

На правах рукописи

АГАГУЛЯН САТЕНИК ГАГИКОВНА

**ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЕНСОРНОЙ ФУЗИИ МЕТОДОМ
ПРОГРАММИРУЕМОГО ПОПЕРЕМЕННОГО РАЗОБЩЕНИЯ ВЗОРА**

3.1.5. Офтальмология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

САМАРА – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

Азнаурян Игорь Эрикович, доктор медицинских наук

Официальные оппоненты:

Маркова Елена Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, профессор кафедры офтальмологии

Попова Наталья Александровна – доктор медицинских наук, доцент, Общество с ограниченной ответственностью «Скандинавия – АВА-ПЕТЕР»

Ведущая организация: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится «__» _____ 2025 г. в ____ часов на заседании диссертационного совета 21.2.061.02 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (443079, г. Самара, пр. К. Маркса, 165 Б).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке (443001, г. Самара, ул. Арцыбушевская, 171) и на сайте (<http://www.samsmu.ru/scientists/science/referats/>) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан «__» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

доктор медицинских наук, профессор

Степанов Григорий Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Восстановление сенсорной фузии является одним из главных условий восстановления бинокулярного зрения у пациентов с косоглазием [Аветисов Э.С. и др., 1987; Кащенко Т. П., 2006]. В настоящее время в клинической практике с этой целью чаще всего используют ортоптическое лечение на синоптофоре [Рычкова С.И., Лихванцева В.Г., 2019]. Относительными недостатками данного метода являются необходимость ежедневного посещения лечебного учреждения, искусственное разобщение полей зрения, предъявление разных тест-объектов для правого и левого глаза [Кащенко Т.П., 1998].

В детской офтальмологии все чаще находят применение жидкокристаллические очки. Они используются для лечения амблиопии [Spierer et al., 2010; Benezra et al., 2007; Erbagci et al., 2015] и для восстановления бинокулярного и стереоскопического зрения [Рычкова С.И. и др., 2008].

В России одной из первых конструкций жидкокристаллических очков для исследования и восстановления бинокулярных функций были очки, предложенные Кащенко Т.П. и Григорян А.Ю. [Григорян А.Ю. и др., 1999]. Однако данная конструкция жидкокристаллических очков не получила широкого распространения и использования.

В лечении амблиопии наибольшее распространение получила модель жидкокристаллических очков Amblyz [Wang J. et al., 2016]. Это очковая конструкция с жидкокристаллическими линзами, обеспечивающими попеременную окклюзию. Очки позволяют без посещения лечебного учреждения проходить плеоптическое лечение в домашних условиях. В 2016 году И.Э. Азнауряном было предложено использовать данные очки для ортоптического лечения с целью восстановления сенсорной фузии. Однако необходимо было разработать методику программирования данных очков, а также определить эффективность методики по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.

Степень разработанности темы исследования

В предыдущих единичных работах предложены методы восстановления сенсорной фузии у пациентов при врожденном и рано приобретенном косоглазии. Изучен вопрос восстановления сенсорной фузии посредством альтернирующего предъявления тест-объектов на синоптофоре, традиционно используемом для ортоптического лечения детей после хирургии косоглазия. Показано, что нарушение сенсорной фузии влияет на качество и скорость реабилитации детей после хирургии косоглазия. При этом требует решения проблема поиска более эффективного метода воздействия на зрительную систему, который позволит в большем количестве случаев восстанавливать сенсорную фузию и бинокулярные функции у пациентов после хирургии косоглазия.

Цель исследования

Разработка нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками и оценка его эффективности в сравнении с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.

Задачи исследования

1. Разработать оригинальный метод ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии с использованием современных технологий, заключающийся в попеременном разобщении зрения жидкокристаллическими очками.
2. На основе метода видеоокулографии разработать способ индивидуального расчета частоты альтернирования жидкокристаллических очков для использования их в ортоптическом лечении для восстановления сенсорной фузии.
3. Сравнить эффективность ортоптического лечения жидкокристаллическими очками для восстановления сенсорной фузии с использованием предложенной формулы расчета частоты альтернирования по сравнению с эмпирическим программированием.
4. Сравнить эффективность предложенного метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.
5. Оценить клиническую эффективность нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками у детей, у которых традиционное ортоптическое лечение на синоптофоре было неэффективным.

Научная новизна

1. Разработан оригинальный метод ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками у детей с косоглазием.
2. Разработан оригинальный способ определения оптимальных параметров частоты разобщения зрения жидкокристаллическими очками с целью персонализированного ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии.
3. Впервые определено, что длительность установочных движений глаза может влиять на эффективность восстановления сенсорной фузии при ортоптическом лечении жидкокристаллическими очками с функцией попеременного разобщения зрения.
4. Установлена более высокая эффективность нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.
5. Впервые доказана эффективность нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками у пациентов, у которых традиционное ортоптическое лечение на синоптофоре было неэффективным.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. Разработан промышленный образец «Электронный окклюдер для глаз STRABO» (патент на промышленный образец RU 134057 S, приоритет от 03.02.2022; евразийский патент № 000418, приоритет от 02.06.2023 года).
2. Разработана методика определения времени установочного движения посредством использования методики видеоокулографии (патент RU 2 721888 C1, приоритет 25.12.2019 года).
3. Разработан метод восстановления сенсорной фузии с использованием индивидуального программирования жидкокристаллических очков (патент на изобретение RU 2 756662 C1, приоритет от 19.03.2021 года).
4. Разработанный новый метод ортоптического лечения восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками с использованием индивидуального программирования, обеспечивает более эффективное восстановление сенсорной фузии у пациентов с оперированным содружественным сходящимся косоглазием в послеоперационном периоде по сравнению с ортоптическим лечением на синоптофоре.
5. Доказана эффективность нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками у пациентов, у которых традиционное ортоптическое лечение на синоптофоре было неэффективным.
6. Возможность ношения жидкокристаллических очков для ортоптического лечения пациентов детского возраста при косоглазии вне стен кабинетов охраны зрения детей и подростков, а также удобная конструкция очков обеспечивают оптимальные условия воздействия на зрительную систему и повышение эффективности реабилитационных мероприятий у пациентов с отсутствием сенсорной фузии за счет удобства ношения жидкокристаллических очков и возможности прохождения лечения в домашних условиях.

Методология и методы диссертационного исследования

Исследования отечественных и зарубежных ученых, посвященные ортоптическому лечению и восстановлению сенсорной фузии, ее диагностике, клинической классификации, методам лечения являются теоретической основой настоящей работы. Изучение и обобщение данных литературы, оценка степени разработанности и актуальности темы позволили сформулировать направление исследования, в соответствии с которыми был разработан план выполнения всех этапов диссертационной работы. Принципы доказательной медицины стали руководящими при планировании дизайна и составили его методологическую основу. В ходе выполнения диссертации применялись общенаучные методы (метод анализа и синтеза, дедукции, наблюдения, сравнения, формализации) и специальные методы (офтальмологические, инструментальные и статистические методы исследования).

Математическая обработка результатов проводилась с использованием современных компьютерных технологий.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Новый метод ортоптического лечения, заключающийся в попеременном разобщении зрения жидкокристаллическими очками, обеспечивает эффективное восстановление сенсорной фузии у пациентов детского возраста с оперированным содружественным сходящимся косоглазием.
2. Оптимальные индивидуальные параметры разобщения зрения для персонализированного восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками возможно определить на основе использования метода видеоокулографии.
3. По сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре метод попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками обеспечивает более высокую эффективность восстановления сенсорной фузии у детей с оперированным содружественным сходящимся косоглазием.

Степень достоверности научных положений, выводов и практических рекомендаций

Достоверность результатов исследования подтверждена достаточным количеством наблюдений (170 пациентов), использованием современных методов исследования, соответствующих поставленным целям и задачам. Подготовка, статистический анализ и интерпретация полученных результатов проведены с использованием современных методов обработки информации.

Апробация результатов

Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены на XIV Всероссийской научной конференции с международным участием «Федоровские чтения» (Москва, 2017); совместной конференции Американской ассоциации детских офтальмологов страбизмологов и Китайской ассоциации детских офтальмологов страбизмологов (Шанхай, 2017); Международной оптической выставке MIOF (Москва, 2017, 2023); научной конференции офтальмологов с международным участием «Невские горизонты – 2018» (Санкт-Петербург, 2018, 2024); I Международной конференции офтальмологов страбизмологов STRABO 2019 «Новые технологии в диагностике и лечении глазодвигательной патологии» (Москва, 2019); конференции «Охрана зрения детей и подростков на рубеже веков. Путь длиною в 55 лет» (Москва, 2019); II Международном Московском Конгрессе офтальмологов страбизмологов «Новые технологии в диагностике и лечении глазодвигательной патологии» (Москва, 2021); Международной политематической офтальмологической конференции «Ерошевские чтения 2022» (Самара, 2022); конференции Американской ассоциации детских офтальмологов и страбизмологов (Нью-Йорк, 2023); Международной конференции Египетской Ассоциации офтальмологов (Каир, 2023); конференции «Инновации в офтальмологической практике»

(Астрахань, 2023); Ежегодном межрегиональном офтальмологическом Форуме «На волне офтальмологии» (Сочи, 2023, 2024); IX Байкальских офтальмологических чтениях «Традиции и инновации в офтальмологии» (Иркутск, 2024).

Апробация диссертации состоялась на заседании кафедр глазных болезней института профессионального образования Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и коллектива Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Самарская областная клиническая офтальмологическая больница имени Т.И. Ерошевского» (протокол № 2 от 20.09.2024 г.).

Внедрение результатов исследования

Рекомендации, разработанные на основании полученных в ходе диссертационного исследования результатов, внедрены в клиническую практику офтальмологической сети Детских глазных болезней «Ясный Взор» (г. Москва). Материалы диссертации включены в программу обучения курсов повышения квалификации врачей-офтальмологов на базе Частного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Ясный Взор».

Личный вклад автора

Диссертантом самостоятельно проведен аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы по изучаемой проблеме, разработан план и дизайн научной работы, собран материал исследования. Самостоятельно выполнено лечение жидкокристаллическими очками, включая их программирование, и наблюдение пациентов с отсутствием сенсорной фузии, а также осуществлено внедрение результатов работы в реальную клиническую практику. Автором лично выполнены анализ и интерпретация клинических данных, а также статистическая обработка, сформулированы обоснованные выводы и разработаны практические рекомендации. Подготовлены в соавторстве публикации и доклады по теме диссертационной работы, сформированы все разделы диссертации.

Связь исследования с проблемными планами

Исследование выполнено по плану научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России в соответствии с комплексной темой «Совершенствование методов диагностики и лечения с социально значимой офтальмологической патологией». Номер государственной регистрации темы № 121121700220-7 от 17.12.2021 г.

Соответствие диссертации паспорту заявленной специальности

Диссертационное исследование соответствует паспорту научной специальности 3.1.5. – «Офтальмология (медицинские науки)» в области разработки методов профилактики заболеваний глаза и его придаточного аппарата.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них 5 – в журналах, рекомендованных ВАК, получено 4 патента РФ на изобретения (RU 2721888, RU 2756662, RU 134057 S, Евразийский патент № 000418).

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 114 страницах компьютерного текста и состоит из введения, обзора литературы, главы, посвященной характеристике материала и методов исследования, пяти глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы. Работа иллюстрирована 6 таблицами, 16 рисунками, 2 схемами. Список литературы насчитывает 179 библиографических источников, в том числе 64 отечественных и 115 зарубежных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Научно-исследовательская работа проведена на кафедре глазных болезней ИПО ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава. Отбор пациентов, диагностика, дооперационное и послеоперационное ведение и лечение выполнено автором самостоятельно на базе детских глазных клиник «Ясный Взор».

Было проведено исследование и лечение 170 пациентов в возрасте от 3 до 11 лет (средний возраст составил $5,7 \pm 1,8$ года) с содружественным сходящимся косоглазием, остаточным углом до 10 градусов и отсутствием сенсорной фузии.

Критерии включения пациентов в исследование: возраст от 3 лет до 11 лет, состояние ортотропии в послеоперационном периоде (при измерении на синоптофоре остаточный угол косоглазия не более 10°), гиперметропическая рефракция до 5 дптр по сферозэквиваленту и астигматизм не более 2,0 дптр.

Критерии исключения пациентов: амблиопия средней и более высоких степеней; наличие серьезной сопутствующей офтальмологической патологии, вертикальное косоглазие более 3 градусов и циклотропия, которые были выявлены на синоптофоре и при проведении теста Maddox.

Объем и структура клинических исследований представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Объем и структура клинических исследований

Объем исследования	Группа пациентов		Всего
	Очки	Синоптофор	
Разработка метода восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения взора жидкокристаллическими очками (глава 3)	24		24
Сравнение восстановления сенсорной фузии при эмпирическом и обоснованном расчетах программировании жидкокристаллических очков (глава 4)	39*		39*
Использование жидкокристаллических очков у пациентов без сенсорной фузии после оперативного исправления косоглазия (глава 5, раздел 5.1)	46	53	99
Использование жидкокристаллических очков у пациентов без сенсорной фузии после оперативного исправления косоглазия и лечения на синоптофоре (глава 5, раздел 5.2)	43	86**	86**

Примечание: * – включая 18 пациентов, прошедших исследование, описанное в 3 главе; ** – включая 43 пациента, получавших оба вида лечения (сначала на синоптофоре, а затем с помощью жидкокристаллических очков).

Пациентам выполнялось комплексное офтальмологическое обследование, включающее авторефрактометрию («NIDEK», Япония), визометрию до и после циклоплегии в монокулярных условиях без коррекции и с коррекцией (проектор знаков Huvitz CCP-3100, Корея), биомикроскопию (щелевая лама SL 1800 «NIDEK», Япония), обратную офтальмоскопию (бесконтактная линза 60 дптр «Volk Optical», США). Пациентам проводилось исследование объективного и субъективного угла на синоптофоре СИНФ-1, определение бинокулярного зрения по тесту Уорса, исследование движения глазного яблока во время установочных движений с использованием видеоокулографа Gazelab (BCC Innova, Spain), по показаниям проводились оптическая когерентная томография (Cirrus HD ОКТ, Carl Zeiss, Германия), исследование зрительных вызванных потенциалов и электроретинографии.

Отработка новой методики ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения взора жидкокристаллическими очками осуществлялась на 24 пациентах (группа 1) с дальнейшей разработкой формулы расчета частоты альтернирования жидкокристаллических очков.

Следующим этапом сравнили результаты ортоптического лечения жидкокристаллическими очками у пациентов, которым очки программировались эмпирическим путем, с результатами ортоптического лечения пациентов, которым очки программировались с использованием формулы расчета. Исследование выполнялось на 39 пациентах (группа 2), включая 18 пациентов из первой группы. Эмпирическая группа включала 21 пациента, для которых программировали жидкокристаллические очки на 2 Гц. Расчетную группу составили 18 пациентов, которым программировали очки после проведения видеоокулографии и определения установочных движений.

Исследование результатов нового метода ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками у пациентов после хирургии косоглазия по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре проводилось на 99 пациентах (группа 3). Контрольную группу составили 53 пациента, которые проходили лечение на синоптофоре (группа «Синоптофор»), основную группу (группа «Очки») – 46 пациентов, получавших ортоптическое лечение жидкокристаллическими очками.

На следующем этапе работы изучали возможность восстановления сенсорной фузии при ортоптическом лечении жидкокристаллическими очками у пациентов, у которых не удалось восстановить устойчивую сенсорную фузию традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре (группа 4). В исследование были включены 86 пациентов. Все эти пациенты проходили лечение сначала на синоптофоре (группа «Синоптофор-2»). Из них 43 пациента проходили лечение жидкокристаллическими очками после неудачных курсов лечения сенсорной фузии на синоптофоре (группа «Очки-2»).

Схема *ортоптического* лечения на синоптофоре включала восстановление способности к бифовеальному слиянию. Для этого оптические головки синоптофора устанавливали соответственно объективному углу косоглазия и использовали тест-объекты на слияние. Проводили лечение с использованием «раздельного» режима мигания с частотой 8 Гц курсами по 10 дней каждые 3 месяца (всего 3–4 курса). Жидкокристаллические очки (рисунок 1) перед выдачей пациенту для ортоптического лечения индивидуально программировали на определенную частоту попеременного разобщения взора через USB-вход на разработанной И.Э. Азнауряном программе. Жидкокристаллические очки встроены в удобную оправу, которая обеспечивала возможность использовать, при необходимости, оптическую коррекцию для пациентов с аметропией. Пациенты носили жидкокристаллические очки 6 часов в день. Успешным результатом лечения считался при способности пациента сливать равноконтурные тест-объекты на синоптофоре. Лечение продолжалось в течение 12 месяцев.



Рисунок 1 – Жидкокристаллические очки Strabo

Для восстановления бинокулярного зрения у пациентов после формирования сенсорной фузии использовали следующие методики *диплоптического* лечения: восстановление рефлекса бификсации; релаксационно-нагрузочный метод; развитие моторной фузии посредством призмы переменной силы. Все лечебные процедуры проводили на приборе исследования остроты зрения для близи (ПОЗБ-1).

Результаты исследования обрабатывали на персональном компьютере методами математической статистики с применением программ Excel (Microsoft, США) и Statistica 13.0 (TIBCO Software Inc., США). Оценка нормальности распределения выборки обследуемых детей проводилась с использованием критериев Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk's test) и Колмогорова-Смирнова. Для описания распределения использовались среднее арифметическое, стандартное отклонение, ошибка среднего, медиана, процентиля. Для сравнения показателей в разных группах использовали параметрический критерий Стьюдента для независимых выборок или непараметрический критерий Манна-Уитни. Для оценки изменений показателя в связанных выборках использовали параметрический критерий Стьюдента для связанных выборок или непараметрический критерий Уилкоксона. Статистически значимым считали уровень $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для разработки метода восстановления сенсорной фузии нами были взяты жидкокристаллические очки Amblyz (США), которые представляют собой жидкокристаллические линзы, встроенные в оправу. Очки были разработаны производителями для лечения пациентов с амблиопией, поэтому изначально программировались на заданную длительность, осуществляя монокулярную окклюзию лучше видящего глаза. Нами была разработана программа для персонального компьютера, позволяющая проводить ортоптическое лечение для восстановления сенсорной фузии с попеременным разобщением полей зрения при помощи жидкокристаллических очков. Данная программа дает возможность в индивидуальном порядке программировать очки пациентам на

заданную частоту альтернирования (Гц) для обеспечения попеременного разобщения полей зрения правого и левого глаза посредством осцилляции жидкокристаллических линз. С целью определения частоты альтернирования использовалась функция видеоокулографии на аппарате Gazelab (BCC Innova, Испания). Задачей видеоокулографии было определение времени, достаточного для перехода глазного яблока в положение ортотропии после прикрывания парного глаза (совершения установочного движения при cover-test). Разработанный нами способ определения частоты альтернирования жидкокристаллических очков для восстановления сенсорной фузии зарегистрирован и запатентован (патент РФ № 2721888 от 25.12.2019 года, патентообладатель – И.Э. Азнаурян).

В исследование сплошным методом (группа 1) были включены 24 пациента с отсутствием сенсорной фузии при исследовании на синоптофоре, которых ранее прооперировали по поводу содружественного аккомодационного или неаккомодационного сходящегося косоглазия, наблюдавшиеся в клиническом объединении центров охраны зрения детей и подростков «Ясный Взор» в период с 2014 по 2016 годы. У всех пациентов угол косоглазия был до 10 градусов после оперативного лечения косоглазия.

Пациенты были в возрасте $5,1 \pm 1,6$ года (от 3 до 9 лет), среди них 10 мальчиков и 14 девочек. Рефракция по сферозэквиваленту составляла $2,74 \pm 0,93$ дптр ($0,75$ – $4,50$ дптр). Возраст выявления косоглазия $17,8 \pm 4,6$ месяца (9–24 месяца). Пациентам была выполнена операция рецессии внутренней прямой и складки наружной прямой мышцы или глубокой рецессии внутренних прямых мышц (в зависимости от угла косоглазия). Объективный остаточный угол после операции, измеренный на синоптофоре составил $3,25 \pm 1,94$ (0 – 6 градусов). Случаев гиперэффекта не было. В повторных вмешательствах пациенты не нуждались.

После измерения на видеоокулографе длительности установочного движения глазного яблока t_1 (мс) и латентного периода t_2 (мс) рассчитывали максимальную частоту альтернирования ν в Гц по формуле:

$$\nu = 500 / [(t_1 + t_2) + 40]. \quad (1)$$

Для расчета по формуле берется бóльшая длительность установочного движения из двух глаз и бóльший период латентности установочного движения глазного яблока из двух глаз.

40 – минимальное время, необходимое для визуализации между альтернированиями, мс. Указанное минимальное время определено на основе известных условий просмотра кинофильмов, предполагающих частоту 24 кадра в 1 с, и допускающих введение 25-го кадра, что соответствует длительности одного кадра 40 мс.

Данная формула позволяет осуществить программирование частоты альтернирования жидкокристаллических очков. Режим ношения очков определяется индивидуально и обычно составляет от 6 до 12 месяцев по 6-8 часов в день.

Большая (из 2 глаз) длительность установочного движения в исследовании в среднем составила $93,8 \pm 14,4$ мс (от 70 до 120 мс). Большая (из 2 глаз) длительность латентного периода в исследовании в среднем составила $387,5 \pm 68,8$ мс (от 280 до 600 мс). Частота альтернирования, рассчитанная по формуле, которая в дальнейшем была использована для программирования жидкокристаллических очков, в среднем составила $1,0 \pm 0,1$ (от 0,69 до 1,22) Гц.

Таким образом, была разработана методика программирования частоты альтернирования жидкокристаллических очков на основе определения длительности установочного движения глазного яблока для эффективного ортоптического лечения, направленного на восстановление сенсорной фузии у детей после операции по поводу содружественного сходящегося косоглазия.

Задачей следующего этапа было выполнить сравнительный анализ эффективности ортоптического лечения жидкокристаллическими очками при эмпирическом («Эмпирическая группа», 21 пациент) и обоснованном расчетах («Расчетная группа», 18 пациентов) программировании жидкокристаллических очков.

Демографические параметры групп отражены в таблице 2.

Пациенты в эмпирической и расчетной группе не отличались статистически по половозрастным характеристикам, а также возрасту, когда было обнаружено косоглазие.

Таблица 2 – Демографические параметры пациентов в сравниваемых группах до лечения, $M \pm \sigma$ (min–max)

Параметр	Эмпирическая группа (n = 21)	Расчетная группа (n = 18)
Возраст, лет	$5,3 \pm 1,7$ (4–7)	$5,5 \pm 1,9$ (4–8)
Пол, м/ж	10/11	9/9
Возраст, когда обнаружено косоглазие, лет	$1,0 \pm 1,2$ (0,0–3,5)	$1,2 \pm 0,9$ (0,0–3,3)

Примечание: группы по всем параметрам статистически не различались ($p > 0,05$).

Клинические параметры групп отражены в таблице 3.

Различий между расчетной и эмпирической группами не наблюдалось, что отражено в таблице 3. У всех пациентов не было бинокулярного зрения при проверке зрения на 4-х точечном тесте. Поэтому пациенты из обеих групп были в равнозначных условиях для восстановления сенсорной фузии и восстановления бинокулярного зрения.

Таблица 3 – Клинические параметры пациентов в сравниваемых группах до лечения, $M \pm \sigma$ (min–max)

Параметр	Эмпирическая группа (n = 21)	Расчетная группа (n = 18)
Наличие косоглазия до хирургического лечения, месяцев	$35,7 \pm 12,1$ (15,0–63,0)	$39,3 \pm 28,3$ (14,0–102,0)
Острота зрения лучше видящего глаза с коррекцией	$0,93 \pm 0,02$ (0,8–1,0)	$0,94 \pm 0,01$ (0,8–1,0)
Острота зрения хуже видящего глаза с коррекцией	$0,81 \pm 0,09$ (0,7–1,0)	$0,77 \pm 0,1$ (0,7–1,0)
Сферозэквивалент лучше видящего глаза, диоптрий	$2,0 \pm 1,3$ (0,25–5,5)	$2,65 \pm 1,4$ (0,38–5,75)
Сферозэквивалент хуже видящего глаза, диоптрий	$2,25 \pm 1,34$ (0,25–5,75)	$2,83 \pm 1,4$ (0,50–5,5)
Величина анизометропии, диоптрий	$0,55 \pm 0,12$ (0,0–1,5)	$0,45 \pm 0,16$ (0,0–1,0)
Угол косоглазия, градусы	$4,2 \pm 1,1$ (2–6)	$5,0 \pm 1,6$ (1–8)

Примечание: группы по всем параметрам статистически не различались ($p > 0,05$).

Итоги лечения отражены на рисунке 2.

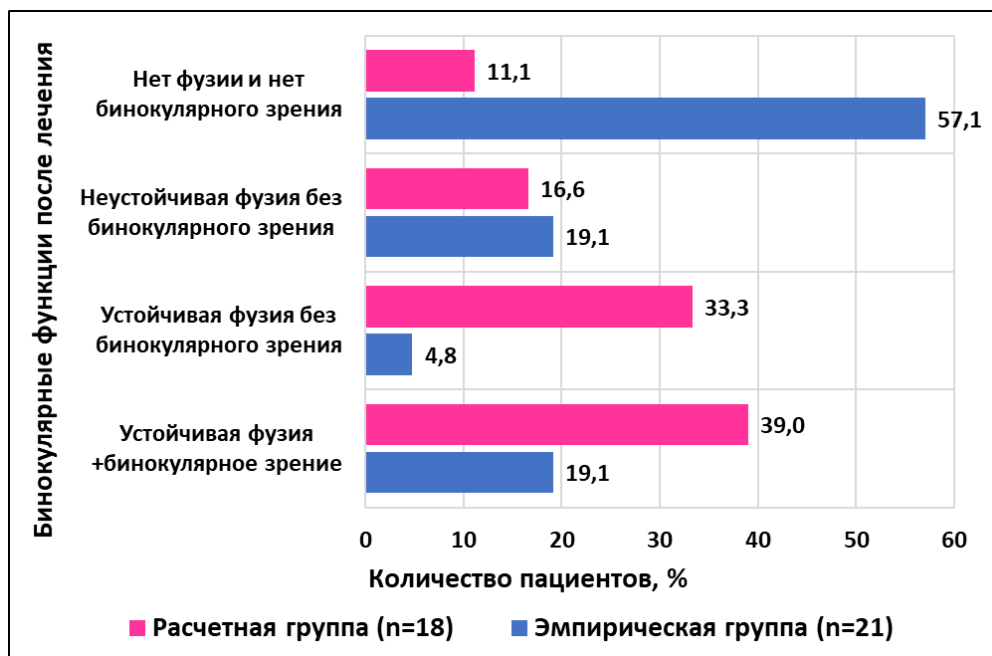


Рисунок 2 – Восстановление сенсорной фузии и бинокулярного зрения после лечения. Различие групп статистически достоверно ($p < 0,01$)

У пациентов, которым было назначено ортоптическое лечение жидкокристаллическими очками с использованием формулы расчета альтернирования восстановление бинокулярных функций (бинокулярного зрения и сенсорной фузии) происходило чаще, чем при эмпирическом программировании ($p < 0,01$).

В дальнейшем это стало причиной назначения всем пациентам исследования ортоптического лечения с индивидуальным программированием параметров осцилляции жидкокристаллических очков.

В третьей группе выполняли сравнительный анализ эффективности ортоптического лечения с целью восстановления сенсорной фузии у пациентов после хирургии косоглазия по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.

Демографические параметры пациентов в группах сравнения отражены в таблице 4.

Таблица 4 – Параметры пациентов в сравниваемых группах до лечения, $M \pm \sigma$ (min–max)

Параметр	Группа «Синоптофор» (n = 53)	Группа «Очки» (n = 46)
Возраст, лет	5,7 $\pm$ 1,9	5,6 $\pm$ 2,5
Пол, м/ж	30 / 23	23 / 23
Возраст, когда обнаружено косоглазие, лет	1,3 $\pm$ 1,7 (0,0–5,0)	1,4 $\pm$ 1,4 (0,0–5,0)
Наличие косоглазия до хирургического лечения, месяцев	41,7 $\pm$ 15,4 (4,0–68,0)	39,3 $\pm$ 28,3 (2,0–110,0)

Примечание: группы статистически не различались ($p > 0,05$).

Сравниваемые группы по половозрастным параметрам, а также длительности косоглазия и наличию косоглазия до хирургического лечения были статистически однородны, что отражает таблица 4.

Отсутствие бинокулярного зрения было выявлено у всех исследуемых пациентов, на 4-точечном тесте определялось одновременное зрение.

Группы пациентов были однородны также по сферическому эквиваленту, остроте зрения, углу косоглазия, что отражено на рисунках 3, 4 и 5.

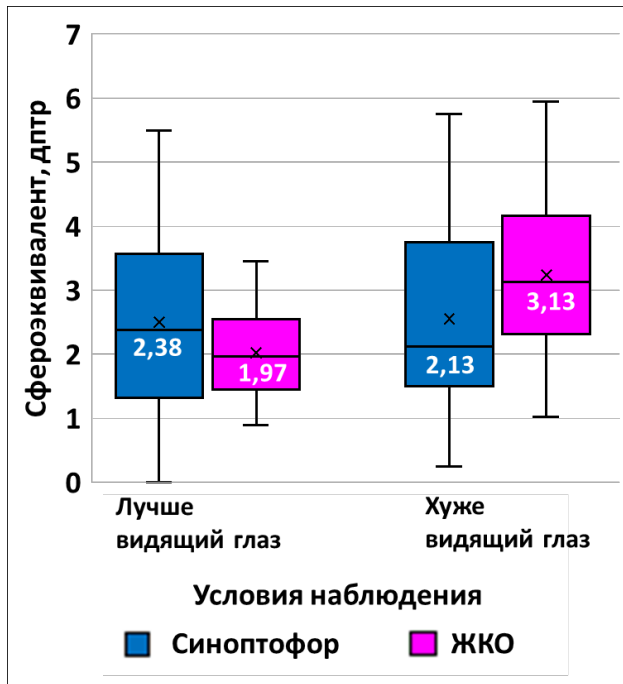


Рисунок 3 – Сравнение сферического эквивалента в зависимости от остроты зрения в сравниваемых группах до лечения

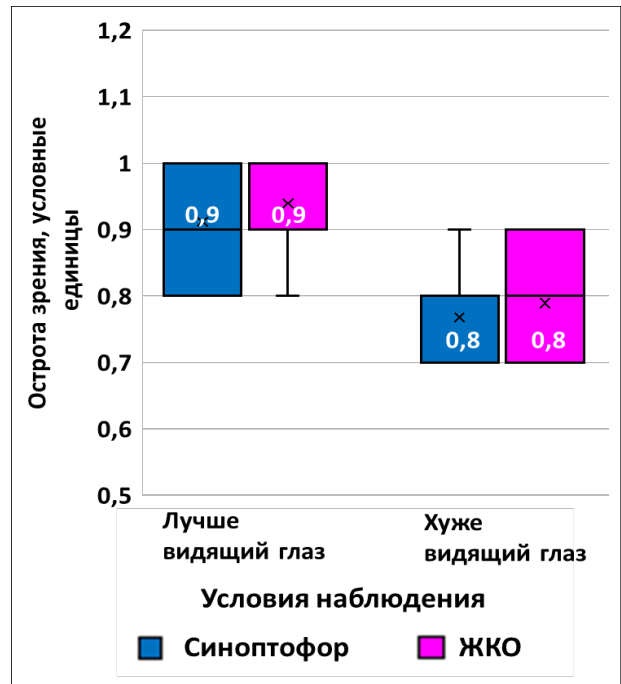


Рисунок 4 – Сравнение остроты зрения в сравниваемых группах до лечения

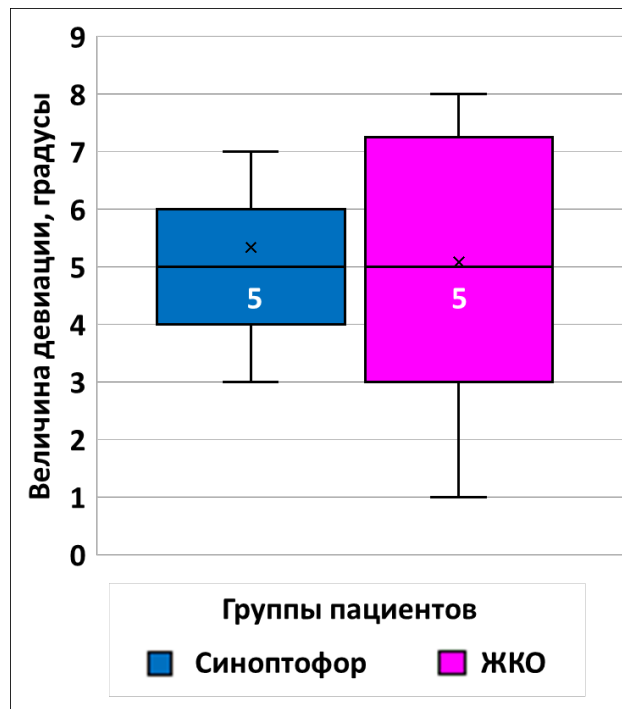


Рисунок 5 – Угол косоглазия в сравниваемых группах до лечения

Итоги лечения отражены на рисунке 6. У пациентов, которым было назначено ортоптическое лечение жидкокристаллическими очками результаты лечения были лучше, чем у пациентов, которые проходили ортоптическое лечение на синоптофоре.

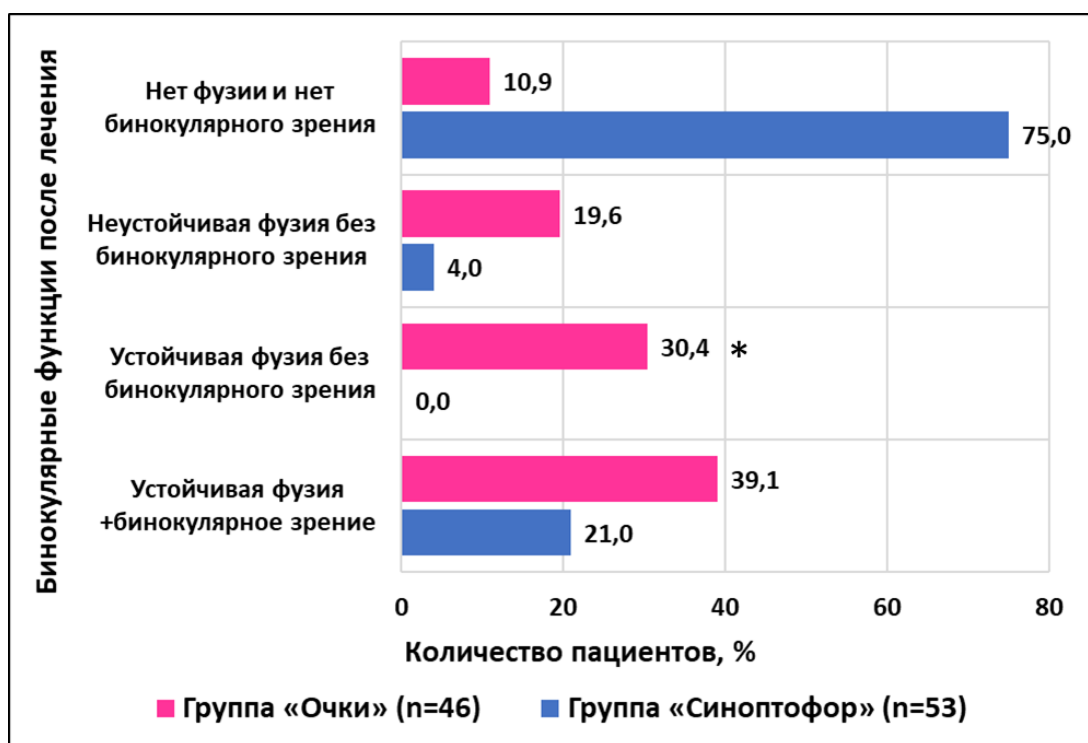


Рисунок 6 – Восстановление сенсорной фузии и бинокулярного зрения после лечения, n (%).
Различие групп статистически достоверно ($p < 0,000$). Примечание: у 12 пациентов (26%) бинокулярное зрение восстановилось после курса диплоптического лечения

Восстановление бинокулярных функций (бинокулярного зрения и сенсорной фузии), по данным рисунка 6, чаще происходило при ортоптическом лечении жидкокристаллическими очками ($p < 0,000$): у 11 (21%) пациентов из группы «Синоптофор» и у 32 (69,5%) пациентов из группы «Очки» получилось восстановить сенсорную фузию. При этом сенсорная фузия в группе «Очки» имела тенденцию (недостоверную) к более быстрому восстановлению в среднем за $5,0 \pm 2,1$ месяца (3–10 месяцев) по сравнению с $5,82 \pm 3,85$ месяца (4–12 месяцев) в группе «Синоптофор».

Родители были больше удовлетворены лечением посредством жидкокристаллических очков, так как не нужно было ежедневно посещать клинику, а также в связи с большим комплаенсом со стороны детей ввиду удобства и комфортных условий лечения, отсутствия требования усидчивости. Кроме того, занятия на синоптофоре могут быть утомительны для ребенка.

Заключительный этап исследования группы 4 состоял в оценке возможности восстановления сенсорной фузии посредством ортоптического лечения жидкокристаллическими очками у пациентов, у которых не удалось восстановить устойчивую сенсорную фузию традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре.

Клинико-демографические характеристики пациентов в сравниваемых группах представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристика пациентов сравниваемых групп до лечения, $M \pm \sigma$ (min–max)

Параметр	Группа «Синоптофор-2» (n = 86)	Группа «Очки-2» (n = 43)
Возраст, лет	6,1 $\pm$ 2,1 (4,0–11,0)	5,5 $\pm$ 1,4 (4,0–11,0)
Пол, м /ж	45 / 41	28 / 15
Возраст выявления косоглазия, лет	1,7 $\pm$ 1,5 (0,0–5,0)	1,8 $\pm$ 1,1 (0,0–5,0)
Длительность косоглазия до оперативного лечения, мес.	48,2 $\pm$ 28,6 (2,0–120,0)	36,7 $\pm$ 20,9 (2,0–120,0)
Острота зрения обоих глаз	0,69 $\pm$ 0,3 (0,1–1,0)	0,78 $\pm$ 0,26 (0,1–1,0)
Острота зрения обоих глаз с коррекцией	0,90 $\pm$ 0,16 (0,4–1,0)	0,89 $\pm$ 0,22 (0,4–1,0)
Сферозэквивалент обоих глаз, дптр	2,62 $\pm$ 1,6 (0–6,25)	2,65 $\pm$ 1,6 (0–6,25)
Угол косоглазия, градусы	4,2 $\pm$ 0,5 (2–8)	3,8 $\pm$ 0,6 (2–8)

Примечание: по всем параметрам различие групп статистически не достоверно ($p > 0,05$).

Как видно из таблицы 6, сравниваемые группы не имели статистически значимых различий исходных данных. Средний угол косоглазия составлял 4,2 $\pm$ 0,5 в группе «Синоптофор-2», 3,8 $\pm$ 0,6 градусов в группе «Очки-2», что создавало благоприятные условия для восстановления сенсорной фузии. При исследовании на 4-х точечном тесте все пациенты групп «Синоптофор-2» и «Очки-2» имели исходно одновременный характер зрения.

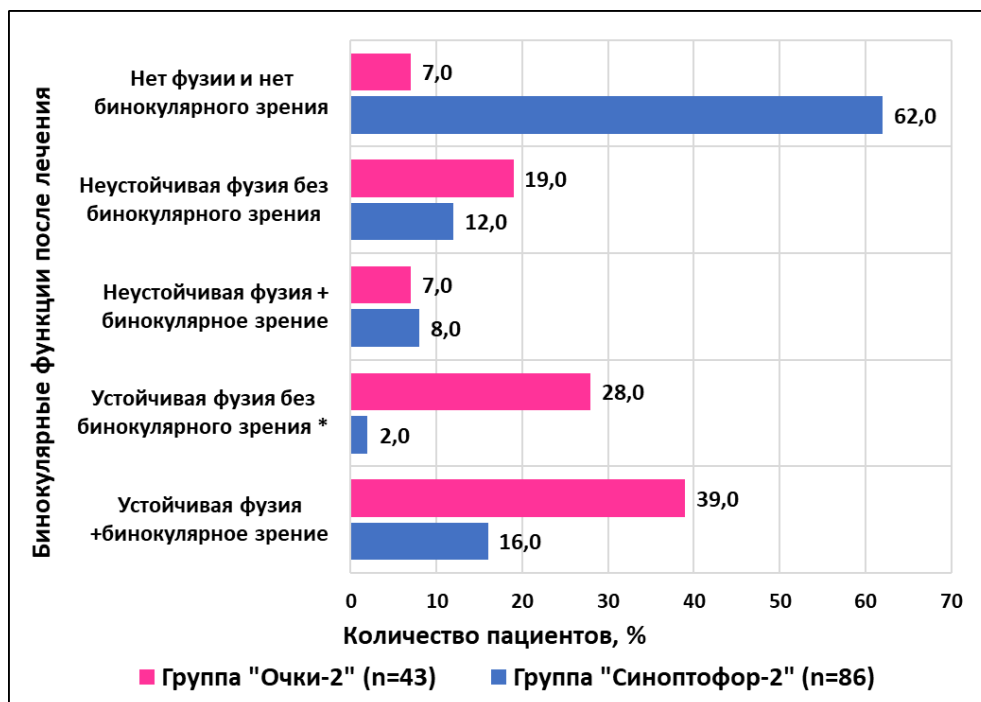


Рисунок 7 – Восстановление бинокулярных функций после лечения. Различие групп статистически достоверно ($p < 0,001$). Примечание: Восстановлено после диплоптического лечения

Как видно из рисунка 7, как бинокулярное зрение, так и сенсорная фузия существенно чаще восстанавливались при использовании жидкокристаллических очков. Сенсорная фузия восстановилась в целом у 16 (18%) пациентов из группы «Синоптофор-2» и у 29 (67%) пациентов из группы «Очки-2». Время формирования устойчивой сенсорной фузии у детей группы «Синоптофор-2» составило в среднем $9,2 \pm 2,5$ месяца (от 6 до 16 месяцев), в то время как у 29 пациентов группы «Очки-2» на это потребовалось $6,8 \pm 2,5$ месяца (от 2 до 12 месяцев) ($p < 0,005$). Два пациента из группы «Синоптофор-2» и 12 пациентов из группы «Очки-2», у которых сразу не восстановилось бинокулярное зрение при устойчивой сенсорной фузии, проходили диплоптическое лечение, которое во всех случаях привело к формированию бинокулярного зрения за период $5,9 \pm 1,4$ месяца (от 3 до 8 месяцев).

Наблюдалась бóльшая удовлетворенность лечением родителей пациентов группы «Очки-2» из-за отсутствия необходимости частого посещения лечебного учреждения.

Как показал проведенный сравнительный анализ, эффективность ортоптического лечения методом попеременного разобщения зрения жидкокристаллическими очками оказалась гораздо выше, чем лечение с использованием традиционного ортоптического лечения на синоптофоре. Жидкокристаллические очки, в отличие от ортоптического лечения на синоптофоре, не требуют от пациентов усидчивости и посещения лечебного учреждения. Отдельно стоит отметить высокую частоту восстановления бинокулярного зрения при использовании метода попеременного разобщения полей зрения жидкокристаллическими очками, что говорит о важности восстановления у детей сенсорной фузии для последующей реабилитации остальных бинокулярных функций, таких как бинокулярное и стереоскопическое зрение. Пациенты, которые носили жидкокристаллические очки, отмечали удобство и комфортные условия лечения, что приводило к более высокому комплаенсу со стороны детей и желанию лечиться жидкокристаллическими очками.

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый оригинальный метод ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии с использованием современных технологий, заключающийся в попеременном разобщении взора жидкокристаллическими очками. У пациентов с отсутствием сенсорной фузии после операции по поводу содружественного сходящегося косоглазия с углом косоглазия до 10 градусов, измеренном на синоптофоре, метод позволяет восстановить сенсорную фузию в 67-72% случаев, что эффективнее существующих методик ортоптического лечения, которые позволяют восстановить сенсорную фузию в 24,8% случаев.

2. На основе метода видеоокулографии разработан способ индивидуального расчета частоты альтернирования жидкокристаллических очков для использования их в ортоптическом лечении с целью восстановления сенсорной фузии. Для восстановления

сенсорной фузии новым методом ортоптического лечения путем попеременного разобщения взора жидкокристаллическими очками необходимо провести видеоокулографию на аппарате Gazelab, определить длительность установочного движения глазного яблока t_1 (мс) и латентного периода t_2 (мс). Максимальную частоту альтернирования v в Гц рассчитывали по формуле:

$$v = 500 / [(t_1 + t_2) + 40]$$

где t_1 – длительность установочного движения глазного яблока (берется бóльшая длительность установочного движения из двух глаз), мс; t_2 – период латентности установочного движения глазного яблока (берется бóльшая длительность установочного движения из двух глаз), мс; 40 – минимальное время, необходимое для визуализации между альтернирования, мс. Указанное минимальное время определено на основе известных условий просмотра кинофильмов, предполагающих частоту 24 кадра в 1 с, и допускающих введение 25-го кадра, что соответствует длительности одного кадра 40 мс.

3. Доказана более высокая эффективность ортоптического лечения жидкокристаллическими очками для восстановления сенсорной фузии при программировании жидкокристаллических очков с использованием предложенной формулы расчета по сравнению с эмпирическим программированием. У пациентов с эмпирическим программированием сенсорная фузия восстанавливалась в 23,85% случаев, в группе с использованием предложенной формулы расчета в 72,3% случаев ($p < 0,01$).

4. Предложенный новый метод ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками у пациентов детского возраста при косоглазии показал более высокую эффективность по сравнению с традиционным ортоптическим лечением на синоптофоре. Восстановление бинокулярных функций (бинокулярного зрения и сенсорной фузии), чаще происходило при использовании жидкокристаллических очков ($p < 0,000$): у 11 пациентов (21%) из группы «Синоптофор» и у 32 пациентов (69,5%) из группы «Очки» удалось восстановить сенсорную фузию, при этом сенсорная фузия в контрольной группе восстанавливалась в среднем за $5,82 \pm 3,85$ месяцев [4–12], а в основной группе за $5,0 \pm 2,1$ месяцев [3–10].

5. Предложенный оригинальный метод ортоптического лечения для восстановления сенсорной фузии жидкокристаллическими очками эффективен у детей, у которых традиционное ортоптическое лечение на синоптофоре не было результативным. Бинокулярное зрение и сенсорная фузия существенно чаще восстанавливались при использовании жидкокристаллических очков. Сенсорная фузия восстановилась в целом у 16 пациентов (18%) из группы «Синоптофор-2» и 29 пациентов (67%) из группы «Очки-2». Время формирования устойчивой сенсорной фузии у детей группы «Синоптофор-2» составило в среднем $9,2 \pm 2,5$ [от 6 до 16] месяцев, в то время как у 29 пациентов группы «Очки-2» на это потребовалось $6,8 \pm 2,5$ [от 2 до 12] месяцев ($p < 0,005$).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Пациентам с содружественным сходящимся косоглазием с углом косоглазия до 10 градусов и орторопией, а также после хирургического вмешательства после достижения состояния орторопии и с отсутствием сенсорной фузии рекомендовано разобщение полей зрения методом попеременной окклюзии жидкокристаллическими очками для эффективного восстановления сенсорной фузии и бинокулярного зрения.

2. Для уточнения параметров индивидуального программирования жидкокристаллических очков рекомендуется проведение видеоокулографии с уточнением длительности установочного времени и использования данного параметра для расчета частоты разобщения взора попеременной окклюзией жидкокристаллическими очками

ПЕРСПЕКТИВА ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ

Эффективность применения метода восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения взора жидкокристаллическими очками в дальнейшем необходимо изучить у пациентов с амблиопией средней и высокой степени, у пациентов с анизометропией более 2 диоптрий, изучить зависимость латентного периода и длительности установочного движения от возраста, остаточного угла косоглазия, остроты зрения и длительности ношения жидкокристаллических очков, а также изучить влияние негармонического разобщения взора при односторонней амблиопии с целью комплексного лечения нарушения сенсорной фузии при сочетании с амблиопией.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Азнаурян, И.Э. Новый метод восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения полей взора (предварительное сообщение) / И.Э. Азнаурян, А.А. Шпак, В.О. Баласанян, Э.И. Азнаурян, **С.Г. Агагулян** // **Российская детская офтальмология**. – 2018. – № 1. – С. 20–24.

2. Aznauryan, I.E. New method of sensory fusion rehabilitation using intermittent occlusion with LCD glasses / I.E. Aznauryan, **S.G. Agagulyan**, E.I. Aznauryan, V.O. Balasanyan, A.A. Shpak // JAAPOS. – 2018; August. – Vol. 22, № 4. – P. e20.

3. Азнаурян, И.Э. Сравнение эффективности восстановления сенсорной фузии при лечении на синоптофоре и жидкокристаллическими очками / И.Э. Азнаурян, А.А. Шпак, В.О. Баласанян, Э.И. Азнаурян, **С.Г. Агагулян** // **Офтальмохирургия**. – 2020. – № 1. – С. 57–61.

4. Патент РФ RU 2721888 C1 МПК A61F 9/00 Способ определения частоты альтернирования жидкокристаллических очков для восстановления сенсорной фузии / И.Э. Азнаурян, А.А. Шпак, В.О. Баласанян, Э.И. Азнаурян, **С.Г. Агагулян**; патентообладатель И.Э. Азнаурян. – № 2019143697 ; заявл. 25.12.2019 ; опубл. 25.05.2020.

5. **Патент RU 2 756 662 C1** МПК A61F 9/00; A61F 9/02 Способ восстановления бифовеальной фузии при анизомоторике / И.Э. Азнаурян, В.О. Баласанян, Э.И. Азнаурян, С.Г. Агагулян; патентообладатель И.Э. Азнаурян. – № 2021107237 ; заявл. 13.03.2021 ; опубл. 04.10.2021.

6. Азнаурян, И.Э. Восстановление сенсорной фузии у детей методом попеременного разобщения полей зрения / И.Э. Азнаурян, А.А. Шпак, В.О. Баласанян, Э.И. Азнаурян, **С.Г. Агагулян** // **Вестник восстановительной медицины**. – 2021. – Т. 20, № 3. – С. 118–123.

7. Aznauryan, I.E. Strabismus rehabilitation-where surgery and orthoptic treatment are side by side / I.E. Aznauryan, **S.G. Agagulyan**, E.I. Aznauryan, V.O. Balasanyan, A.A. Shpak // JAAPOS. – 2021; August. – Vol. 25, № 4. – P. e53–e54.

8. **Патент RU 134057 S** МПКО 16-06; 24-01. Промышленный образец «Электронный окклюдер для глаз STRABO» / И.Э. Азнаурян, В.О. Баласанян, С.Г. Агагулян; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «МОДЕМИ КОМПОЗИТЫ И ТЕХНОЛОГИИ». – № 2022500488 ; заявл. 03.02.2022 ; опубл. 16.11.2022. Бюл. № 11.

9. Азнаурян, И.Э. Сравнение восстановления сенсорной фузии при различных типах программирования жидкокристаллических очков / И.Э. Азнаурян, А.А. Шпак, В.О. Баласанян, **С.Г. Агагулян** // **Саратовский научно-медицинский журнал**. – 2023. – Т. 19, № 2. – С. 121–124.

10. **Евразийский патент № 000418 (13) S1** МПКО 16 Окклюдер для глаз электронный [окклюдер для глаз] / И.Э. Азнаурян, В.О. Баласанян, С.Г. Агагулян; патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «МОДЕМИ КОМПОЗИТЫ И ТЕХНОЛОГИИ». – № 202340123 ; заявл. 02.06.2023 ; опубл. 13.12.2023. Бюл. № 12.

11. **Агагулян, С.Г.** Нарушения сенсорной фузии у пациентов с косоглазием и способы ее восстановления / С.Г. Агагулян // **Вестник медицинского стоматологического института**. – 2024. – № 4 (71). – С. 4–11.

Подписано в печать 03.06.2025. Формат 60×90 1/16.

Усл. печ. л. 1,4. Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии

ООО «Полиграфическое объединение «Стандарт».

443096, г. Самара, ул. Коммунистическая, д. 27, офис 1.

Тел.: (846) 372-71-71. E-mail: zakaz@print-standart.ru