, А.Б. Лавер⁴

¹ ЦОЗДиП «Ясный Взор»

ул. Новоалексеевская, 23, Москва, 129626, Российская Федерация

² Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
Большой Каретный переулок, 19, Москва, 127051, Российская Федерация

³ ФГАОВ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Островитянова, 1, Москва, 117997, Российская Федерация

⁴ Медико-биологический университет инноваций и непрерывного образования
ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Федерального медико-биологического агентства
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):84–91

Работа посвящена одной из актуальных проблем современной офтальмологии — исследованию возможностей использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении пациентов с врожденной частичной атрофией зрительного нерва (ЧАЗН).

Цель — проанализировать эффективность использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва. **Пациенты и методы.** Наблюдали 22 пациентов с врожденной ЧАЗН в возрасте от 10 до 25 (в среднем $16,3 \pm 0,8$) лет. Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием оценивали величину девиации и амплитуды фузии при помощи компьютерной программы «Нлинок», а также показатели зрительной памяти при помощи компьютерной программы «Экспло», для оценки выраженности стереокинетического эффекта (СЭ) использовали компьютерную программу, содержащую кольцевое изображение, вращение которого на экране монитора компьютера вызывало иллюзию объемной фигуры; определяли порог электрической чувствительности (ПЭЧ) и электрическую лабильность (ЭЛ) по стандартной методике при помощи чрескожного электростимулятора «ЭСКОМ». В качестве метода функционального лечения использовали занятия с жидкокристаллическими очками (ЖКО) Strabo Glasses. **Результаты.** После использования ЖКО острота зрения лучше видящего глаза повысилась в среднем с $0,32 \pm 0,04$ до $0,44 \pm 0,04$ и хуже видящего глаза — с $0,25 \pm 0,03$ до $0,4 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) на фоне улучшения электрофизиологических показателей — снижения ПЭЧ и повышения ЭЛ ($p < 0,001$). Наблюдалось уменьшение величины девиации и увеличение амплитуды фузии ($p < 0,001$). Количество пациентов с устойчивым бинокулярным зрением увеличилось с 59,1 до 77,3%. Наблюдалось улучшение показателей зрительной памяти при исследовании как с цветными, так и с ахроматическими зрительными стимулами ($p < 0,05$). Выраженность СЭ увеличилась в монокулярных условиях наблюдения и уменьшилась в бинокулярных ($p < 0,05$), что свидетельствовало о нормализации взаимодействия монокулярного и бинокулярного механизма пространственного восприятия.

Заключение. Занятия с ЖКО Strabo Glasses являются достаточно эффективным методом функционального лечения врожденной ЧАЗН. Данный метод позволяет повысить монокулярную и бинокулярную остроту зрения; улучшить электрофизиологические показатели; уменьшить величину девиации и увеличить амплитуду фузии; улучшить характер зрения; нормализовать взаимодействие монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия; улучшить показатели зрительной памяти.

Ключевые слова: частичная атрофия зрительного нерва, жидкокристаллические очки, функциональное лечение

Для цитирования: Азнаурян И.Э., Рычкова С.И., Агагулян С.Г., Баласанян В.О., Курышева Н.И., Лавер А.Б. Анализ эффективности использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва. *Офтальмология*. 2025;22(1):84–91. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-84-91>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Analysis of the Effectiveness of the Use of Liquid Crystal Glasses in the Functional Treatment of Congenital Partial Atrophy of the Optic Nerve

I.E. Aznauryan¹, S.I. Rychkova^{2,3,4}, S.G. Agagulyan¹, V.O. Balasanyan¹, N.I. Huryшева⁴, A.B. Laver⁴

¹ The Association of Pediatric Ophthalmology Clinics “Yasniy Vzor”
Novoalekseevskaya str., 23, Moscow, 129626, Russian Federation

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

³ Pirogov Russian National Research Medical University
Ostrovityanov str., 1, Moscow, 117997, Russian Federation

⁴ Medico-Biological University of Innovation and Continuing Education
of Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of FMBA Russia
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):84–91

The work is devoted to one of the actual problems of modern ophthalmology — the study of the possibilities of using liquid crystal glasses in the functional treatment of patients with congenital partial atrophy of the optic nerve (PAON). **The purpose** is to evaluate the effectiveness of the use of liquid crystal glasses in the functional treatment of congenital partial atrophy of the optic nerve. **Patients and methods.** 22 patients with congenital PAON aged from 10 to 25 (on average 16.3 ± 0.8) years were observed. Along with a standard ophthalmological examination, the deviation value and amplitude of fusion were evaluated using the computer program “Klinok”, as well as visual memory indicators were determined using the computer program “Expo”. To assess the severity of the stereokinetic effect, a computer program containing a ring image was used, the rotation of which on the computer monitor screen, it caused the illusion of a three-dimensional figure; the threshold of electrical sensitivity (ES) and electrical lability (EL) were determined using a standard technique using a percutaneous electrical stimulator “ESOM”. As a method of functional treatment, the liquid crystal glasses (Strabo Glasses), were used. **Results.** the visual acuity of the better-seeing eye increased on average from 0.32 ± 0.04 to 0.44 ± 0.04 and the worse-seeing eye from 0.25 ± 0.03 to 0.4 ± 0.04 ($p < 0.001$) in combination of improved electrophysiological parameters — a decrease in ES and an increase in EL ($p < 0.001$). A decrease in the deviation value and an increase in the fusion amplitude ($p < 0.001$) were observed. The number of patients with stable binocular vision increased from 59.1 % to 77.3 %. There was an improvement in visual memory indicators in the study with both color and achromatic visual stimuli ($p < 0.05$). The severity of the stereokinetic effect increased in monocular observation conditions and decreased in binocular ($p < 0.05$), which indicated normalization of the interaction of monocular and binocular mechanisms of spatial perception. **Conclusion.** Visual training with Strabo Glasses is a fairly effective method of functional treatment of congenital PAON. This method allows to increase monocular and binocular visual acuity; improve electrophysiological parameters; reduce the deviation value and increase the amplitude of fusion; improve the nature of vision; normalize the interaction of monocular and binocular mechanisms of spatial perception; improve visual memory.

Keywords: partial optic nerve atrophy, liquid crystal glasses, functional treatment.

For citation: Aznauryan I.E., Rychkova S.I., Agagulyan S.G., Balasanyan V.O., Huryшева N.I., Laver A.B. Analysis of the Effectiveness of the Use of Liquid Crystal Glasses in the Functional Treatment of Congenital Partial Atrophy of the Optic Nerve. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):84–91. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-84-91>

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Атрофия зрительного нерва представляет собой дегенеративный процесс в аксонах ганглиозных клеток сетчатки. В зависимости от выраженности патологических изменений в волокнах зрительного нерва она подразделяется на полную (АЗН) и частичную (ЧАЗН), а по времени возникновения — на врожденную и приобретенную. Причиной врожденной ЧАЗН обычно является перинатальная патология (внутриутробная инфекция, ишемически-гипоксическая энцефалопатия, гидроцефально-гипертензионный синдром, внутричерепные кровоизлияния при тяжелом родоразрешении,

кровоизлияния в оболочки зрительного нерва и сетчатку, хроническая гипоксия и вторичные нарушения микроциркуляции тканей глаза и мозговых структур) [1–4].

ЧАЗН является одной из основных причин слепоты и слабовидения, так как проявляется целым комплексом выраженных нарушений зрительных функций [5]. Между тем исследования в этой области направлены прежде всего на анализ эффективности нейротрофических и физиотерапевтических методов лечения для повышения остроты зрения у пациентов с ЧАЗН, а способы улучшения бинокулярных зрительных функций рассматриваются в основном в рамках хирургического

устранения или уменьшения угла косоглазия [6–10]. При этом значительно меньше внимания уделяется изучению возможностей функционального лечения бинокулярных нарушений у пациентов с ЧАЗН и психофизиологическим особенностям таких пациентов [11]. В связи с этим разработка эффективных способов функционального лечения пациентов с ЧАЗН, предусматривающих индивидуальный подход с учетом различных аспектов зрительного восприятия, является одной из актуальных задач современной офтальмологии.

Цель — проанализировать эффективность использования жидкокристаллических очков в функциональном лечении врожденной частичной атрофии зрительного нерва.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Наблюдали 22 пациентов с врожденной ЧАЗН в возрасте от 10 до 25 лет. Клинические характеристики пациентов представлены в таблице 1.

Исследование проводили на базе школьного отделения № 5 (для детей с офтальмопатологией) школы № 1499 г. Москвы.

Наряду со стандартным офтальмологическим обследованием оценивали величину девиации и амплитуды фузии при помощи компьютерной программы «Клинок» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН) [12, 13].

Таблица 1. Клинические характеристики пациентов

Table 1. Clinical characteristics of the patients

Клинические характеристики пациентов с ЧАЗН (N = 22) Clinical characteristics of patients with PAON (N = 22)		Показатели Indicators
Возраст, $M \pm m$ (годы) Age, $M \pm m$ (years)		16,3 ± 0,8
Пол, женский/мужской Gender, woman/man		7/15
Корригированная острота зрения лучше видящего глаза до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected visual acuity of the best-seeing eye before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,32 ± 0,04
Корригированная острота зрения хуже видящего глаза до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected visual acuity of the worse-seeing eye before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,26 ± 0,03
Корригированная острота зрения бинокулярная до лечения, $M \pm m$ (усл. ед.) Corrected binocular visual acuity before treatment, $M \pm m$ (standard units)		0,33 ± 0,04
Виды рефракции, абсолютное число пациентов (%) The types of refraction, absolute number of children (%)	Гиперметропическая Hypermetropic	9 (40,9 %)
	Миопическая Myopic	11 (50,0 %)
	Смешанный астигматизм Mixed astigmatism	2 (9,1 %)
Врожденный нистагм, абсолютное число пациентов (%) Congenital nystagmus, absolute number of patients (%)		6 (27,2 %)
Врожденная аниридия, абсолютное число пациентов (%) Congenital aniridia, absolute number of patients (%)		2 (9,1 %)
Сходящееся косоглазие, абсолютное число пациентов (%) Convergent strabismus, absolute number of children (%)	На фоне гиперметропической рефракции In hypermetropic refraction	2 (9,1 %)
	На фоне миопической рефракции In myopic refraction	3 (13,6 %)
Характер зрения, абсолютное число пациентов (%) Type of vision, absolute number of patients (%)	Бинокулярный Binocular	13 (59,1 %)
	Бинокулярный неустойчивый Binocular unstable	4 (18,2 %)
	Одновременный Simultaneous	4 (18,2 %)
	Монокулярный Monocular	1 (4,5 %)

Определение величины девиации и измерение фузионных резервов при помощи данной программы проводили в условиях анаглифного разделения полей зрения, когда один глаз через красный светофильтр видит на экране только красное изображение, а другой глаз через синий светофильтр — только синее изображение.

Для определения девиации пациента просили совместить, управляя мышкой компьютера, центр красного изображения с центром синего. Если пациент успешно справлялся с этой задачей, программа отмечала ортотропию (отсутствие девиации), если пациент через красно-синие фильтры видел изображения совмещенными, но на экране их центры не совпадали — программа отмечала величину девиации по горизонтали и вертикали в градусах (рис. 1).

При измерении фузионных резервов задачей пациента было сохранение целостного бинокулярного зрительного образа. Для этого он должен был постепенно конвергировать (при измерении положительных фузионных резервов) или дивергировать (при измерении отрицательных фузионных резервов) зрительные оси. В тот момент, когда бинокулярный образ уже не мог удерживаться и начинал двоиться, врач останавливал программу и на экране фиксировалась максимальная достигнутая величина фузионных резервов в градусах (рис. 2).

Показатели зрительной памяти определяли при помощи компьютерной программы «Экспо» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН) [14]. При этом оценивали показатели зрительной памяти, используя два вида тестовых изображений:

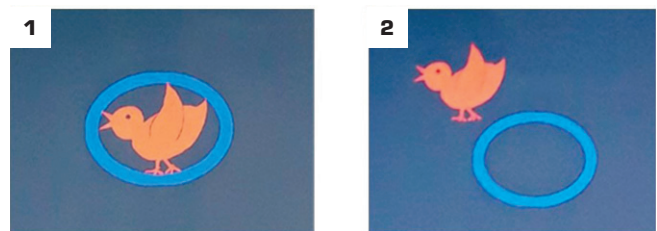


Рис. 1. Вариант зрительных стимулов, используемых для определения величины девиации при помощи компьютерной программы «Клинок». Положение на экране изображений при отсутствии девиации (1) и при ее наличии (2)

Fig. 1. A variant of visual stimuli used to determine the deviation value using the computer program "Klinok". The position of images on the screen in the absence of deviation (1) and in its presence (2)

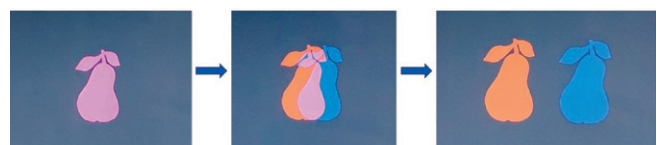


Рис. 2. Вариант зрительных стимулов, используемых для измерения фузионных резервов при помощи компьютерной программы «Клинок»

Fig. 2. A variant of visual stimuli used to measure fusion reserves using the computer program "Klinok"

1) ахроматичные (нецветные) при длительности предъявления каждого стимула 0,4 и 2 с;

2) цветные при длительности предъявления также 0,4 и 2 с. (рис. 3).

Серию из 10 изображений предъявляли на экране монитора в случайном порядке в бинокулярных условиях наблюдения при оптимальной оптической коррекции аметропии. После этого каждое изображение на экране появлялось отдельно, и ребенок должен был определить — видел он его уже или нет.

Результат оценивали в баллах (максимальный результат 10 баллов, минимальный 0 баллов).

Выраженность стереокинетического эффекта (СЭ) оценивали при помощи компьютерной программы, разработанной М.В. Жмуровым (рис. 4) [15]. Для исследования СЭ использовали кольцевое изображение с эксцентриситетом (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. 4).

Задачей пациента было определить величину виртуальной объемной фигуры (обычно в виде конуса, иногда чередующегося с восприятием воронки), возникающей при наблюдении вращающегося кольцевого изображения. СЭ оценивали в бинокулярных условиях наблюдения (оба глаза открыты) и монокулярных (один глаз закрыт заслонкой). Для сравнения рядом с ноутбуком были расположены семь эталонных бумажных конусов высотой 5, 10, 15, 20, 25 и 30 см. Пациент должен был указать бумажный конус, наиболее близкий по величине к виртуальному конусу или виртуальной воронке.

Определяли также порог электрической чувствительности (ПЭЧ) и электрическую лабильность (ЭЛ) по стандартной методике при помощи чрескожного электростимулятора «ЭСОМ» (рис. 5) [6, 7, 16].

Функциональное лечение проводили при помощи жидкокристаллических очков (ЖКО) Strabo Glasses, разработанных в ЦОЗДиП «Ясный Взор» [17]. Длительность альтернирующего (поочередного) затемнения правого и левого стекол очков под действием электрического тока на первом этапе (10 занятий) составляла 150 мс и на втором (еще 10 занятий) — 50 мс. Занятия проводили по 15–20 минут в день.

В качестве зрительного стимула при проведении занятий с ЖКО использовали компьютерную программу «Поиск» (ИППИ им. А.А. Харкевича РАН). Программа разрабатывалась для плеоптического лечения амблиопии в условиях поляроидного разделения полей зрения [18]. Однако в нашей работе мы использовали только игровые схемы программы и условия фазовой гаплоскопии, создаваемые ЖКО (рис. 6). Другие методы лечения ЧАЗН в период исследования не использовали.

Статистическую обработку материала проводили при помощи программы SPSS. Для сравнения связанных выборок использовали *W*-критерий Уилкоксона. Статистическая значимость была установлена на уровне $p < 0,05$.

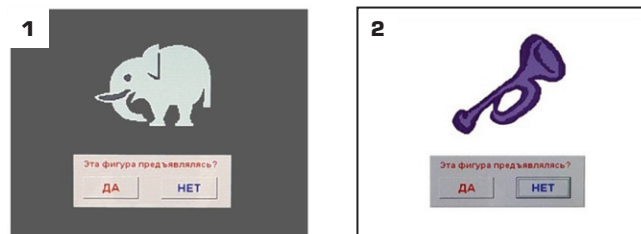


Рис. 3. Варианты тестовых изображений в компьютерной программе «Экспо»: ахроматических (1) и цветных (2)

Fig. 3. Variants of test images in the “Expo” computer program: achromatic (1) and color (2)



Рис. 4. Зрительный стимул для оценки выраженности стереокинетического эффекта

Fig. 4. Visual stimulus for assessing the severity of the stereokinetic effect



Рис. 5. Чрескожный электростимулятор «ЭСОМ»

Fig. 5. Percutaneous electrical stimulator “ESOM”



Рис. 6. Жидкокристаллические очки Strabo Glasses (1) и варианты зрительных стимулов, используемых в игровой схеме программы «Поиск» (2)

Fig. 6. Strabo Glasses liquid crystal glasses (1) and variants of visual stimuli used in the game scheme of the “POISK” program (2)

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате использования ЖКО наблюдали повышение остроты зрения лучше видящего глаза с $0,32 \pm 0,04$ до $0,44 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) и хуже видящего глаза с $0,25 \pm 0,03$ до $0,4 \pm 0,04$ ($p < 0,001$) (рис. 7).

При этом параллельно наблюдалось улучшение электрофизиологических показателей — снижение ПЭЧ и повышение ЭЛ ($p < 0,001$) (рис. 8).

Можно предположить, что положительная динамика остроты зрения и электрофизиологических показателей достигалась за счет стимулирующего действия зрительных стимулов, предъявляемых в альтернирующем

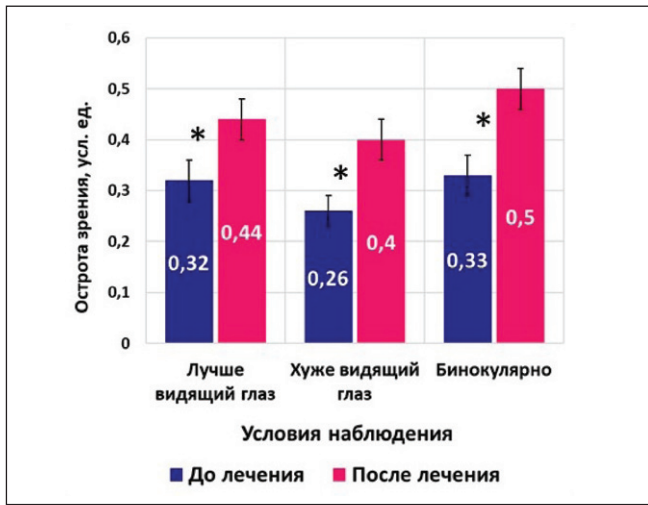


Рис. 7. Динамика остроты зрения в результате лечения, * $p < 0,001$
 Fig. 7. Dynamics of visual acuity as a result of treatment, * $p < 0,001$

режиме, на сетчатку, а также на проводящие и центральные отделы зрительного анализатора.

Средние значения величины девиации (по результатам исследования с компьютерной программой «Клинок») достоверно уменьшились, а амплитуды фузии существенно увеличились в результате лечения ($p < 0,001$). Вероятно, это связано с улучшением микродвижений глаз и повышением устойчивости бификсации (рис. 9).

Наблюдалась положительная динамика характера зрения в виде увеличения количества пациентов с устойчивым бинокулярным зрением. У одного пациента характер зрения из монокулярного стал одновременным, у трех пациентов из одновременного — бинокулярным неустойчивым и у четырех пациентов из неустойчивого бинокулярного — устойчивым (рис. 10).

Показатели зрительной памяти улучшились при исследовании с ахроматическими и цветными стимулами ($p < 0,05$) как при быстром (0,4 с) последовательном

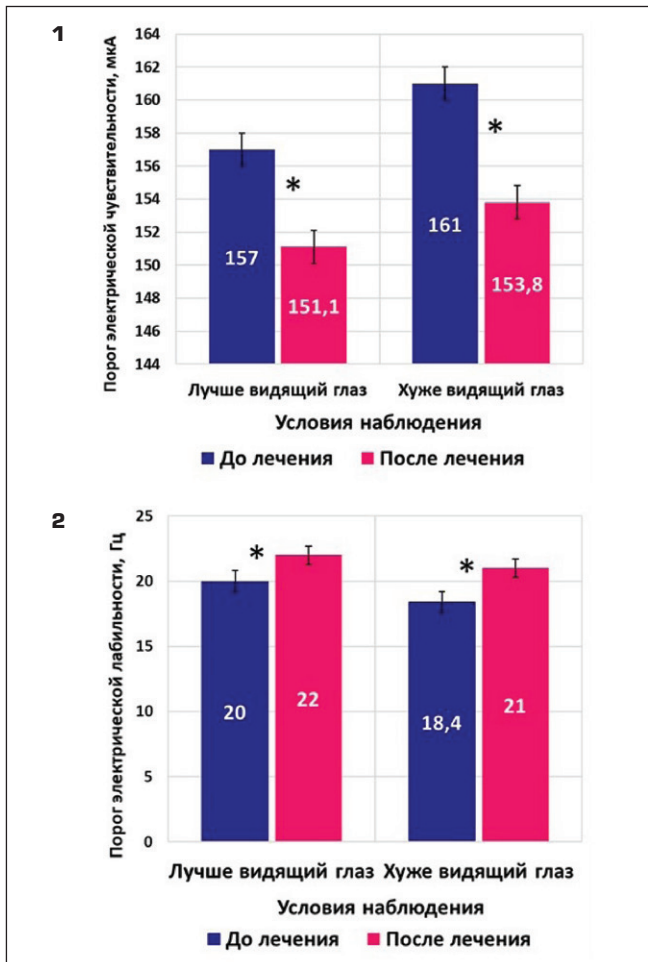


Рис. 8. Динамика электрофизиологических показателей в результате лечения: порога электрической чувствительности (1) и электрической лабильности (2), * $p < 0,001$

Fig. 8. Dynamics of electrophysiological parameters as a result of treatment: threshold of electrical sensitivity (1) and electrical lability (2), * $p < 0,001$

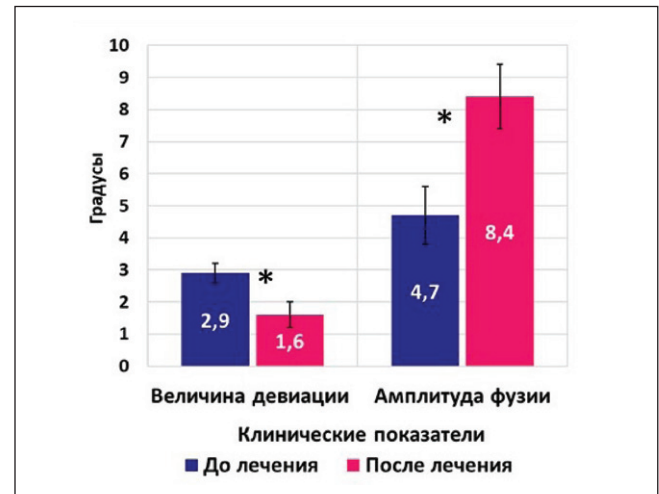


Рис. 9. Динамика величины девиации и амплитуды фузии в результате лечения, * $p < 0,001$

Fig. 9. Dynamics of deviation and amplitude of fusion as a treatment result, * $p < 0,001$

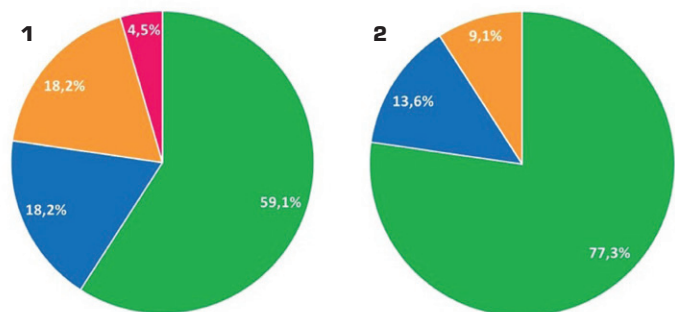


Рис. 10. Характер зрения до лечения (1) и после лечения (2)

Fig. 10. The nature of vision before treatment (1) and after treatment (2)

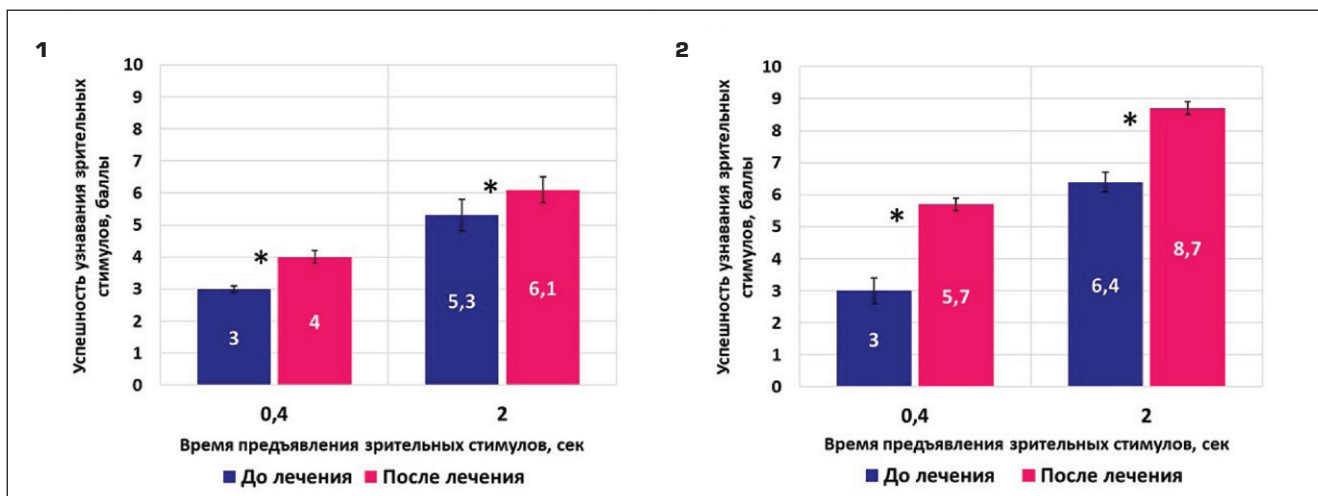


Рис. 11. Динамика показателей зрительной памяти с ахроматическими (1) и цветными (2) стимулами в результате лечения, * $p < 0,05$

Fig. 11. Dynamics of visual memory indicators with achromatic (1) and color (2) stimuli as a treatment result, * $p < 0.05$

предъявлении на экране монитора, так и при более медленном (2 с) последовательном предъявлении ($p < 0,05$) (рис. 11). Эти данные могут свидетельствовать об улучшении процессов обработки зрительной информации на уровне коркового отдела зрительного анализатора и ассоциативных областей головного мозга.

Выраженность СЭ (оцениваемая по величине эффекта виртуального конуса, вызываемого вращением кольцевого зрительного стимула) увеличилась в монокулярных условиях наблюдения и уменьшилась в бинокулярных ($p < 0,05$), что свидетельствует о нормализации взаимодействия монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия (рис. 12).

ОБСУЖДЕНИЕ

Возможности использования фазовой гаплоскопии, создаваемой при помощи жидкокристаллических очков, для восстановления сенсорной фузии активно исследуются офтальмологами на протяжении последних десятилетий.

Так, например, результаты успешного использования ЖКО, работающих синхронно с компьютерной программой, для диагностики и восстановления бинокулярных зрительных функций у детей с содружественным косоглазием были представлены в 1999 году в исследовании, проведенном в МНИИ им. Гельмгольца [19]. Была также показана эффективность применения очков с ЖК-линзами для лечения амблиопии [20–22]. Разработанная в 2016 году И.Э. Азнауряном и соавт. модель ЖКО Strabo Glasses была успешно использована для восстановления сенсорной фузии у детей с оперированным содружественным косоглазием [17, 23, 24].

Полученные в предыдущих работах результаты, демонстрирующие положительную динамику бинокулярных зрительных функций у пациентов с амблиопией и содружественным косоглазием, согласуются с результатами

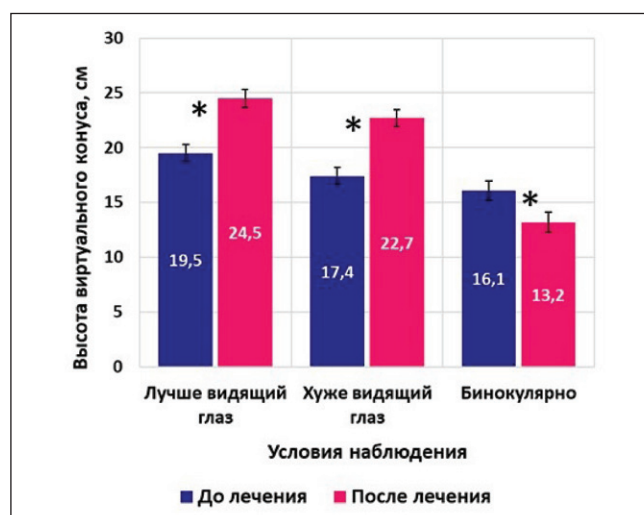


Рис. 12. Динамика стереокинетического эффекта в результате лечения, * $p < 0,05$

Fig. 12. Dynamics of stereokinetic effect as a treatment result, * $p < 0.05$

нашего исследования в группе пациентов с ЧАЗН. Вероятно, это можно объяснить общими закономерностями воздействия фазовой гаплоскопии на механизмы пространственного зрительного восприятия при различной офтальмопатологии.

Развитие бинокулярного зрения в течение первого года жизни связано с формированием под воздействием поступающей зрительной информации глазодоминантных колонок и бинокулярных нейронов первичной зрительной коры. Нарушение связей между глазодоминантными колонками, соответствующими правому и левому глазу, может приводить к торможению зрительной информации от хуже видящего или косящего глаза [24, 25].

В связи с этим можно предположить, что фазовая гаплоскопия (когда зрительная информация поочередно

подается то правому, то левому глазу в относительно быстром режиме) создает условия, при которых, с одной стороны, доминирующий глаз не оказывает тормозящего действия на информацию от другого глаза, а с другой стороны, поступающая от обоих глаз информация способна интегрироваться на уровне центральных отделов зрительного анализатора.

Такой подход может объяснить положительную динамику не только остроты зрения и бинокулярных зрительных функций, но и зрительной памяти. Данная функция, являясь одним из важных компонентов пространственного восприятия, также зависит от успешности интеграции зрительной информации от обоих глаз в единое пространственное представление. Получаемая при участии движений глаз зрительная информация от различных зон поля зрения удерживается кратковременной памятью, включаясь в общее восприятие сцены. При этом интегрированный зрительный образ является намного более устойчивым, чем первичные зрительные впечатления, из которых он был построен. В условиях альтернирующего предъявления стимулов мозг некоторое время удерживает зрительную информацию, полученную от одного глаза. Постепенно качество удерживаемой зрительной информации ухудшается, но при поступлении информации от второго глаза

происходит сравнение и интеграция новой зрительной информации со следами прежней [26]. Воздействуя на данный механизм, фазовая гаглоскопия, вероятно, позволяет улучшить процесс взаимодействия центральных отделов зрительного анализатора со структурами высшей нервной деятельности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ показал достаточно высокую эффективность использования ЖКО Strabo Glasses в функциональном лечении врожденной ЧАЗН. Данный метод позволяет повысить монокулярную и бинокулярную остроту зрения; улучшить электрофизиологические показатели; уменьшить величину девиации и увеличить амплитуду фузии; улучшить характер зрения; нормализовать взаимодействие монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия; улучшить показатели зрительной памяти.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Азнаурян И.Э. — разработка жидкокристаллических очков, обсуждение концепции исследования, редактирование статьи;
Рычкова С.И. — сбор и обработка материала, подготовка иллюстраций, написание статьи;
Агагулян С.Г. — обсуждение полученных результатов, редактирование статьи;
Баласанян В.О. — обсуждение полученных результатов, редактирование статьи;
Курышева Н.И. — обсуждение и редактирование статьи;
Лавер А.Б. — сбор и обработка материала, написание статьи, редактирование.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- 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 atrophy of the optic nerve in the Khabarovsk territory. Annals of Orenburg State University. 2004;S(38):225–227 (In Russ.).
- Закирова ГЗ, Миннегалиева АЗ. Хирургическое лечение атрофии зрительного нерва у детей: методики, эффективность. Тихоокеанский медицинский журнал. 2021;3(85):67–70.
Zakirova GZ, Minnegaliev A. Surgical treatment of optic nerve atrophy in children: methods, effectiveness. Pacific Medical Journal. 2021;3(85):67–70 (In Russ.). doi: 10.34215/1609-1175-2021-3-67-703.
- Brodsky MC. Optic atrophy in children. Pediatric Neuro-Ophthalmology. N.Y.: Springer; 2009 december. 199 p. doi: 10.1007/978-0-387-69069-8_4.
- Erkan Turan K, Taylan Sekeroglu H, Koc I, Sanac AS. Bilateral optic disc pathologies as an accompanying feature of comitant strabismus in children. Int Ophthalmol. 2018 Apr;38(2):425–428. doi: 10.1007/s10792-017-0474-x.
- Егорова ТС. Значение индивидуальной программы реабилитации (абилитации) для детей — инвалидов по зрению. Российский офтальмологический журнал. 2018;11(1):67–73.
Egorova TS. The importance of an individual rehabilitation program (habilitation) for visually impaired children. Russian Ophthalmological Journal. 2018;11(1):67–73 (In Russ.). doi: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-67-73.
- Бибков ММ, Сафин ШМ, Муслимова ЗР, Даутова ЗА, Сафина ЗМ, Воеводин ВА. Чрескожная электростимуляция у пациентов с частичной атрофией зрительного нерва вследствие опухолей хиазмально-селлярной области. Офтальмологические ведомости. 2014;7(3):77–83.
Bibkov MM, Safin SM, Muslimova ZR, Dautova ZA, Safina ZM, Voevodin VA. Percutaneous electrical stimulation in patients with partial optic nerve atrophy due to chiasm-sellar tumors. Ophthalmology journal. 2014;7(3):77–83 (In Russ.). doi: 10.17816/OV353-180.
- 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 surgical journal. 2016;6:20–24 (In Russ.).
- Поваляева ДА, Сорокин ЕЛ, Данилова ЛП, Еманова ЛП, Гохуа ТИ. Исследование клинической эффективности комплексного лечения частичной атрофии зрительного нерва. Вестник российских университетов. 2014;19(4):1196–1199.
Povalyayeva DA, Sorokin EL, Danilova LP, Emanova LP, Gohua TI. Research of clinical efficiency of complex treatment of partial optic nerve atrophy. Russian University Reports. 2014;19(4):1196–1199.
- Макаров ВК. Комплексный одномоментный метод лечения вторичного косоглазия и частичной атрофии зрительного нерва у детей. Российская педиатрическая офтальмология. 2010;5(2):28–30.
Makarov VK. Complex simultaneous method of secondary squint and partial atrophy of the optic nerve treatment in children. Russian Pediatric Ophthalmology. 2010;5(2):28–30 (In Russ.). doi: 10.17816/rpjo37444.
- Писаревская ОВ, Бачалдина ЛН, Гаспарян МА. Современные подходы к зрительной реабилитации пациентов с нейромоторными нарушениями. Acta Biomedica Scientifica. 2022;7(1):90–95.
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.
- Сенько ИВ, Рычкова СИ, Грачева МА, Тахчиди ХП. Развитие бинокулярных функций у пациентов с косоглазием путем воздействия на функциональную скотому компьютерными методами. Сенсорные системы. 2016;30(4):319–325.
Senko IV, Rychkova SI, Gracheva MA, Tahchidi HP. Binocular functions developing in patients with strabismus by means of computerized treatment of the functional suppression scotoma. Sensory systems. 2016;30(4):319–325 (In Russ.).
- Подугольникова ТА. Острота зрения и нарушения бинокулярных функций у учащихся начальной школы с проблемами чтения. Евразийское Научное Объединение. 2015;2(2):291–293.
Podugolnikova TA. Visual acuity and binocular dysfunction in elementary school students with reading problems. Eurasian Scientific Union. 2015;2(2):291–293 (In Russ.).
- Воронова МР, Починок ЕМ, Пономарева МН, Быковская НП. Состояние фории и фузионных резервов у детей с миопией. Анализ эффективности применения ортоптического лечения, на примере КП Клинок 2. Университетская медицина Урала. 2020;6(4):57–58.
Voronova MR, Pochinok EM, Ponomareva MN, Bykovskaya NP. Status of phoria and fusion reserves in children with myopia. Analysis of the effectiveness of orthoptic treatment application, using the example of the computer program Klinok 2. University Medicine of the Urals. 2020;6(4):57–58.
- 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 of correctional work. New Researches. 2011;1(28):5–17 (In Russ.).
- Рычкова СИ, Лихванцева ВГ. Монокулярная оценка глубины (обзор литературы). The EYE ГЛА3. 2022;24(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. Патеюк ЛС, Дракон АК, Шелудченко ВМ, Корчажкина НБ. Физические методы лечения в офтальмологии. Российский офтальмологический журнал. 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.
 17. Азнаурян ИЭ, Шпак АА, Баласанян ВО, Азнаурян ЭИ, Агагулян СГ. Сравнение эффективности восстановления сенсорной фузии при лечении на синоптофоре и жидкокристаллическими очками детей с оперированным сопутствующим косоглазием. Офтальмохирургия. 2020;1:57–61.
Aznauryan IE Shpak AA, Balasanyan VO, Aznauryan EI, Agagulyan SG. Comparison of bifoveal fusion recovery efficiency using synoptophore and the liquid crystal glasses in children operated for esotropia. Ophthalmosurgery. 2020;1:57–61 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2020-1-57-61.
 18. Рожкова ГИ, Лозинский ИТ, Грачева МА, Большаков АС, Воробьев АВ, Сенко ИВ, Белокопытов АВ. Функциональная коррекция нарушенного бинокулярного зрения: преимущества использования новых компьютерных технологий. Сенсорные системы. 2015;2:99–121.
Rozhkova GI, Lozinsky IT, Gracheva MA, Bolshakov AS, Vorobyev AV, Senko IV, Belokopytov AV. Functional correction of impaired binocular vision: the benefits of using new computer technologies. Sensory Systems. 2015;2:99–121 (In Russ.).
 19. Григорян АЮ, Аветисов ЭС, Кашенко ТП, Ячменева ЕИ. Применение жидкокристаллических очков для исследования и восстановления бинокулярных функций. Вестник офтальмологии. 1999;115(1):27–28.
Grigoryan AU, Avetisov EC, Kaschenko TP, Yachmeneva EI. The use of liquid crystal glasses for the study and restoration of binocular functions. Annals of Ophthalmology. 1999;115(1):27–28 (In Russ.).
 20. Erbağcı I, Okumuş S, Öner V, Coşkun E, Çelik O, Ören B. Using liquid crystal glasses to treat amblyopia in children. J AAPOS. 2015 Jun;19(3):257–259. doi: 10.1016/j.jaapos.2015.04.001.
 21. Spierer A, Raz J, Benezra O, Herzog R, Cohen E, Karshai I, Benezra D. Treating amblyopia with liquid crystal glasses: a pilot study. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2010 Jul;51(7):3395–3398. doi: 10.1167/iovs.09-4568.
 22. Wang J, Neely DE, Galli J, Schliesser J, Graves A, Damarjian TG, Kovarik J, Bowsher J, Smith HA, Donaldson D, Haider KM, Roberts GJ, Sprunger DT, Plager DA. A pilot randomized clinical trial of intermittent occlusion therapy liquid crystal glasses versus traditional patching for treatment of moderate unilateral amblyopia. J AAPOS. 2016 Aug;20(4):326–331. doi: 10.1016/j.jaapos.2016.05.014.
 23. Aznauryan IE Agagulyan SG Aznauryan EI, Balasanyan VO, Shpak AA. New method of sensory fusion rehabilitation using intermittent occlusion with LCD glasses. Journal of AAPOS. 2018;22(4):e20. doi: 10.1016/j.jaapos.2018.07.068.
 24. Азнаурян ИЭ, Шпак АА, Баласанян ВО, Азнаурян ЭИ, Агагулян СГ. Восстановление сенсорной фузии у детей методом попеременного разобщения полей зрения. Вестник Восстановительной медицины. 2021;20(3):118–124.
Aznauryan IE Shpak AA, Balasanyan VO, Aznauryan EI, Agagulyan SG. Bifoveal Fusion recovery by liquid crystal glasses in children. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2021;20(3):118–124. doi: 10.38025/2078-1962-2021-20-3-118-124.
 25. Birch EE. Stereopsis in infants and its developmental relation to visual acuity. Oxford University Press. London. 1993.
 26. Rychkova S, Ninio J. Alternation frequency thresholds for stereopsis as a technique for exploring stereoscopic difficulties. Iperception. 2011;2(1):50–68. doi: 10.1068/i0398.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Азнаурян Игорь Эрикович
доктор медицинских наук, профессор, академик Академии
медико-технических наук РФ, врач-офтальмолог, руководитель системы
Детских глазных клиник «Ясный взор»

Рычкова Светлана Игоревна
доктор медицинских наук, врач-офтальмолог, доцент кафедры глазных болезней

Агагулян Сатеник Гагиковна
врач-офтальмолог, заместитель руководителя Детских глазных клиник
«Ясный Взор» по научно-образовательной работе

Баласанян Виктория Олеговна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, заместитель руководителя
Детских глазных клиник «Ясный Взор» по клинической работе

Курышева Наталия Ивановна
доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой глазных болезней

Лавер Александр Богданович
аспирант кафедры глазных болезней

ABOUT THE AUTHORS

Aznauryan Igor E.
MD, Professor, ophthalmologist, Head of the Children's Eye Clinics
“Yasny Vzor”

Rychkova Svetlana I.
MD, ophthalmologist, assistant professor of the department of eye diseases

Agagulyan Satenic G.
ophthalmologist, deputy head of Children's Eye Clinics “Yasny Vzor”
for scientific and educational work

Balasanyan Victoria O.
PhD, ophthalmologist, deputy head of Children's Eye Clinics “Yasny Vzor”
for clinical work.

Kuryшева Natalia I.
MD, Professor, head of the department of eye diseases

Laver Alexander B.
graduate student of the eye diseases department