

СРАВНЕНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ СЕНСОРНОЙ ФУЗИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОЧКОВ

И. Э. Азнаурян¹, А. А. Шпак², В. О. Баласанян¹, С. Г. Агагулян¹

¹Детские глазные клиники «Ясный Взор», Москва, Россия

²ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С. Н. Фёдорова» Минздрава России, Москва, Россия

COMPARISON OF SENSORY FUSION RECOVERY IN DIFFERENT TYPES PROGRAMMING OF LIQUID CRYSTAL GLASSES

I. E. Aznauryan¹, A. A. Shpak², V. O. Balasanyan¹, S. G. Agagulyan¹

¹Association of Pediatric Eye Clinics "Yasnyi Vzor", Moscow, Russia

²S. N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery", Moscow, Russia

Для цитирования: Азнаурян И. Э., Шпак А. А., Баласанян В. О., Агагулян С. Г. Сравнение восстановления сенсорной фузии при различных типах программирования жидкокристаллических очков. Саратовский научно-медицинский журнал. 2023; 19 (2): 121–124. <https://doi.org/10.15275/ssmj1902121>. EDN: HFFFJV.

Аннотация. Цель: сравнить эффективность нового метода восстановления сенсорной фузии у пациентов с персонализированным подбором частоты альтернирования жидкокристаллических очков (ЖКрО) по сравнению с эмпирическим подбором частоты альтернирования. *Материал и методы.* В исследование включено 39 пациентов с содружественным сходящимся косоглазием в состоянии ортотропии с отсутствием сенсорной фузии после оперативного лечения косоглазия, которым назначены ЖКрО. Очки программировались эмпирически на 2 Гц у 21 пациента (эмпирическая группа), у 18 пациентов очки запрограммированы с использованием разработанной формулы расчета частоты альтернирования ЖКрО, основанной на определении длительности установочного движения глазного яблока (расчетная группа). Сравнимые группы не различались по полу, возрасту, остроте зрения и другим характеристикам. *Результаты.* Восстановление сенсорной фузии достоверно чаще происходило в расчетной группе (16 пациентов, 88,9%), чем в эмпирической группе (9 пациентов, 42,9%), отличие высоко достоверно ($p=0,001$). *Заключение.* Методика программирования частоты альтернирования ЖКрО на основе определения длительности установочного движения глазного яблока является более эффективной для восстановления сенсорной фузии у детей после операции по поводу содружественного сходящегося косоглазия, чем эмпирическое программирование.

Ключевые слова: сходящееся косоглазие, сенсорная фузия, жидкокристаллические очки, частота альтернирования

For citation: Aznauryan I. E., Shpak A. A., Balasanyan V. O., Agagulyan S. G. Comparison of sensory fusion recovery in different types programming of liquid crystal glasses. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2023; 19 (2): 121–124. <https://doi.org/10.15275/ssmj1902121>. EDN: HFFFJV.

Abstract. *Objective:* to compare the effectiveness of new method of sensory fusion recovery in patients with personalized adjustment of the frequency of alternation of liquid crystal glasses (LCG) compared with the empirical selection of the frequency of alternation. *Material and methods.* The study included 39 patients with concomitant convergent strabismus with orthotropy and no sensory fusion after surgical treatment of strabismus, who were prescribed LCG. The glasses were programmed empirically at 2 Hz in 21 patients (empiric group), in 18 patients — using the developed formula for calculating the frequency of alternation of LCG (calculated group). The compared groups did not differ in gender, age, visual acuity, and other characteristics. *Results.* Recovery of sensory fusion occurred more often with LCG in calculated group (16 patients, 88.9%) than in empiric group (9 patients, 42.9%), the difference is highly reliable ($p=0.001$). *Conclusions.* A new method for personalized selection of the frequency of alternating LCG using video oculography is more efficient than empirical programming for sensory fusion restoration in children after surgery for concomitant convergent strabismus.

Keywords: convergent strabismus, sensory fusion, liquid crystal glasses, frequency of alternation

Введение. Проблема реабилитации детей с косоглазием занимает большое место в детской офтальмологической практике. Заболевание встречается

у 3% детского населения [1], а среди патологии органа зрения — в 15% случаев [2]. Большинству пациентов с косоглазием показано хирургическое лечение, которое впоследствии должно сопровождаться реабилитацией функциональных связей в зрительных центрах головного мозга и восстановлением бинокулярного зрения. Отсутствие должной реабилитации

Ответственный автор — Сатеник Гагиковна Агагулян
Corresponding author — Satenik G. Agagulyan
Тел.: +7 (929) 6248180
E-mail: agagulyan@prozrenie.ru

может привести к таким функциональным осложнениям, как отсутствие бинокулярного и стереоскопического зрения, а также амблиопии.

Важнейшей функцией, требующей восстановления у пациентов после хирургического лечения врожденного, а также рано приобретенного косоглазия является сенсорная фузия. Ее восстановление — главное условие для дальнейшего развития бинокулярного и стереоскопического зрения.

Основным способом реабилитации сенсорной фузии в кабинетах охраны зрения детей и подростков является лечение на синоптофоре. При этом данная методика кратковременна по длительности проведения процедуры (составляет всего 15 мин) и проводится только в условиях жесткой гаплоскопии.

ЖКрО активно стали применяться в офтальмологии в начале 1990-х гг. [3–5]. Проведены исследования с использованием ЖКрО у детей для лечения амблиопии [6], где они показали лучшие результаты лечения по сравнению с использованием обычного окклюдера.

Для повышения эффективности лечения пациентов с косоглазием использовали специальную конструкцию ЖКрО, разработанную ортоптистом Р. Chaumont [7], и дополненную программным обеспечением, создающую условия не только для монокулярного предъявления изображений то одному, то другому глазу, но и для бинокулярного предъявления изображений.

В России ЖКрО для лечения пациентов с косоглазием использовались в аппаратно-программном комплексе «Капбис-1». Он представляет собой соединение ЖКрО с генератором электрических импульсов и содержит дискеты с программой для стандартного IBM-совместимого персонального компьютера. Ввиду сложности конструкции, являющейся стационарной и требующей проведения лечения только сеансами в поликлинических условиях, такие очки не получили распространения [8].

Исследование возможности использования ЖКрО для лечения косоглазия продолжилось с появлением автономных ЖКрО, которые позволяли проводить более длительное в течении дня лечения в домашних условиях [9, 10]. В данных исследованиях была изучена эффективность эмпирического подбора частоты альтернирования ЖКрО для восстановления сенсорной фузии.

Цель — сравнить эффективность нового метода восстановления сенсорной фузии у пациентов с персонализированным подбором частоты альтернирования жидкокристаллических очков по сравнению с эмпирическим подбором частоты альтернирования.

Материал и методы. Для расчета необходимой индивидуальной частоты альтернирования проводилось исследование установочных движений на видеоокулографе Gazelab и оценивалась длительность установочного движения (включая его латентный период, требуемый глазу для «осознания» необходимости совершить установочное движение), которая закладывалась в разработанную авторами формулу (патент RU 2721881). Полученные данные вносились в программу и передавались через Bluetooth на ЖКрО.

В работу включали пациентов, оперированных по поводу содружественного сходящегося постоянного аккомодационного или неаккомодационного косоглазия в детской глазной клинике «Ясный Взор». Операцию рецессии внутренней прямой и складки наружной прямой мышцы или глубокой рецессии

внутренних прямых мышц (в зависимости от угла косоглазия) выполняли на чаще косящем глазу по малотравматичной методике с использованием программы математического расчета дозирования хирургии косоглазия StraboSoft. Случаев гиперэффекта не было. Все пациенты были в состоянии ортотропии с отсутствием сенсорной фузии на синоптофоре.

В исследование отобран ретроспективно сплошным методом 21 пациент, которым очки программировали эмпирически на 2 Гц. Они составили эмпирическую группу.

Сплошным методом также были отобраны 18 пациентов, которым очки были запрограммированы с использованием разработанной формулы расчета частоты альтернирования ЖКрО (расчетная группа).

Критериями включения были угол горизонтального косоглазия от 0 до 10 градусов на синоптофоре, возраст от 2 до 7 лет, наличие врожденного или рано приобретенного косоглазия.

Критериями исключения были нистагм, паралистическое косоглазие, амблиопия средней и высокой степеней, миопия, гиперметропия свыше 5,0 дптр, астигматизм выше 3 дптр, наличие органических заболеваний зрительной системы, серьезные сопутствующие неврологические и соматические заболевания.

Пациентам проведено стандартное офтальмологическое обследование (рефрактометрия, биомикроскопия, исследование бинокулярных функций, визометрия), а также дополнительное исследование глазодвигательных функций методом нистагмографии на видеоокулографе Gazelab (BCN Innova, Испания), который позволяет детально регистрировать движения глазного яблока с помощью двух инфракрасных камер. В состав прибора входит ноутбук с соответствующим программным обеспечением. Запись движений глаза представляется в виде графика.

Статистический анализ результатов выполняли с использованием программ Excel (Microsoft, США) и Statistica 13.0 (TIBCO Software Inc., США). Для оценки нормальности распределения использовали критерий Колмогорова — Смирнова. Все количественные показатели имели нормальное распределение и приведены в формате $M \pm \sigma$. Сравнение их в двух группах выполняли с помощью критерия Стьюдента для независимых выборок. Качественные показатели сравнивали с помощью точного критерия Фишера. Результаты считали значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Все пациенты в обеих группах были с врожденным и рано приобретенным косоглазием. Косоглазие у всех пациентов было обнаружено с рождения до 3,5 года. Клинико-демографические параметры пациентов в сравниваемых группах отражены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, сравниваемые группы не различались по полу, возрасту, остроте зрения и другим характеристикам. У всех пациентов не было сенсорной фузии при проверке на синоптофоре и бинокулярного зрения при проверке зрения на 4-точечном тесте. Именно поэтому больные из обеих групп были в равнозначных условиях для восстановления сенсорной фузии.

Итоги лечения отражены в табл. 2. Под восстановлением сенсорной фузии мы понимали появление у пациентов устойчивого и неустойчивого слияния тест-объектов на синоптофоре, так как оба состояния создают условия для последующего восстановления бинокулярного зрения. Восстановление сенсорной

Таблица 1

Клинико-демографические параметры пациентов в сравниваемых группах до лечения, $M \pm \sigma$ (min-max)

Параметр	Группа	
	эмпирическая (n=21)	расчетная (n=18)
Возраст, лет	5,3±1,7 (2-7)	5,5±1,9 (2-7)
Пол, муж./жен.	10/11	9/9
Наличие косоглазия до хирургического лечения, месяцев	35,7±12,1 (15,0–63,0)	39,3±28,3 (14,0–102,0)
Острота зрения лучше видящего глаза с коррекцией	0,93±0,02 (0,8–1,0)	0,94±0,01 (0,8–1,0)
Острота зрения хуже видящего глаза с коррекцией	0,81±0,09 (0,7–1,0)	0,77±0,1 (0,7–1,0)
Сферозэквивалент лучше видящего глаза, диоптрий	2,0±1,3 (0,25–5,5)	2,65±1,4 (0,38–5,75)
Сферозэквивалент хуже видящего глаза, диоптрий	2,25±1,34 (0,25–5,75)	2,83±1,4 (0,50–5,5)
Величина анизометропии, диоптрий	0,55±0,12 (0,0–1,5)	0,45±0,16 (0,0–1,0)
Угол косоглазия, °	4,2±1,1 (2-6)	5,0±1,6 (1-8)

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

Таблица 2

Восстановление сенсорной фузии и бинокулярного зрения после лечения, n (%)

Сенсорная фузия после лечения	Группа	
	эмпирическая (n=21)	расчетная (n=18)
Имеется	9 (42,9%)	16 (88,9%)
Отсутствует	12 (57,1%)	2 (11,1%)

Примечание: различие групп статистически достоверно ($p=0,001$). У части пациентов (4 — в эмпирической группе и 3 — в расчетной группе) сенсорная фузия была неустойчивой.

фузии чаще происходило при использовании ЖКрО при программировании с использованием формулы расчета, чем при эмпирическом программировании ($p=0,001$). В эмпирической группе восстановление сенсорной фузии произошло только у 9 пациентов (42,9%). В расчетной группе восстановление сенсорной фузии отмечалось у 16 больных (88,9%). В дальнейшем это стало основанием для назначения всем пациентам в состоянии ортотропии с отсутствием сенсорной фузии индивидуального программирования параметров осцилляции ЖКрО.

Обсуждение. Использование ЖКрО в детской офтальмологической практике актуально последние десятилетия. Разработанные методики автономных очков [6] использовались при лечении амблиопии у пациентов детского возраста. Наличие автономного девайса позволило коллегам добиться большего комплаенса у пациентов и их родителей, чем при использовании окклюдера.

Подобная конструкция ЖКрО была предложена автором данной статьи И.Э. Азнауряном для восстановления сенсорной фузии у пациентов с врожденным и рано приобретенным косоглазием [9, 10]. Очки программировали на эмпирическую частоту альтернирования жидкокристаллических линз. Нам удалось получить гораздо более высокие показатели восстановления как сенсорной фузии, так и бинокулярного зрения у пациентов, которые носили ЖКрО

по сравнению с пациентами, которые проходили традиционное ортоптическое лечение на синоптофоре.

Однако отсутствие персонализированного подхода ограничивает возможности данного метода.

Результаты настоящей работы демонстрируют то, что предложенный способ персонализированного подбора частоты альтернирования ЖКрО, основанный на определении длительности установочных движений посредством видеоокулографии, повышает эффективность использования данной методики.

В России попытки использования ЖКрО для пациентов с косоглазием предпринимались и ранее. Они использовались для реабилитации пациентов с содружественным сходящимся косоглазием С.И. Рычковой, А.Г. Щуко, В.В. Малышевым [5]. Ими была проведена работа по изучению восстановления бинокулярного зрения у пациентов с содружественным сходящимся косоглазием с использованием аппаратно-программного комплекса «Жидкокристаллические очки — компьютер» по сравнению с методом бинарметрии. Авторы получили более частое восстановление бинокулярного зрения у пациентов при использовании метода бинарметрии, но стереоскопическое зрение восстанавливалось чаще при использовании аппаратно-программного комплекса «Жидкокристаллические очки — компьютер». Тем не менее данный способ не решал вопрос восстановления сенсорной фузии у пациентов с косоглазием.

Наличие различных модификаций приборов с использованием ЖКрО в офтальмологической практике не решило вопрос персонализированного подхода в настройке данных очков для каждого отдельного пациента, а также не обеспечило мобильность и легкость проведения данных процедур. Все устройства требуют присутствия пациента в лечебном заведении и не учитывают индивидуальные параметры зрительной системы, такие как установочные движения глаз пациента, которые, как показало наше исследование, влияют на эффективность восстановления сенсорной фузии.

Представленные данные определяют перспективы последовательного использования данных методик в процессе реабилитации пациентов с дружественным косоглазием в послеоперационный период. В данном исследовании мы не изучали восстановление сенсорной фузии у пациентов с расходящимся косоглазием, а также с амблиопией средней и высокой степеней. Мы планируем продолжить исследование и изучить влияние персонализированного подбора частоты альтернирования ЖКрО для восстановления бинокулярного зрения, стереоскопического зрения, а также дисбинокулярной одно- и двухсторонней амблиопии.

Заключение. Таким образом, методика программирования частоты альтернирования ЖКрО на основе определения длительности установочного движения глазного яблока является более эффективной, чем эмпирическое программирование. Предложенная методика обеспечивает наиболее эффективное использование ЖКрО для восстановления сенсорной фузии у детей после операции по поводу дружественного сходящегося косоглазия.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Конфликт интересов не заявляется.

References (Список источников)

1. Markova EY, Kurganova OV, Venediktov VL, Bezmelnitsin LYu. Strabismus: retrospective analysis. Kataraktal'naya i refrakcionnaya khirurgiya. 2015; 15 (2): 47–50. (In Russ.) Маркова Е.Ю., Курганова О.В., Венедиктов В.Л., Безмельницкий Л.Ю. Ретроспективный анализ пациентов с косоглазием. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2015; 15 (2): 47–50.
2. Audrey C, Mohamed D, Yiong-Huak C, et al. Prevalence of amblyopia and strabismus in young Singaporean chinese

children. Clinical and Epidemiologic Research. 2010; 51 (7): 3411–7.

3. Rychkova SI, Korolenko AV. Using liquid-crystalline glasses in diagnosis of functional scotoma. Sibirskij medicinskij zhurnal. 2005; (6): 60–1. (In Russ.) Рычкова С.И., Короленко А.В. Исследование функциональной скотомы с помощью жидкокристаллических очков. Сибирский медицинский журнал. 2005; (6): 60–1.

4. Rychkova SI, Likhvantseva VG. Results of the use of alternating stimulus presentation in orthoptic treatment in children. Oftalmohirurgiya. 2019; (2): 50–8. (In Russ.) Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Результаты использования альтернирующего предъявления стимулов в ортоптическом лечении у детей. Офтальмохирургия. 2019; (2): 50–8.

5. Rychkova SI, Schuko AG, Malyshev VV. Binarity and liquid crystal glasses in postoperative rehabilitation of children with concomitant convergent strabismus. Oftalmohirurgiya. 2008; (3): 24–6. (In Russ.) Рычкова С.И., Шуко А.Г., Малышев В.В. Бинаримость и жидкокристаллические очки в послеоперационной реабилитации детей с дружественным сходящимся косоглазием. Офтальмохирургия. 2008; (3): 24–6.

6. Erbagci I, Okumus S, Oner V, et al. Using liquid crystal glasses to treat amblyopia in children. J AAPOS. 2015; 19 (3): 257–9.

7. Chaumont P. Lunettes alternantes a cristaux liquides. Brochure presentee au Congres International d'Orthoptique. Cannes, 1983; 23 p.

8. Grigoryan AY, Avetisov ES, Kashchenko TP, Yachmeneva EI. The use of liquid crystal glasses for the study and restoration of binocular functions. Vestnik oftalmologii. 1999; (1): 27–8. (In Russ.) Григорян А.Ю., Аветисов Э.С., Кашченко Т.П., Ячменева Е.И. Применение жидкокристаллических очков для исследования и восстановления бинокулярных функций. Вестник офтальмологии. 1999; (1): 27–8.

9. Aznauryan IE, Shpak AA, Balasanyan VO, Agagulyan SG. A new method for restoring sensory fusion by alternating separation of the fields of vision (preliminary report). Rossiiskaya detskaya oftalmologiya. 2018; (1): 20–4. (In Russ.) Азнаурян И.Э., Шпак А.А., Баласанян В.О., Агагулян С.Г. Новый метод восстановления сенсорной фузии путем попеременного разобщения полей зрения (предварительное сообщение). Российская детская офтальмология. 2018; (1): 20–4.

10. Aznauryan IE, Shpak AA, Balasanyan VO, Agagulyan SG. Comparison of the effectiveness of sensory fusion restoration in the treatment with synoptophore and liquid crystal glasses in children with operated concomitant strabismus. Oftalmohirurgiya. 2020; (1): 57–61. (In Russ.) Азнаурян И.Э., Шпак А.А., Баласанян В.О., Агагулян С.Г. Сравнение эффективности восстановления сенсорной фузии при лечении на синоптофоре и жидкокристаллическими очками детей с оперированным дружественным косоглазием. Офтальмохирургия. 2020; (1): 57–61.

Статья поступила в редакцию 14.03.2023; одобрена после рецензирования 16.04.2023; принята к публикации 25.05.2023. The article was submitted 14.03.2023; approved after reviewing 16.04.2023; accepted for publication 25.05.2023.

Информация об авторах:

Игорь Эрикович Азнаурян — руководитель детских глазных клиник «Ясный Взор», профессор, доктор медицинских наук, aznauryan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0002-4805-0299; **Александр Анатольевич Шпак** — заведующий отделением функциональной диагностики, профессор, доктор медицинских наук, a_shpak@mail.ru, ORCID 0000-0003-0273-3307; **Виктория Олеговна Баласанян** — заместитель руководителя детских глазных клиник «Ясный Взор», кандидат медицинских наук, balasanyan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0002-8340-4531; **Сатеник Гагиковна Агагулян** — главный врач в детских глазных клиниках «Ясный Взор», agagulyan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0003-1289-2117.

Information about the authors:

Igor E. Aznauryan — Head of Association of Pediatric Eye Clinics “Yasnyi Vzor”, Professor, DSc, aznauryan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0002-4805-0299; **Alexander A. Shpak** — Chair of the Functional Diagnostics Division, Professor, DSc, a_shpak@mail.ru, ORCID 0000-0003-0273-3307; **Victoria O. Balasanyan** — Association of Pediatric Eye Clinics “Yasnyi Vzor”, PhD, balasanyan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0002-8340-4531; **Satenik G. Agagulyan** — Association of Pediatric Eye Clinics “Yasnyi Vzor”, agagulyan@prozrenie.ru, ORCID 0000-0003-1289-2117.