

<https://doi.org/10.25276/0235-4160-2019-2-50-58>  
УДК 617.761-009.11-089.24

## Результаты использования альтернирующего предъявления стимулов в ортоптическом лечении у детей

С.И. Рычкова<sup>1</sup>, В.Г. Лихванцева<sup>2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup> Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН, Москва;

<sup>2</sup> ФГБУ науки «Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН», Москва;

<sup>3</sup> ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБР России, Москва;

<sup>4</sup> ФПК «Академия постдипломного образования» ФГБУ ФМБА России, Москва

### РЕФЕРАТ

**Цель.** Оценить результаты использования разных режимов альтернирующего предъявления стимулов в ортоптическом лечении косоглазия у детей.

**Материал и методы.** Под наблюдением находился 41 пациент с содружественным сходящимся (30 детей) и расходящимся (11 детей) косоглазием в возрасте от 7 до 16 лет. Для дополнительных исследований бинокулярных функций использовали модифицированный тест Баголини и созданный нами стереотест для условий анаглифного разделения полей зрения. При первом исследовании результаты всех использованных нами стереотестов (Fly-тест, Lang-тест и созданное нами стереоизображение) были отрицательными. Кроме статичного предъявления тестовых изображений использовали три разных режима альтернирующего предъявления стимулов: 1) с последовательным монокулярным предъявлением зрительных стимулов, соответствующих правому и левому глазу; 2) с наличием пустого интервала между монокулярными фазами; 3) с наличием бинокулярной фазы между монокулярными фазами. Длительность монокулярных и бинокулярных фаз, а также пустого интервала регулировалась исследователем. В зависимости от результатов исследования подбирали индивидуально оптимальный режим альтернирующего предъявления стимулов для ортоптического лечения.

**Результаты.** При длительности монокулярных фаз 50 мс в сочетании с длительностью пустого интервала 50 мс большинство (32 из 41) детей с косоглазием были способны к стереовосприятию. В результате ортоптических упражнений количество пациентов, способных к бифовеальному слиянию, увеличилось с 24,4 до 48,8%. Стереозрение по Fly-тесту появилось у 39% детей, а в некоторых случаях и по Lang-тесту. У всех детей с амблиопией средней степени острота зрения повысилась в среднем с  $0,23 \pm 0,01$  до  $0,52 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ), у детей с амблиопией слабой степени острота зрения повысилась в среднем с  $0,66 \pm 0,02$  до  $0,93 \pm 0,01$  ( $p < 0,001$ ). У трети детей наблюдали уменьшение угла косоглазия или полное устранение послеоперационной микродевиации.

**Выводы.** Предложенный способ исследования бинокулярных функций у пациентов с косоглазием позволяет оценить способность к бифовеальному слиянию и стереовосприятию не только при статичном предъявлении зрительных стимулов, но и при использовании различных режимов их альтернирующего предъявления. Наиболее благоприятным для устранения функционального торможения является режим альтернирующего предъявления стимулов с наличием пустого интервала, составляющего не менее 50 мс между монокулярными фазами, составляющими также не менее 50 мс. Данный режим при сочетании длительностей монокулярных фаз и пустого интервала в диапазоне от 30 до 60 мс создает наиболее благоприятные условия для возникновения стереозффекта у большинства пациентов. Использование оптимального индивидуально подобранного режима альтернирующего предъявления стимулов позволяет существенно улучшить состояние бинокулярных функций, повысить остроту зрения, а в некоторых случаях уменьшить угол косоглазия или устранить послеоперационную микродевиацию.

**Ключевые слова:** косоглазие, ортоптика, стереозрение. ■  
**Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.**

Офтальмохирургия. 2019;2:50–58.

### ABSTRACT

#### The results of the use of alternating presentation of the stimuli in orthoptic treatment in children

S.I. Rychkova<sup>1</sup>, V.G. Likhvantseva<sup>2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup> Kharkevich Institute for Information Transmission Problems RAS, Moscow;

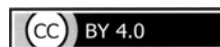
<sup>2</sup> Institute for Biochemical Physics, RAS, Moscow;

<sup>3</sup> Federal institution state research center of RF «The Federal biophysical center» named after A.I. Burnazyan FMBR Russia, Moscow;

<sup>4</sup> Academy of postgraduate education under FSBU FSCC of FMBA of Russia, Moscow

**Purpose.** To evaluate the results in the use of different modes for alternating presentation of stimuli in the orthoptic treatment of strabismus in children.

**Material and methods.** The study included 41 patients with a non-paralytic strabismus (30 children with esotropia and 11 children with exotropia) aged from 7 to 16 years. For additional studies of binocular



functions, we used a modified Bagolini test and our own stereo-test created for the conditions of anaglyph separation of visual fields. During the first examination the results with all the used stereo-tests (the Fly-test, the Lang-test, and the stereo image that we created) were negative. Besides the static presentation of test images, three different modes of alternating presentation of stimuli were used: 1) with consecutive monocular presentation of visual stimuli corresponding to the right and left eye; 2) with the presence of an empty interval between monocular phases; 3) with the presence of a binocular phase between monocular phases. The duration of the monocular and binocular phases, as well as the empty interval, was regulated by the researcher. Depending on the results of the examination, an optimal mode of alternative presentation of stimuli for the orthoptic treatment was selected individually.

**Results.** In the duration of the monocular phase 50 ms in combination with the duration of an empty interval 50 ms, the majority of children (32 of 41) with strabismus were able to have stereovision. As a result of orthoptic exercises, the number of patients capable of bifoveal fusion increased from 24.4% to 48.8%. Stereovision appeared in 39% of children according to the Fly-test and in some cases according to the Lang-test. In all children with moderate amblyopia the visual acuity increased on average from  $0.23 \pm 0.01$  to  $0.52 \pm 0.05$  ( $p < 0.001$ ), in children with mild

amblyopia the visual acuity increased on average from  $0.66 \pm 0.02$  to  $0.93 \pm 0.01$  ( $p < 0.001$ ). A reduction of the strabismus angle or an elimination of postsurgical microdeviation occur in one-third of children.

**Conclusion.** The proposed method for the study of binocular functions in patients with strabismus allows to evaluate the ability to the bifoveal fusion and stereo perception not only with static presentation of visual stimuli, but also with the use of different modes of their alternating presentation. The most favorable mode for the elimination of functional inhibition is the mode of alternating presentation of stimuli with the presence of an empty interval not less than 50 ms between the monocular phases, which are also not less than 50 ms. This mode with the combination of monocular phase duration and empty interval duration in the range from 30 to 60 ms creates the most favorable conditions for the appearance of the stereo effect in the majority of the patients. The use of optimal individually chosen regime of alternating presentation of the stimuli allows to improve significantly the binocular functions, to increase the visual acuity, and in some cases to reduce the angle of strabismus or to eliminate postsurgical microdeviations.

**Key words:** *strabismus, orthoptics, stereovision.* ■

**No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.**

Fedorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;2:50–58.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Преобладающей формой сенсорной адаптации бинокулярной зрительной системы к асимметричному положению глаз является подавление зрительных впечатлений косящего глаза, что приводит в дальнейшем к развитию дисбинокулярной амблиопии и снижает эффективность лечения. В связи с этим разработка высокоэффективных патогенетически обоснованных способов функциональной коррекции бинокулярного зрения, применяемых не только как самостоятельный вид лечения, но и как этап предоперационной подготовки и послеоперационной реабилитации пациентов с косоглазием, остается одной из актуальных проблем современной офтальмологии [1-7].

Эффективным способом устранения функционального торможения косящего глаза и развития бифовального слияния на сегодняшний день является альтернирующее, а затем одновременное воздействие зрительных стимулов на центральные зоны сетчаток обоих глаз, что побуждает их к совместной деятельности [1, 8-10].

Наиболее известным аппаратом, позволяющим использовать альтернирующее предъявление изобра-

жений, является синоптофор, который используют как в диагностических целях, так и для проведения упражнений, направленных на устранение функционального торможения, развития бифовального слияния и фузионных резервов [1]. Преимуществом прибора является возможность предъявлять изображения правому и левому глазу даже под большим (больше  $15^\circ$ ) объективным углом косоглазия. Однако данный способ имеет и недостатки – ограниченный диапазон частот миганий, механическое разделение полей зрения и невозможность проводить упражнения в игровой форме.

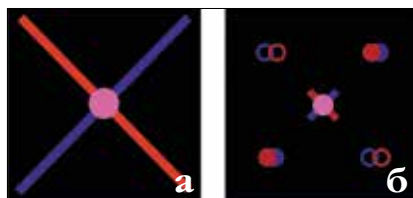
В последние годы внимание офтальмологов все больше привлекают возможности жидкокристаллических очков (ЖКО), а также активно разрабатываемые варианты сепарации системы I-ViT shutter glasses, механизм действия которых основан на фазовом разделении полей зрения обоих глаз [10-14]. Один из вариантов подобных устройств – аппаратно-программный комплекс «КАПБИС-1» (ООО «МЕКО», Россия) – состоит из жидкокристаллических очков, генератора импульсов и компьютерной программы. Преимуществами способа является возможность проводить упражнения в игровой форме и создавать эффект глубины за счет диспарат-

ности деталей зрительных стимулов [1, 12]. Однако возможности данного способа ограничены нерегулируемой высокой частотой альтернирования стимулов (80 Гц). Таким образом, данный способ наиболее применим на последних этапах лечения для развития стереозрения у пациентов с наличием ортотропии и бифовального слияния. Другой вариант – жидкокристаллические очки П. Шомо, имеющие возможность использовать режим альтернирования с наличием бинокулярной фазы (оба глаза смотрят через прозрачные стекла) между монокулярными фазами (открыт только один глаз) [14]. Конструкция данных очков позволяет использовать призмы для компенсации угла косоглазия. Кроме того, в последнее время предложен также удобный вариант ЖКО, позволяющий проводить тренировочные занятия в домашних условиях [11].

В настоящее время продолжается также активная разработка компью-

## Для корреспонденции:

Рычкова Светлана Игоревна,  
канд. мед. наук, ведущ. науч. сотрудник  
лаборатории физиологии зрения  
Института проблем передачи информации  
им. А.А. Харкевича РАН  
ORCID ID 0000-0001-6764-8950  
E-mail: lana.rych@mail.ru



**Рис. 1.** Использованные в данной работе тестовые изображения, созданные для условий анаглифного разделения полей зрения: а) модифицированный тест Баголини; б) созданное для данного исследования стереоизображение

**Fig. 1.** The test images, used in this work, are created for the conditions of anaglyph separation of visual fields: а) Modified Bagolini test; б) Our stereo-test

терных методов, предусматривающих анаглифное разделение полей зрения при помощи красно-синих фильтров. Так, например, анаглифный принцип разделения полей зрения в сочетании с игровой формой используется в комплексных интерактивных компьютерных программах «Клинок» и «Класс», разработанных в ИППИ РАН для диагностики и лечения косоглазия. Блок функционального лечения программы «Клинок» содержит упражнения с использованием альтернирующего предъявления стимулов с частотой в диапазоне от 1 до 8 Гц, предназначенных для устранения функционального торможения и развития бифовеального слияния. Отличительной особенностью программы «Класс» является адресация воздействия не монокулярным, а бинокулярным каналам: в качестве зрительных стимулов в ней используются в основном случайно-точечные стереограммы [8, 15]. Разработанная для лечения амблиопии и косоглазия программа «Контур» (ООО «Астроинформ СПЕ», Россия) также содержит зрительные упражнения, в которых используется альтернирующее предъявление стимулов, начиная с низкой частоты предъявления и с последующим ее увеличением [16]. Созданный в последние годы аппаратно-программный комплекс СКАБ (НППЦ «Реабилитация») содержит блок игровых программ, в которых используется как медленное (по 5 с) переключение изображений для правого и для левого глаза, так и более быстрое регулируемое альтернирование изображений [9].

Таким образом, к настоящему времени предложено несколько способов использования альтернирующего предъявления стимулов с целью устранения функционального торможения косящего глаза. Преимущества компьютерных программ состоят в проведении занятий в игровой форме, широкие возможности в выборе необходимых параметров зрительной стимуляции. Однако на сегодняшний день не до конца решена проблема индивидуального подбора режима и длительности предъявления зрительных стимулов для каждого пациента при проведении ортоптического лечения.

### ЦЕЛЬ

Оценить результаты использования разных режимов альтернирующего предъявления стимулов в ортоптическом лечении косоглазия у детей.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находился 41 ребенок с содружественным косоглазием в возрасте от 7 до 16 лет (в среднем 10,8 года). Косоглазие сходящееся на фоне гиперметропической рефракции наблюдалось у 30 детей. Из них оперированное косоглазие с достигнутой после операции ортотропией или с послеоперационной остаточной микродевиацией было у 12 детей, аккомодационное косоглазие – у семи детей, постоянное монолатеральное – у трех детей и постоянное альтернирующее – у четырех детей. Косоглазие расходящееся на фоне миопической рефракции наблюдалось у 11 детей. Из них непостоянное косоглазие было у 10 детей и постоянное – у одного ребенка. Все дети с косоглазием имели дисбинокулярную амблиопию либо слабой степени (24 ребенка) либо средней степени (17 детей) хуже видящего глаза.

Наряду с обычным офтальмологическим обследованием проводили дополнительные исследования бинокулярных нарушений. Для этого помимо классических исследований с тестом Баголини (с растровыми очками и точечным источником

света), Lang-тестом и Fly-тестом использовали также собственную модификацию теста Баголини, и наш вариант стереоизображения для условий анаглифного разделения полей зрения с возможностью альтернирующего предъявления зрительных стимулов, соответствующих правому и левому глазу. При этом использовали как статичное предъявление стимулов, так и предъявление их в режимах альтернирования при помощи компьютерных программ, разработанных J. Ninio и М.В. Жмуровым [6, 17, 18].

Изображение для модифицированного теста Баголини включало в себя центральный кружок диаметром на экране монитора 2 см лилового цвета (бинокулярная часть изображения с цветовыми характеристиками R 215, G 102, B 162) и проходящие под ним красную полосу – часть изображения для одного глаза (R 208, G 0, B 0) и синюю полосу – часть изображения для другого глаза (R 38, G 0, B 220) (рис. 1а). Общий размер изображения на экране монитора персонального компьютера (моноблок Apple) 12x12 см. Данный вариант тестового изображения мы считали более удобным по сравнению со стандартными изображениями, соответствующими компьютерным версиям четырехточечного цветотеста, особенно в отношении пациентов, имеющих не только горизонтальный угол сходящегося или расходящегося косоглазия, но и его вертикальный компонент.

Тестовое стереоизображение, используемое в данной работе, содержало также центральный лиловый кружок диаметром на экране 1,5 см (бинокулярная часть), короткие красную и синюю полосы, периферические красные и синие кружки, создающие при успешной работе бинокулярных механизмов эффект глубины за счет небольшого сдвига по горизонтали (рис. 1б). Общий размер изображения на экране монитора 8,5x8,5 см. Испытуемый рассматривал изображение, предъявляемое на экране монитора, с расстояния 50 см от глаз через красный (для одного глаза) и синий (для другого глаза) светофильтры в условиях полной призмной компенсации угла косоглазия. При подборе призм добивались отсутствия уста-

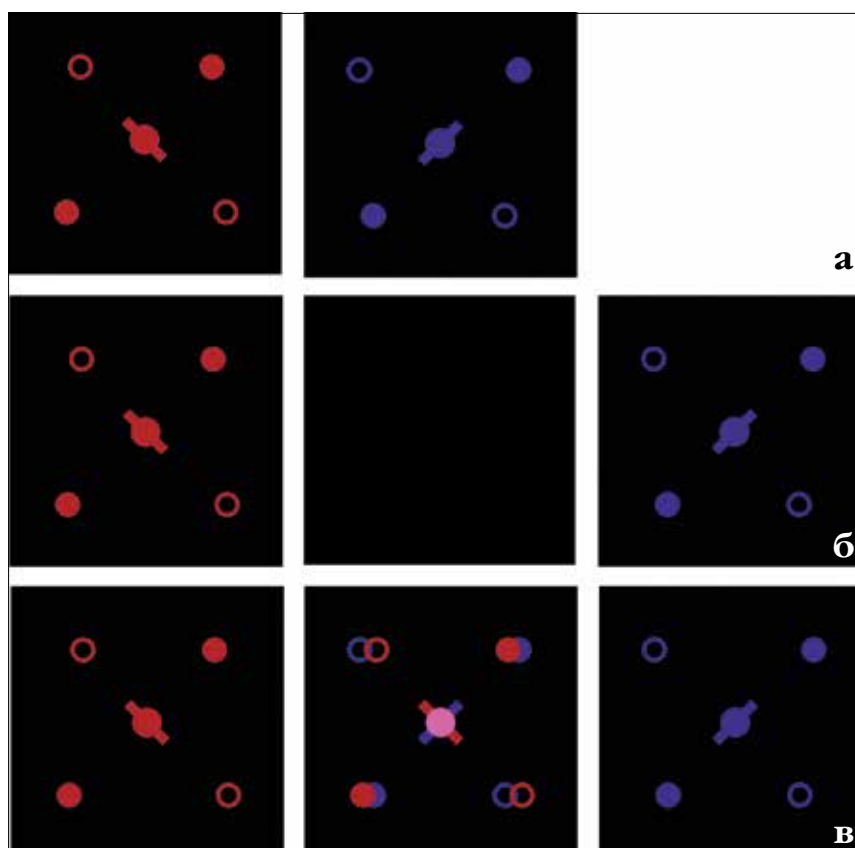
новочных движений при обратном cover-тесте (закрывали фиксирующий глаз и наблюдали наличие или отсутствие установочных движений другого глаза). Таким образом создавали условия для исследования способности к бифовеальному слиянию под объективным углом косоглазия. Исследование проводили при оптимальной очковой или контактной коррекции аметропии.

Для исследования способности к бифовеальному слиянию разработанные нами тестовые изображения предъявляли вначале в виде статичного изображения, затем в режиме альтернирования. Альтернирующее предъявление стимулов использовалось в трех вариантах: режим с последовательным монокулярным предъявлением стимулов, соответствующих правому и левому глазу (рис. 2а); режим с наличием пустого интервала между монокулярными фазами (рис. 2б); режим с наличием бинокулярной фазы между монокулярными фазами (рис. 2в). Длительность монокулярных и бинокулярных фаз, а также пустого интервала задавалась исследователем произвольно и могла составлять от 10 до 1000 мс.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам предъявления модифицированного теста Баголини в виде статичного изображения устойчивое бифовеальное слияние выявлялось у 10 детей. Неустойчивое бифовеальное слияние с периодическим переходом в небольшую диплопию было у 11 детей. Неустойчивое бифовеальное слияние с периодическим исчезновением (супрессией) изображения, соответствующего косящему глазу (или попередающее исчезновение изображений для правого и для левого глаза при альтернирующем косоглазии), а также супрессия в виде небольшой функциональной скотомы в области только центрального элемента отмечались у 12 детей. Устойчивое функциональное торможение косящего глаза (в виде исчезновения соответствующего ему изображения) наблюдалось у восьми детей.

Нужно отметить, что результаты исследования с модифицированным



**Рис. 2.** Три режима альтернирующего предъявления стимулов: а) последовательное монокулярное предъявление зрительных стимулов, соответствующих правому и левому глазу; б) режим с наличием пустого интервала между монокулярными фазами; в) режим с наличием бинокулярной фазы между монокулярными фазами

**Fig. 2.** Three modes of alternating presentation of the stimuli: a) with consecutive monocular presentation of visual stimuli corresponding to the right and left eye; б) with the presence of an empty interval between monocular phases; c) with the presence of a binocular phase between monocular phases

тестом Баголини полностью совпадали с результатами классического теста Баголини в случаях устойчивого бифовеального слияния (10 детей) и в случаях устойчивого функционального торможения (8 детей). Из 11 детей, имеющих бифовеальное слияние с периодическим переходом в небольшую диплопию в условиях анаглифного разделения полей зрения, шесть детей имели устойчивое бифовеальное слияние при исследовании с классическим тестом Баголини, трое детей – бифовеальное слияние с периодической супрессией одного из элементов теста (периодически исчезал один из лучей от источника света) и двое детей (один ребенок с постоянным монолатеральным сходящимся косоглазием и один ребенок с постоянным монолатераль-

ным расходящимся косоглазием) – диплопию, сопровождающуюся выраженным зрительным дискомфортом (надо отметить, что в условиях анаглифного разделения полей зрения ощущение дискомфорта у этих детей сразу исчезало, несмотря на сохраняющуюся периодическую диплопию). Из 12 детей, имевших при исследовании с модифицированным тестом Баголини периодическую супрессию или небольшую функциональную скотому, у восьми пациентов при исследовании с классическим тестом Баголини также наблюдалось периодическое исчезновение одного из лучей от источника света, у остальных четырех пациентов наблюдалось бифовеальное слияние. Некоторая разница в результатах исследования при помощи классического и модифициро-

Таблица 1

Распределение детей первой подгруппы (N=21) в зависимости от длительностей монокулярных фаз, бинокулярной фазы и пустого интервала, при которых они способны к стереовосприятию

Table 1

Distribution of children of the first subgroup (N=21) depending on the durations of monocular phases, binocular phase and empty interval at which they are capable of stereo perception

Длительность монокулярных фаз, мс Durations of monocular phases, ms	Длительность пустого интервала, мс Durations of empty intervals, ms										Длительность бинокулярной фазы, мс Durations of binocular phases, ms									
	80	70	60	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
100														2	2	1	1	1	1	
90													2	5	5	4	3	1	1	
80											1	5	5	6	5	5	5	4	3	
70		2	2	2	1	1	1	1	2	3	5	5	6	6	6	7	5	4	4	
60		2	8	17	16	10	10	9	7	6	5	5	6	6	6	6	5	5	5	
50		3	16	21	19	16	12	11	8	7	7	7	7	7	6	6	6	5	5	
40		3	16	20	18	16	13	12	10	9	8	7	7	7	6	6	5	5	5	
30		3	13	18	17	17	13	13	8	9	9	9	7	7	7	6	6	4	4	
20		1	4	9	11	12	13	10	5	7	9	9	9	8	7	6	4	3	3	
10		1	4	7	10	9	10	9	2	5	7	9	9	7	7	3	3	3	3	

ванного теста Баголини объясняется разницей в условиях анаглифного и растрового разделения полей зрения.

Стереотесты Ланга и Fly-тест до лечения были отрицательными у всех пациентов. При предъявлении нашего стереотеста в виде статичного изображения ни у кого из пациентов не появлялся стереоэффект. Восприятие центральной части изображения у всех пациентов соответствовало результатам исследования с модифицированным тестом Баголини.

В зависимости от результатов исследования на предыдущем этапе пациенты были разделены на 2 подгруппы: 1 – дети, имеющие устойчивое бифовеальное слияние или бифовеальное слияние с периодическим переходом в небольшую диплопию (21 ребенок) и 2 – дети, имеющие различные проявления супрессии (20 детей).

Распределение детей первой подгруппы в зависимости от длительностей монокулярных фаз, бинокуляр-

ной фазы и пустого интервала, при которых они были способны к стереовосприятию, представлено в первой *таблице* (табл. 1). Среди детей первой подгруппы 10 чел., несмотря на то, что при статичном предъявлении стереоизображения имели отрицательный результат, были способны к правильной оценке стереоэффекта, создаваемого периферическими кружками при использовании всех трех режимов альтернирующего предъявления стимулов: 1) с последовательным монокулярным предъявлением стимулов, соответствующих правому и левому глазу; 2) с наличием пустого интервала между монокулярными фазами и 3) с наличием бинокулярной фазы между монокулярными фазами. Остальные 11 пациентов были способны к стереовосприятию только в режиме альтернирующего предъявления стимулов с наличием пустого интервала между монокулярными фазами. Таким образом, наиболее благоприятными условиями для возникно-

вания стереоэффекта, создаваемого периферическими элементами, является альтернирующее предъявление стимулов для правого и левого глаза в режиме с наличием пустого интервала и сочетанием длительностей монокулярных фаз и пустого интервала в диапазоне от 30 до 60 мс. При сочетании длительности монокулярных фаз с длительностью пустого интервала 50 мс все дети данной подгруппы были способны к стереовосприятию.

Во *второй таблице* (табл. 2) представлено распределение детей второй подгруппы в зависимости от длительности монокулярных фаз, бинокулярной фазы и пустого интервала, при которых отсутствует функциональное торможение, т.е. восприятие деталей для одного глаза равномерно чередуется с восприятием деталей для другого глаза (первое значение), и появляется стереоэффект (значение в скобках). Анализируя полученные результаты, нужно отметить, что все пациенты дан-

Таблица 2

**Распределение детей второй подгруппы (N=20) в зависимости от длительности монокулярных фаз, бинокулярной фазы и пустого интервала, при которых у них отсутствует функциональное торможение (первое значение) и появляется стереозффе́кт (значение в скобках)**

Table 2

**The distribution of children of the second subgroup (N=20) depending on the duration of the phases of monocular, binocular phase and an empty interval in which they have no functional inhibition (first value) and there is a stereo effect (the value in parentheses)**

Длительность монокулярных фаз, мс Durations of monocular phases, ms	Длительность пустого интервала, мс Durations of empty intervals, ms											Длительность бинокулярной фазы, мс Durations of binocular phases, ms								
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
100	20	20	20	20	20	20	13	10	3	1										
90	20	20	20	20	20	18	13	10	3	2										
80	20	20	20	20	20	17	13	10	3	2										
70	20	20	20	20	19	16	15	10	3	5										
60	20	20	20	20	17 (10)	16 (10)	14 (4)	10 (3)	3 (1)	5 (1)										
50	20	20	20	16	17 (10)	16 (12)	13 (7)	10 (7)	3 (3)	5 (5)										
40	13	15	15	15	15 (5)	14 (6)	10 (7)	9 (7)	3 (3)	5 (5)										
30	12	12	12	11	10	10 (6)	8 (7)	8 (7)	2 (2)	2 (2)										
20	3	2	2	2	2	2 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)										
10	1	1	2	2	2	2 (1)	2 (2)	2 (2)	2 (2)	2 (2)										

ной подгруппы были способны к равномерному поочередному восприятию изображения для правого и для левого глаза только в режиме альтернирующего предъявления стимулов с наличием пустого интервала. При длительности монокулярных фаз не меньше 50 мс в сочетании с длительностью пустого интервала не меньше 50 мс равномерное чередование восприятия стимулов было возможным у всех двадцати пациентов данной подгруппы. Для возникновения не только равномерного чередования восприятия стимулов, но еще и появления стереозффе́кта, создаваемого периферическими деталями, наиболее благоприятными условиями было сочетание длительности монокулярных фаз 50-60 мс с длительностью пустого интервала также 50-60 мс. Можно предположить, что наличие пустого интервала между монокулярными фазами зрительной стимуляции препятствует возникновению торможения приема и/или об-

работки зрительной информации от косящего глаза. Полученные на этом этапе исследования результаты учитывались далее при подборе режима альтернирующего предъявления стимулов, длительностей монокулярных фаз, бинокулярной фазы, пустого интервала для проведения зрительных упражнений индивидуально для каждого пациента.

Поскольку у всех детей общей группы режим альтернирующего предъявления стимулов с пустым интервалом являлся предпочтительным, тренировочные упражнения в большинстве случаев начинали в этом режиме. У детей с явлениями функционального торможения на первых этапах использовали достаточно большую длительность монокулярных фаз и пустого интервала для достижения у ребенка сначала ощущения равномерной смены изображений для правого и для левого глаза в условиях поочередной фиксации центрального объекта, а затем постепенно уменьшали дли-

тельность монокулярных фаз и пустого интервала, добиваясь ощущения быстрой смены изображений для правого и для левого глаза в условиях бификсации. После достижения ощущения слияния изображений при минимальных длительностях монокулярных фаз и пустого интервала переходили к альтернированию с последовательным монокулярным предъявлением стимулов, соответствующих правому и левому глазу, а затем к режиму с использованием бинокулярной фазы. При этом длительность бинокулярной фазы старались постепенно увеличивать. В качестве стимулов использовали различные фигуры, содержащие как более простые объекты для слияния, так и детали, создающие при успешной фузии стереозффе́кт. При этом использование разной диспаратности деталей позволяло создавать многоплоскостные изображения. Упражнения проводили в условиях оптимальной оптической коррекции аметропии и ис-

Таблица 3

## Динамика состояния бинокулярных функций у детей с косоглазием после лечения

Table 3

## Dynamics of the state of binocular functions in children with strabismus after treatment

Состояние бинокулярных зрительных функций State of binocular functions		Количество пациентов Number of patients			
		До лечения Before treatment		После лечения After treatment	
		Абсолютное количество Absolute number	%	Абсолютное количество Absolute number	%
Модифицированный тест Баголини Modified Bagolini test	Устойчивое бифовеальное слияние Sustainable bifoveal fusion	10	24,4	20	48,8
	Неустойчивое бифовеальное слияние с периодической диплопией Unstable bifoveal fusion with periodic diplopia	11	26,8	15	36,6
	Непостоянное функциональное торможение или небольшая центральная функциональная скотома Unstable functional inhibition or a small functional central scotoma	12	29,3	6	14,6
	Устойчивое функциональное торможение Sustainable functional inhibition	8	19,5	0	0
Использованный в данной работе стереотест для условий анаглифного разделения полей зрения Stereotest for conditions of anaglyph division of visual fields used in this work		0	0	20	48,8
Fly-тест Fly-test		0	0	16	39
Тест Ланга Lang-test		0	0	5	12,2

пользовали призмы для компенсации угла косоглазия и для развития фузионных резервов.

Дети занимались 1-2 раза в день по 10-15 минут два раза в неделю. Общее количество занятий составляло обычно 15-20. Другое лечение в этот период дети не получали. Положительную динамику оценивали по уменьшению проявлений функционального торможения, появлению бинокулярного слияния, способности к стереовосприятию, повышению остроты зрения и уменьшению или исчезновению угла косоглазия.

Динамика бинокулярных зрительных функций после прове-

денного ортопто-плеоптического лечения представлена в *таблице (табл. 3)*. Нужно отметить, что в результате лечения количество пациентов, способных к бифовеальному слиянию, увеличилось в два раза, у 39% появилось стереозрение по Fly-тесту, а у некоторых пациентов (12,2%) даже по тесту Ланга. У всех детей с амблиопией средней степени острота зрения повысилась в среднем с  $0,23 \pm 0,01$  до  $0,52 \pm 0,05$  ( $p < 0,001$ ), у детей с амблиопией слабой степени острота зрения повысилась в среднем с  $0,66 \pm 0,02$  до  $0,93 \pm 0,01$  ( $p < 0,001$ ).

Полное устранение угла косоглазия в результате проводимых упраж-

нений наблюдали у шести детей с послеоперационной остаточной микродевиацией. Из остальных 20 детей, нуждавшихся в призмной компенсации объективного угла косоглазия для проведения упражнений, ее величина уменьшилась у девяти детей в среднем на  $5,3 \pm 0,3$  прD. У троих из пяти детей, имевших сходящееся косоглазие с вертикальным компонентом, наблюдали устранение вертикального компонента девиации и уменьшение горизонтального на 4-6 прD (*рис. 3*).

Таким образом, учитывая положительную динамику в отношении бинокулярных функций, остроты зрения, а в некоторых случаях и в от-

ношении угла косоглазия, данный способ может быть предложен к использованию не только как самостоятельный вид функционального лечения, но и в качестве подготовительного этапа перед проведением хирургического лечения, а также в послеоперационном периоде.

## ВЫВОДЫ

1. Предложенный способ исследования бинокулярных функций у пациентов с косоглазием позволяет более полно оценить способность к бифовальному слиянию и стереовосприятию не только при статичном предъявлении зрительных стимулов в условиях анаглифного разделения полей зрения, но также и при использовании различных режимов их альтернирующего предъявления.

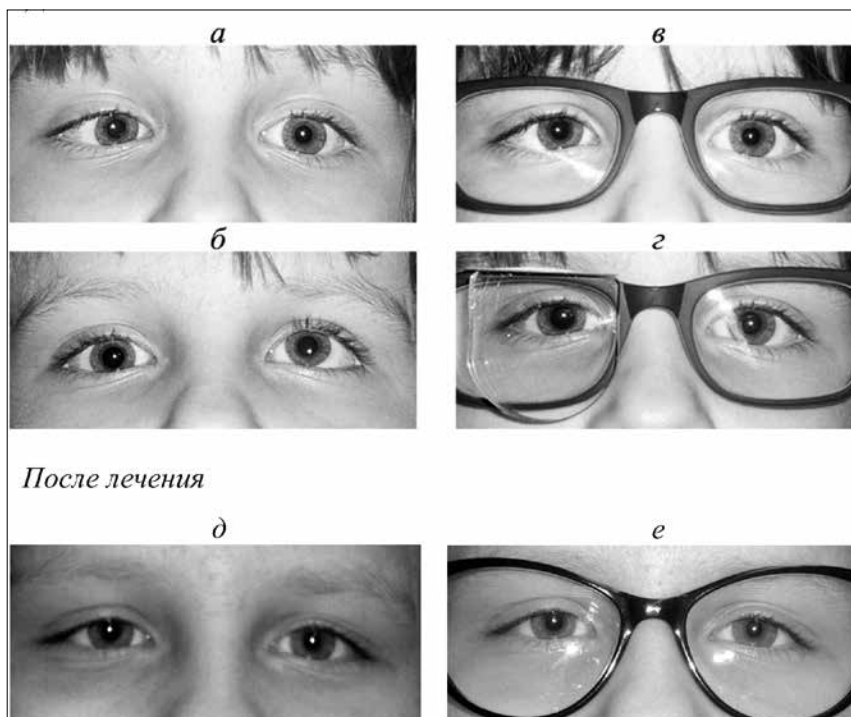
2. Наиболее благоприятным для устранения функционального торможения является режим альтернирующего предъявления стимулов с наличием пустого интервала, составляющего не менее 50 мс, между монокулярными фазами, составляющими также не менее 50 мс.

3. Режим альтернирующего предъявления стимулов с наличием пустого интервала при сочетании длительностей монокулярных фаз и пустого интервала в диапазоне от 30 до 60 мс создает наиболее благоприятные условия для возникновения стереозффекта у большинства обследованных нами пациентов.

4. Использование альтернирующего предъявления стимулов в оптимальном индивидуально подобранном для каждого пациента режиме позволяет существенно улучшить состояние бинокулярных функций, повысить остроту зрения при дисбинокулярной амблиопии, а в некоторых случаях уменьшить угол косоглазия или устранить послеоперационную микродевиацию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кащенко Т.П., Райгородский Ю.М., Корнюшина Т.А. Функциональное лечение при косоглазии, амблиопии, нарушениях аккомодации. Методы и приборы. М.: Издательство «ИИЦ СГМУ»; 2016. [Kashchenko T.P., Raigorodskii U.M., Kornushina T.A. Funktsional'noe lechenie



**Рис. 3.** Пациентка в возрасте 10 лет с содружественным альтернирующим сходящимся с вертикальным компонентом косоглазием на фоне гиперметропии слабой степени обоих глаз и ДЦП. До лечения: а, б) угол косоглазия без оптической коррекции; в) с оптимальной очковой коррекцией гиперметропии; г) с призмой 14,0 прД, компенсирующей угол косоглазия. После лечения: д) угол косоглазия без оптической коррекции (заметно значительное уменьшение как вертикального, так и горизонтального компонента); е) положение глаз, близкое к ортотропии в условиях оптимальной очковой коррекции. Корригированная острота зрения у данной пациентки за время лечения повысилась с  $OD=0,3 / OS=0,6$  до  $OD=0,7 / OS=1,0$

**Fig. 3.** A female patient aged 10 years with a non-paralytic concomitant alternating convergent strabismus with a vertical component, mild hyperopia of both eyes and cerebral palsy. Before treatment: a, b) angle of strabismus without optical correction; b) with optimal correction of hyperopia; c) with a prism 14.0 prD, compensating angle of strabismus. After treatment: d) angle of strabismus without optical correction (noticeable significant reduction of both vertical and horizontal components); e) eye position close to orthotropy in optimal spectacle correction. Corrected visual acuity in this patient increased from  $OD=0.3 / OS=0.6$  to  $OD=0.7 / OS=1.0$  during treatment

pri kosoglazii, amblyopii, narusheniyakh akkomodazii. Metody i pribory. M.: Izdatel'stvo «IC SGMU»; 2016. [In Russ.])

2. Astle A.T., Foulsham T., Foss A.J., McGraw P. V. Is the frequency of adult strabismus surgery increasing? *Ophthalmic and Physiological Optics*. 2016;36(4): 487-493. Available from: doi.org/10.1111/opo.12306.

3. Ding J., Levi D. M. Recovery of stereopsis through perceptual learning in human adults with abnormal binocular vision. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 2011; 108(37): 733-741. Available from: doi.org/10.1073/pnas.1105183108.

4. Kushner B.J. The Functional Benefits of Strabismus Surgery. *Journal of Binocular Vision and Ocular Motility*. 2018; 68(2): 59-62. Available from: doi.org/10.1080/2576117x.2018.1460972.

5. Li S.L., Jost R.M., Morale S.E. et al. A binocular iPad treatment for amblyopic children. *Eye*. 2014; 28(10): 1246-

1253. Available from: doi.org/10.1038/eye.2014.165.

6. Ninio J., Rychkova S. Stereoscopic memory when stimuli no longer persist: Void and binocular intervals in alternating monocular presentations. *Optometry: Open Access*. 2016;1(2): 1-10. Available from: doi.org/10.4172/2476-2075.1000104.

7. Pineles S.L., Demer J.L., Isenberg S.J. et al. Improvement in binocular summation after strabismus surgery. *JAMA Ophthalmol*. 2015;133(3): 326-332. Available from: doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2014.5265.

8. Рожкова Г.И., Лозинский И.Т., Грачева М.А. и др. Функциональная коррекция нарушенного бинокулярного зрения: преимущества использования новых компьютерных технологий. Сенсорные системы. 2015;2: 99-121. [Rozhkova G.I., Lozinskiy I.T., Gracheva M.A. et al. Funktsional'naya korektsiya narushennogo binokulyarnogo zreniya: preimushchestva ispol'zovaniya novykh kompyuternykh tekhnologiy. Sensornye sistemy. 2015;2: 99-121. (In Russ.)]



9. Сенько И.В., Рычкова С.И., Грачева М.А., Тахчиди Х.П. Развитие бинокулярных функций и у пациентов с косоглазием путем воздействия на функциональную скотому компьютерными методами. Сенсорные системы. 2016;4: 319-325. [Senko I.V., Rychkova S.I., Gracheva M.A., Tahchidi H.P. Comprehensive assessment of the functional suppression scotoma in patients with strabismus. *Sensornye Systemy*. 2016; 4: 319-325. (In Russ.)]

10. Herbison N., MacKeith D., Vivian A. et al. Randomised controlled trial of video clips and interactive games to improve vision in children with amblyopia using the I-BiT system. *Br. J. Ophthalmol.* 2016;100(11): 1511-1516. Available from: doi.org/10.1136/bjophthalmol-2015-307798.

11. 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: 20-24. [Aznayryan I.E., Shpak A.A., Balasanyan V.O., Agagulyan S.G. A new method of restoration of sensory fusion by alternating separation of the fields of view (preliminary message). *Rossiiskaya detskaya oftalmologiya*. 2018;1: 2018. (In Russ.)]

12. Григорян А.Ю., Аветисов Э.С., Кащенко Т.П., Ячменева Е.И. Применение жидкокристаллических очков для исследования и восстановления бинокулярных функций. *Вестник офтальмологии*. 1999;1: 27-29. [Grigoryan A.U., Avetisov E.S., Kashchenko T.P., Yachmeneva E.I. Application of liquid crystal glasses for research and restoration of binocular functions. *Vestnik Oftal'mologii*. 1999;1: 27-29. (In Russ.)]

13. Erbagci I., Okumus S., Oner V., Coskun E., Celik O., Oren B. Using liquid crystal glasses to treat amblyopia in children. *J. AAPOS*. 2015;19(3): 257-259. Available from: doi.org/10.1016/j.jaapos.2015.04.001.

14. Рычкова С.И., Щуко А.Г., Малышев В.В. Бинариметрия и жидкокристаллические очки в послеоперационной реабилитации детей с содружественным сходящимся косоглазием. *Офтальмохирургия*. 2008;3: 24-26. [Rychkova S.I., Shchuko A.G., Malyshev V.V. Binarmeter and LCD glasses in the postoperative rehabilitation of children with convergent nonparalytic strabismus. *Oftal'mokhirurgiya*. 2008;3: 24-26. (In Russ.)]

15. Рожкова Г.И., Подуольникова Т.А., Лешкевич И.А. и др. Компьютерное лечение косоглазия и амблиопии с применением случайно-точечных стерео-

грамм. *Вестник офтальмологии*. 1998;4: 28-32. [Rozhkova G.I., Podugol'nikova T.A., Leshkevich I.A. et al. Computer treatment of strabismus and amblyopia with the use of random-dot stereograms. *Vestnik Oftal'mologii*. 1998;4: 28-32. (In Russ.)]

16. Кащенко Т.П., Матвеев С.Г., Белозеров А.Е. Методика лечения амблиопии и косоглазия с помощью компьютерной программы «Контур». Посobie для врачей. М.: Издательство МЗ РФ и МНИИ ГБ им Гельмгольца; 2000. [Kashchenko T.P., Matveev S.G., Belozarov A.E. Metodika lecheniya amblyopii i kosoglaziya s pomoshju komputernoj programmy «Kontur». *Posobie dlya vrachei*. M.: Izdatel'stvo MNI GB im.Helmholtz; 2000. (In Russ.)]

17. Rychkova S., Ninio J. Alternation frequency thresholds for stereopsis as a technique for exploring stereoscopic difficulties. *i-Perception*. 2011;2(1): 50-68. Available from: doi.org/10.1068/i0398.

18. Rychkova S., Gracheva M., Zhmurov M. Alternation frequency ranges for stereopsis in patients with strabismus. *Perception*. 2016;45(2).Suppl.: 300. Available from: doi.org/10.1177/0301006616671273.

Поступила 12.12.2018 г.

## КНИГИ



Шпак А.А.

### «Оптическая когерентная томография: проблемы и решения»

Оптическая когерентная томография: проблемы и решения / Шпак А.А. – М.: Офтальмология, 2019. – 148 с.: ил.

В книге рассмотрены основные проблемы, возникающие при оценке количественных результатов измерений, выполняемых методом оптической когерентной томографии. Освещены вопросы точности, повторяемости и воспроизводимости измерений. Изложены принципы сопоставления с нормативными базами данных и дан сравнительный анализ нормативных баз на приборах для оптической когерентной томографии разных производителей. Выработаны рекомендации по оценке измерений оптической когерентной томографии у детей и подростков и у пациентов с аномалиями рефракции. Изучена роль артефактов оптической когерентной томографии и предложена их рабочая классификация.

Книга предназначена для врачей-офтальмологов, специалистов в области оптической когерентной томографии.

Адрес издательства «Офтальмология»:  
127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.  
Тел.: 8 (499) 488-89-25. Факс: 8 (499) 488-84-09.  
E-mail: publish\_mntk@mail.ru