

# Способ функционального лечения рефракционной амблиопии у детей с использованием альтернирующего предъявления стереостимулов

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

<sup>1</sup> Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук  
Большой Каретный пер., 19, Москва, 127051, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России  
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация

<sup>3</sup> Академия постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России»  
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

## РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2020;17(3):429–434

Исследование посвящено одной из актуальных проблем современной офтальмологии — поиску новых подходов к созданию эффективных способов функционального лечения рефракционной амблиопии с использованием компьютерных технологий. **Цель работы** — оценка эффективности применения компьютерной технологии с последовательным использованием режимов альтернирующего и неальтернирующего предъявления стереостимулов в функциональном лечении рефракционной амблиопии у детей. **Пациенты и методы.** Наблюдали 105 детей с рефракционной амблиопией в возрасте от 7 до 17 (в среднем  $11,45 \pm 0,3$ ) года. Рефракция была гиперметропической у 31 (29,5 %) ребенка, миопической у 62 (59 %), смешанный астигматизм выявили у 12 (11,5 %) детей. Острота зрения лучше видящего глаза составляла в среднем  $0,76 \pm 0,01$ , хуже видящего глаза —  $0,68 \pm 0,02$  и бинокулярная —  $0,77 \pm 0,01$ . При исследовании на синоптофоре у всех детей наблюдали нормальную корреспонденцию сетчаток со значительным снижением фузионных резервов. У всех детей было сохранено бинокулярное зрение, но стереозрение по Fly-тесту выявляли у 96 (91,4 %) детей, а по Lang-тесту только у 73 (69,5 %). Функциональное лечение проводили с помощью компьютерных программ с последовательным использованием режимов альтернирующего и неальтернирующего предъявления стереостимулов, обладающих определенными характеристиками. **Результаты.** В результате лечения количество детей с наличием стереозрения увеличилось с 96 (91,4 %) до 105 (100 %) по Fly-тесту и с 73 (69,52 %) до 97 (92,4 %) по Lang-тесту. При этом наблюдали достоверное повышение остроты зрения (в среднем до  $0,96 \pm 0,01$  для лучше видящего глаза, до  $0,9 \pm 0,01$  для хуже видящего глаза и до  $0,97 \pm 0,01$  бинокулярно). Имело место увеличение положительных фузионных резервов в 1,5 раза и отрицательных в 1,3 раза. **Заключение.** Зрительные тренировки с компьютерными программами, предусматривающими последовательное использование режимов альтернирующего и неальтернирующего предъявления стереостимулов с определенными характеристиками, является эффективным способом функционального лечения рефракционной амблиопии у детей, повышающим монокулярную и бинокулярную остроту зрения, улучшающим показатели фузионных резервов и состояние стереозрения.

**Ключевые слова:** рефракционная амблиопия, функциональное лечение, стереозрение

**Для цитирования:** Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Способ функционального лечения рефракционной амблиопии у детей с использованием альтернирующего предъявления стереостимулов. *Офтальмология*. 2020;17(3):429–434. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-429-434>

**Прозрачность финансовой деятельности:** Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

**Конфликт интересов отсутствует**



# Method of Functional Treatment of Refractive Amblyopia in Children Using Alternating Presentation of Stereo Stimules

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

<sup>1</sup> Kharkevich Institute for Information Transmission  
Bolshoy Karetny lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation

<sup>2</sup> Federal biophysical center named after A.I. Burnazyan  
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation

<sup>3</sup> Academy of postgraduate education  
Volokolamsk highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation

## ABSTRACT

## Ophthalmology in Russia. 2020;17(3):429–434

The research is devoted to one of the most urgent problems of modern ophthalmology — the search for new approaches to creating effective methods of functional treatment of refractive amblyopia using computer technologies. **The purpose** of the work is to evaluate the effectiveness of computer technology with consistent use of alternating and non-alternating modes of presentation of stereostimulus in the functional treatment of refractive amblyopia in children. **Patients and methods.** 105 patients with refractive amblyopia at the age of 7 to 17 (on average  $11.45 \pm 0.3$ ) years were observed. Refraction was hypermetropic in 31 (29.5 %) children, myopic in 62 (59 %) and mixed astigmatism was detected in 12 (11.5 %) children. The visual acuity of the best-seeing eye was on average  $0.76 \pm 0.01$ , that of the worse-seeing eye was  $0.68 \pm 0.02$ , and that of the binocular eye was  $0.77 \pm 0.01$ . In the study on synoptophore, all children had normal correspondence of the retina with the fusion reserves, which were significantly reduced. The character of vision was binocular in all children, but the presence of stereo vision on the Fly test was detected in 96 (91.4 %) children, and on the Lang test only in 73 (69.5 %) children. Functional treatment was performed using computer programs with sequential use of modes of alternating and non-alternating presentation of stereo stimuli with certain characteristics. **Results.** As a result of the course of treatment, the number of children with stereo vision increased from 96 (91.4 %) to 105 (100 %) on the Fly test and from 73 (69.52 %) to 97 (92.4 %) on the Lang test. In addition, there was a significant increase in visual acuity (on average, up to  $0.96 \pm 0.01$  for the best-seeing eye, up to  $0.9 \pm 0.01$  for the worse-seeing eye, and up to  $0.97 \pm 0.01$  binocularly). There was also an increase in positive fusion reserves by 1.5 times and negative reserves by 1.3 times. **Conclusion.** Visual training with computer programs that provide the consistent use of modes of alternating and non-alternating presentation of stereo stimuli with certain characteristics is an effective way of functional treatment of refractive amblyopia in children, allowing to increase monocular and binocular visual acuity, improve the performance of fusion reserves and improve the state of stereo vision.

**Keywords:** refractive amblyopia, functional treatment, stereo vision

**For citation:** Rychkova S.I., Likhvantseva V.G. Method of Functional Treatment of Refractive Amblyopia in Children Using Alternating Presentation of Stereo Stimules. *Ophthalmology in Russia*. 2020;17(3):429–434. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2020-3-429-434>

**Financial Disclosure:** No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

**There is no conflict of interests**

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на огромное число работ, посвященных амблиопии и способам ее лечения, разработка новых подходов к устранению этой патологии продолжает оставаться одной из актуальных проблем современной офтальмологии. Амблиопия является основной причиной снижения остроты зрения у детей дошкольного возраста и второй по частоте (после миопии) причиной у детей школьного возраста [1].

Амблиопия представляет собой постнатальное нарушение нейронального развития зрительной коры головного мозга, возникает вследствие аномального зрительного опыта в первые 7–10 лет жизни ребенка и приводит к хроническому дефициту корковых процессов даже после устранения амблиогенного фактора [2].

Снижение остроты зрения у пациентов с амблиопией обусловлено функциональным торможением проведения и анализа зрительной информации в отсутствие органической патологии зрительного анализатора [2–4]. В аспекте изучения нейрофизиологических механиз-

мов ее развития многие авторы отмечают, что все виды амблиопии (дисбинокулярная, рефракционная, анизометропическая, обскурационная, истерическая) представляют собой синдром, включающий не только сниженную остроту зрения, но и весь комплекс зрительных, окуломоторных, проприоцептивных и аккомодационных нарушений. Результатом этих нарушений являются: снижение контрастной чувствительности, усиление краудинг-эффекта, ухудшение состояния бинокулярных зрительных функций и стереозрения [5–8].

Лечение рефракционной амблиопии, обусловленной низким качеством ретинальных изображений из-за значительных нарушений рефракции, прежде всего предусматривает подбор оптимальной оптической коррекции (очковой или контактной). Реже аметропию у детей устраняют с помощью лазерных вмешательств [9, 10]. Во многих случаях для полноценного восстановления и развития зрительных функций этого оказывается недостаточно. Соответственно дополнительно применяют различные методы консервативного лечения, к которым

С.И. Рычкова, В.Г. Лихванцева

относятся: окклюзия, пенализация, медикаментозное, аппаратное и физиотерапевтическое лечение [4, 11–14]. Кроме того, в настоящее время все более активно используются компьютерные, в том числе 3D, технологии функциональной коррекции зрительных функций. Показана эффективность дихоптических тренировок с использованием специальных компьютерных игровых программ, а также систем виртуальной реальности для развития бинокулярных зрительных функций у пациентов с амблиопией [4, 14–17].

Дихоптическое (раздельное) предъявление изображений правому и левому глазу может осуществляться за счет использования различных принципов разделения полей зрения (цветового, поляризационного, растрового, фазового) [4, 15–17].

В предыдущих исследованиях мы применяли принцип фазового (по времени) разделения полей зрения в функциональной коррекции бинокулярных зрительных нарушений у детей с послеоперационной микродевиацией и дисбинокулярной амблиопией [18, 19]. Полученные результаты продемонстрировали значительное повышение остроты зрения в сочетании с улучшением бинокулярного и стереозрения после занятий с компьютерными программами. Программы предусматривали альтернирующее предъявление стереостимулов, что позволило предположить возможность получения подобного эффекта и у пациентов с рефракционной амблиопией без косоглазия.

**Целью** настоящего исследования явилась оценка эффективности применения компьютерной технологии с последовательным использованием режимов альтернирующего и неальтернирующего предъявления стереостимулов в функциональном лечении рефракционной амблиопии у детей.

## ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 105 пациентов (210 глаз) с двусторонней рефракционной амблиопией в возрасте от 7 до 17 (в среднем  $11,45 \pm 0,3$ ) лет. Рефракция была гиперметропической у 31 (29,5 %) ребенка, миопической у 62 (59 %), смешанный астигматизм выявляли у 12 (11,5 %) детей. Острота зрения лучше видящего глаза (ЛВГ) составляла в среднем  $0,76 \pm 0,01$ , хуже видящего глаза (ХВГ) —  $0,68 \pm 0,02$  и бинокулярная — в среднем  $0,77 \pm 0,01$ . Исследование на синоптофоре показало нормальную корреспонденцию сетчаток у всех детей, при этом величина их положительных фузионных резервов была в 2 раза ниже нормы и составляла в среднем  $7,7 \pm 0,1$  градуса, а величина отрицательных — снижена в 1,3 раза и составляла в среднем  $4,2 \pm 0,08$  градуса. По цветотесту характер зрения был бинокулярным у всех детей, по Fly-тесту стереозрение подтвердили 96 (91,4 %) детей, а по Lang-тесту только 73 (69,5 %).

С целью повышения остроты зрения, улучшения фузионной способности и стереозрения всем детям проводили курс зрительных тренировок с использованием

разработанных компьютерных программ, предусматривающих использование разных режимов предъявления стереостимулов с определенными характеристиками.

Курс функционального лечения состоял из двух этапов.

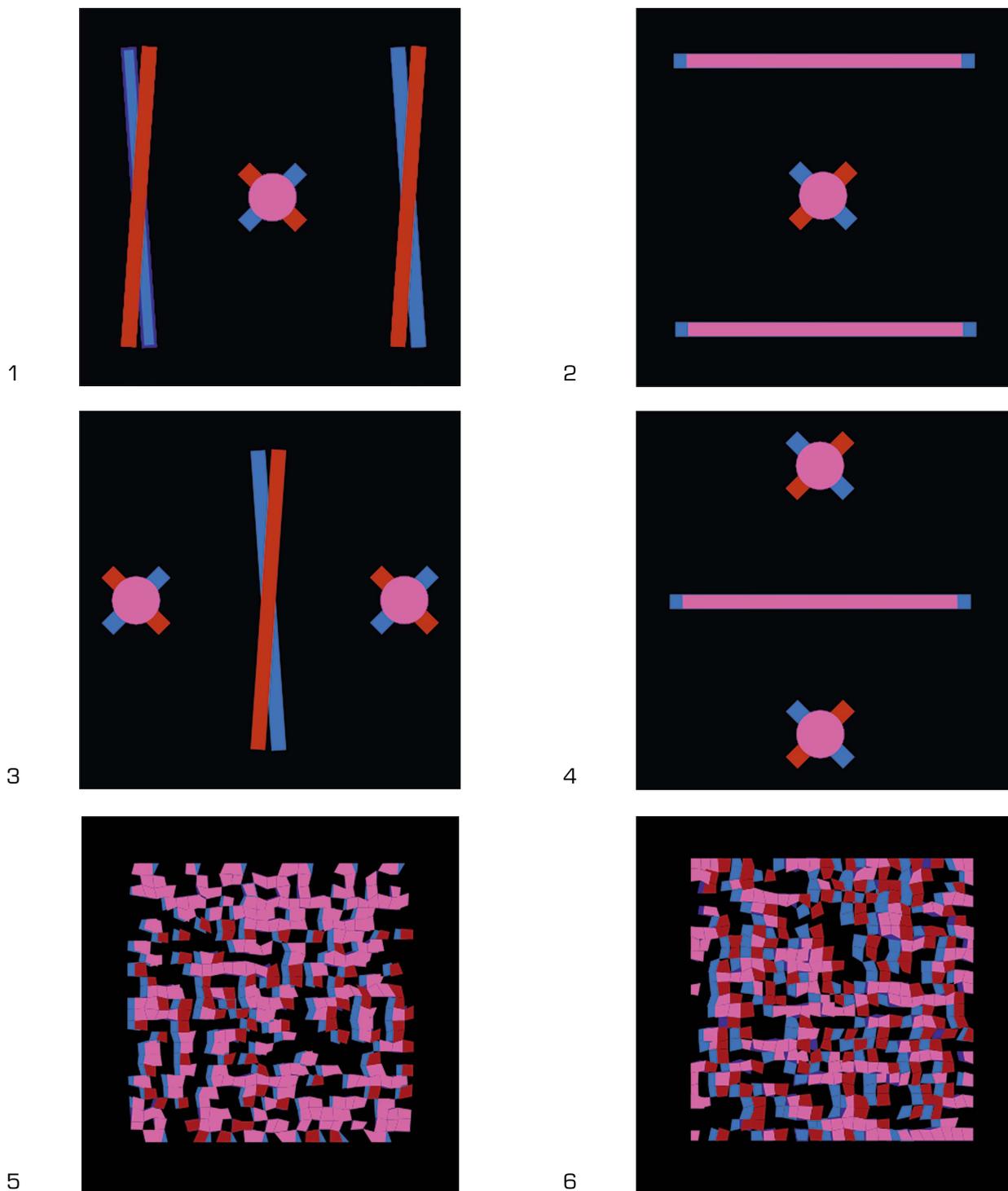
На первом этапе занятий мы использовали серии стереостимулов с разными характеристиками, предъявляемыми в разных альтернирующих режимах<sup>1</sup>. Основываясь на результатах наших предыдущих исследований, на первых занятиях мы применяли стимулы с периферическими вертикальными полосками, создающими эффект наклона в режиме альтернирования с наличием «пустого» интервала [18]. Длительность монокулярных фаз и «пустого» интервала составляла при этом 50 мс. Занятия проводили в условиях оптимальной оптической коррекции и анаглифного разделения полей зрения. Задачей пациента было наблюдение через красный (для одного глаза) и синий (для другого глаза) стереоизображения, предъявляемого на экране монитора с расстояния 70 см от глаз. По мере достижения у ребенка устойчивого стереоэффекта длительность монокулярных фаз и пустого интервала постепенно уменьшали. Затем переходили к режиму простого альтернирования, используя вначале длительность монокулярных фаз 50 мс с постепенным сокращением до 20 мс. При наличии устойчивого стереоэффекта при минимальной длительности монокулярных фаз в режиме простого альтернирования переходили к режиму с наличием бинокулярной фазы. Вначале использовали минимальную длительность монокулярных и бинокулярных фаз (20 мс), затем постепенно увеличивали длительность бинокулярной фазы до 100–150 мс. После достижения устойчивого стереоэффекта с этими стимулами на следующих занятиях применяли другие стимулы с простыми линейными деталями, а затем случайно-точечные стереограммы. Варианты используемых на данном этапе тренировок стереостимулов представлены на рисунке 1.

Режимы предъявления стимулов использовали последовательно по тому же алгоритму, что и для первого варианта изображений (с периферическими вертикальными полосками, создающими эффект наклона). Первый этап тренировок с компьютерными программами включал 15 занятий по 20 минут в день. После достижения стереоэффекта с периферическими линейными элементами переходили к следующему этапу занятий.

На следующем этапе зрительных тренировок применяли разработанный нами способ функциональной коррекции бинокулярного и стереозрения с использованием программы «Бабочка», предусматривающей предъявление стереоизображений в альтернирующем и неальтернирующем режиме<sup>2</sup>. Разработанное нами тестовое стереоизображение представляет собой расположенное на черном фоне кольцо лилового цвета, внутри которого находились два одинаковых по форме

<sup>1</sup> Патент RU 2718266 от 01.04.20.

<sup>2</sup> Патент RU 2718269 от 01.04.20.



**Рис. 1.** Стереостимулы, используемые в компьютерных программах на первом этапе зрительных тренировок: 1 — изображение, содержащее периферически расположенные вертикальные полосы, создающие эффект наклона; 2 — изображение, содержащее периферически расположенные горизонтальные полосы, создающие эффект разворота вокруг вертикальной оси; 3 — изображение, содержащее центрально расположенную вертикальную полосу, создающую эффект наклона; 4 — изображение, содержащее центрально расположенную горизонтальную полосу, создающую эффект разворота вокруг вертикальной оси; 5 — случайно-точечная стереограмма, создающая эффект горизонтального цилиндра; 6 — случайно-точечная стереограмма, создающая эффект вертикального цилиндра

**Fig. 1.** Stereo images, used in computer programs in the first stage of visual training: 1 — image containing peripherally located vertical stripes, creating the effects of tilt; 2 — image containing a peripherally located horizontal stripes creating the effect of turning around the vertical axis; 3 — image containing a centrally located vertical stripes creating the tilt effect; 4 — image containing a centrally located horizontal strip, creating the effect of turning around the vertical axis; 5 — random-dot stereogram creating the effect of a horizontal cylinder; 6 — random-dot stereogram creating the effect of a vertical cylinder

и размеру частично перекрывающихся контура красной и синей бабочки (рис. 2).

Зрительные упражнения с данной программой носили игровой характер и проводились в условиях оптимальной коррекции аметропии и анаглифного разделения полей зрения. Каждое тренировочное упражнение включало 20 заданий. При этом уровень диспаратности красной и синей фигуры бабочки меняли в случайном порядке в сторону как уменьшения, так и увеличения от среднего уровня, соответствующего 24,5 угл. мин (для расстояния наблюдения 70 см при величине межзрачкового расстояния 56–58 мм). Максимальная величина диспаратности при тех же условиях составляла 49 угл. мин. Задачей пациента являлась оценка пространственного расположения фузируемой бабочки по отношению к плоскости кольца (дальше или ближе плоскости кольца) и затем, путем управления кнопками на клавиатуре компьютера, попытка совместить воспринимаемую в пространстве фигуру бабочки с плоскостью кольца. Когда у пациента появлялось отчетливое ощущение того, что бабочка и кольцо находятся в одной пространственной плоскости, он нажимал кнопку Enter на клавиатуре компьютера и программа фиксировала результат. Были использованы два режима предъявления зрительных стимулов — неальтернирующий и альтернирующий. Альтернирующие режимы предъявления стимулов использовали последовательно по тому же алгоритму, что и на первом этапе занятий. После успешного выполнения заданий в альтернирующем режиме приступали к упражнениям в неальтернирующем режиме, предусматривающем постоянное присутствие на экране монитора стимулов для правого и левого глаза.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате лечения количество детей с наличием стереозрения увеличилось с 96 (91,4 %) до 105 (100 %) по Fly-тесту и с 73 (69,52 %) до 97 (92,4 %) по Lang-тесту.

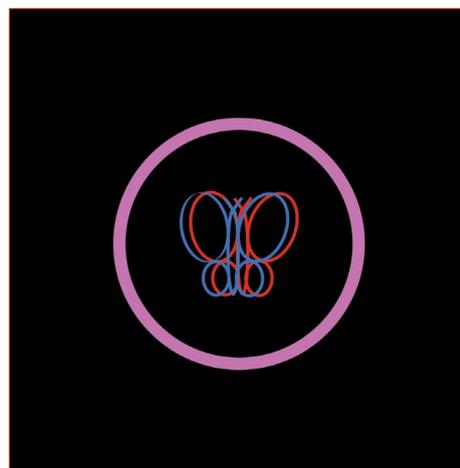
Данные исследования динамики остроты зрения и фузионных резервов после функционального лечения представлены в таблице.

**Таблица.** Динамика остроты зрения и фузионных резервов у детей с рефракционной амблиопией в результате зрительных тренировок с разработанными компьютерными программами

**Table.** Dynamics of visual acuity and fusion reserves in children with refractive amblyopia as a result of visual training with developed computer programs

Клинические характеристики / Clinical characteristics	Дети с рефракционной амблиопией (n = 105) Children with refractive amblyopia (n = 105)		
	до лечения before treatment	после лечения after treatment	достоверность разницы показателей reliability of the data difference
острота зрения ЛВГ, $M \pm m$ , (усл. ед.) / Visual acuity of the best-seeing eye, $M \pm m$	0,76 $\pm$ 0,01	0,96 $\pm$ 0,01	$t = 27,2$ , $df 104$ , $p < 0,001$
Острота зрения ХВГ, $M \pm m$ , (усл. ед.) / Visual acuity of the worse seeing eye, $M \pm m$	0,68 $\pm$ 0,02	0,9 $\pm$ 0,01	$t = 31,4$ , $df 104$ , $p < 0,001$
Острота зрения бинокулярная, $M \pm m$ , (усл. ед.) / Binocular visual acuity, $M \pm m$	0,77 $\pm$ 0,01	0,97 $\pm$ 0,01	$t = 20,7$ , $df 104$ , $p < 0,001$
Положительные фузионные резервы, $M \pm m$ (градусы) / Positive fusion reserves, $M \pm m$ (degrees)	7,7 $\pm$ 0,1	12,6 $\pm$ 0,2	$t = 26,3$ , $df 104$ , $p < 0,001$
Отрицательные фузионные резервы, $M \pm m$ (градусы) / Negative fusion reserves, $M \pm m$ (degrees)	4,2 $\pm$ 0,08	5,3 $\pm$ 0,08	$t = 9,6$ , $df 104$ , $p < 0,001$

Примечание:  $t$  — критерий Стьюдента для связанных выборок,  $df$  — степени свободы,  $p$  — уровень статистической значимости.  
Note:  $t$  — the Student's criterion for related samples,  $df$  — the degree of freedom,  $p$  — the level of statistical significance.



**Рис. 2.** Тестовое стереоизображение, разработанное для использования в компьютерной программе на втором этапе зрительных тренировок

**Fig. 2.** Stereo image created for use in a computer program at the second stage of visual training

Анализируя представленные данные, нужно отметить достоверное повышение монокулярной и бинокулярной остроты зрения и увеличение фузионных резервов в результате курса тренировок.

Наши результаты согласуются с данными, полученными в исследованиях, посвященных процессам взаимодействия различных компонентов зрительного анализа при разных видах амблиопии [5–8]. Традиционно больше внимания уделялось исследованию бинокулярных нарушений и поиску путей их устранения у пациентов с дисбинокулярной амблиопией. В лечении рефракционной амблиопии основным направлением было воздействие на сенсорный компонент зрительной системы. Между тем наше исследование показало эффективность использования способа функционального лечения, направленного на восстановление и развитие стереозрения. Появление стереозрения у всех пациентов с рефракционной амблиопией при исследовании по Fly-тесту и значительное увеличение количества детей с наличием

стереозрения по Lang-тесту свидетельствует о положительном влиянии проводимых тренировок на состояние всех подсистем бинокулярного механизма. При этом у большинства пациентов формируется не только более грубое — глобальное, качественное стереозрение, обеспечиваемое работой магноцеллюлярного канала проведения информации, но и происходит формирование стереозрения более высокого уровня — локальное, количественное, зависящее от состояния парвоцеллюлярного канала проведения информации и «чисто бинокулярной подсистемы» бинокулярного механизма пространственного анализа [4]. Можно предполагать, что развитие бинокулярных зрительных функций ведет к улучшению состояния всех компонентов зрительной системы, вследствие этого повышается бинокулярная и монокулярная острота зрения у детей с рефракционной амблиопией.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зрительные тренировки с компьютерными программами, предусматривающими последовательное использование режимов альтернирующего и неальтернирующего предъявления стереостимулов с определенными характеристиками, являются эффективным способом функционального лечения рефракционной амблиопии у детей, позволяющим улучшить показатели фузионных резервов, повысить монокулярную и бинокулярную остроту зрения, сформировать стереозрение.

## УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Рычкова С.И. — сбор и обработка материала, анализ полученных результатов, написание текста, подготовка иллюстраций;  
Лихванцева В.Г. — концепция исследования; анализ полученных результатов, написание текста.

## ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Чупров А.Д., Борщук Е.Л., Воронина А.Е. Некоторые аспекты лечения амблиопии у детей. *Российский офтальмологический журнал*. 2018;11(1):24–29. [Chuprov A.D., Borschuk E.L., Voronina A.E. Certain aspects of amblyopia treatment in children. *Russian ophthalmological journal = Rossiiskiy oftalmologicheskii zhurnal*. 2018;11(1):24–29 (In Russ.)]. DOI: 10.21516/2072-0076-2018-11-1-24-29
- Маглакелидзе Н.М., Зуева М.В. Амблиопия и бинокулярное зрение. *Российский офтальмологический журнал*. 2017;2:97–102. [Maglakelidze N.M., Zueva M.V. Amblyopia and binocular vision. *Russian ophthalmological journal = Rossiiskiy oftalmologicheskii zhurnal*. 2017;2:97–102 (In Russ.)]. DOI: 10.21516/2072-0076-2017-10-2-97-102
- Бурлуцкая Л.А. Этиопатогенетические механизмы амблиопии. *Вестник офтальмологии*. 2007;3:48–51. [Burluzkaya L.A. Etiopathogenetic mechanisms of amblyopia. *Annals of ophthalmology = Vestnik oftalmologii*. 2007;3:48–51 (In Russ.)].
- Рожкова Г.И., Лозинский И.Т., Грачева М.А., Большаков А.С., Воробьев А.В. Функциональная коррекция нарушенного бинокулярного зрения: преимущества использования новых компьютерных технологий. *Сенсорные системы*. 2015;2:99–121. [Rozkova G.I., Lozinskii I.T., Gracheva M.A., Bolshakov A.S., Vorobiev A.V. Functional correction of impaired binocular vision: benefits of using novel computer-aided systems. *Sensory systems = Sensornye systemy*. 2015;2:99–121 (In Russ.)].
- Wong A.M.F. New concepts concerning the neural mechanisms of amblyopia and their clinical implications. *Can. J. Ophthalmol.* 2012;47(5):399–409. DOI: 10.1016/j.cjoo.2012.05.002
- Joly O., Frankó E. Neuroimaging of amblyopia and binocular vision: a review. *Front. Integr. Neurosci.* 2014;8:62. DOI: 10.3389/fnint.2014.00062
- Weakley D.R. The association between nonstrabismic anisometropia, amblyopia, and subnormal binocularity. *Ophthalmology*. 2001;108(1):163–171. DOI: 10.1016/s0161-6420(00)00425-5
- Birch E.E. Amblyopia and binocular vision. *Prog. Retin. Eye Res.* 2013;33:67–84. DOI: 10.1016/j.preteyeres.2012.11.001
- Куликова И.Л. Рефракционная хирургия у детей с амблиопией. *Российская детская офтальмология*. 2016;(4):32–39. [Kulikova I.L. Refractive surgery in children with amblyopia. *Russian children's ophthalmology = Rossiiskaya detskaya oftalmologiya*. 2016;(4):32–39 (In Russ.)].
- Куренков В.В., Маркова Е.Ю. О корректности применения лазерной рефракционной хирургии у детей. *Офтальмология*. 2016;13(1):44–50. [Kurenkov V.V., Markova E.Yu., Kurenkova N.V. About the correctness of laser refractive surgery in children. *Ophthalmology in Russia = Oftalmologiya*. 2016;13(1):44–50. DOI: 10.18008/1816-5095-2016-1-44-50
- Simons K. Amblyopia characterization, treatment, and prophylaxis. *Surv. Ophthalmol.* 2005;50(2):123–166. DOI: 10.1016/j.survophthal.2004.12.005
- Hess R.F., Mansouri B., Thompson B. A binocular approach to treating amblyopia: antisuppression therapy. *Optom. Vis. Sci.* 2010;87:697–704. DOI: 10.1097/oxp.0b013e3181ea18e9
- Vinita S., Siddharth A. Visual functions in amblyopia as determinants of response to treatment. *J. Pediatric Ophthalmol. and Strabismus*. 2013;50(6):348–354. DOI: 10.3928/01913913-20131001-01
- Hess R.F., Thompson B. Amblyopia and the binocular approach to its therapy. *Vision Res.* 2015;114:4–16. DOI: 10.1016/j.visres.2015.02.009
- Li J., Thompson B., Deng D., Dichoptic training enables the adult amblyopic brain to learn. *Curr. Biol.* 2013;23:308–309. DOI: 10.1016/j.cub.2013.01.059
- Li S.L., Jost R.M., Moral S.E. A binocular iPad treatment for amblyopic children. *Eye*. 2014;28(10):1246–1253. DOI: 10.1038/eye.2014.165
- Gambacorta C., Nahum M., Vedamurthy An action video game for the treatment of amblyopia in children: A feasibility study. *Vision Research*. 2018;148:1–14. DOI: 10.1016/j.visres.2018.04.005
- Рычкова С.И., Diraison M.-C., Лихванцева В.Г. Результаты использования альтернирующего предъявления различных стереостимулов для исследования способности к стереовосприятию у детей с послеоперационной микродевиацией. *Офтальмохирургия*. 2019;3:29–35. [Rychkova S.I., Diraison M.-C., Likhvantseva V.G. The results of use of alternating presentation of different stereomages to study the ability to stereovision in children with postoperative residual microdeviation. *Ophthalmosurgery = Oftalmokhirurgiya*. 2019;3:29–35 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2019-3-29-35
- Рычкова С.И., Лихванцева В.Г. Взаимоотношения монокулярного и бинокулярного механизмов пространственного восприятия до и после функционального лечения у детей с послеоперационной остаточной микродевиацией. *Офтальмохирургия*. 2019;4:42–49. [Rychkova S.I., Likhvantseva V.G. The relationship of monocular and binocular mechanisms of spatial perception before and after functional treatment in children with postoperative residual microdeviation. *Ophthalmosurgery = Oftalmokhirurgiya*. 2019;4:42–49 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/0235-4160-2019-4-42-49

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук  
Рычкова Светлана Игоревна  
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии зрения  
Большой Каретный пер., 19, Москва, 127051, Российская Федерация  
<https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

ФГБУ ГНЦ РФ «Федеральный биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России,  
Академия постдипломного образования ФГБУ «ФНКЦ ФМБА России»  
Лихванцева Вера Геннадьевна  
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии  
ул. Гамалеи, 15, Москва, 123098, Российская Федерация  
Волоколамское шоссе, 91, Москва, 125371, Российская Федерация

## ABOUT THE AUTHORS

Kharkevich Institute for Information Transmission Problems  
Rychkova Svetlana I.  
PhD, ophthalmologist, leading researcher of the physiology vision laboratory  
Bolshoy Karetny lane, 19, Moscow, 127051, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-6764-8950>

Federal biophysical center named after A.I. Burnazyan  
Academy of postgraduate education  
Likhvantseva Vera G.  
MD, Professor  
Gamalei str., 15, Moscow, 123098, Russian Federation  
Volokolamsk highway, 91, Moscow, 125371, Russian Federation