

Сравнительный анализ динамики формирования бинокулярных функций у детей с оперированным косоглазием и у детей с анизометропической амблиопией

Матросова Ю. В.¹

зав. детским отделением

Кутимова Е. Ю.¹

врач-офтальмолог, детское отделение

Фабрикантов О. Л.^{1,2}

д.м.н., директор¹; заведующий, кафедра офтальмологии²

Шутова С. В.^{1,2}

к.м.н., научный сотрудник¹; заведующий, кафедра медицинской биологии с курсом инфекционных болезней²

Васильченко А. А.²

ординатор 2-го года обучения

1 – Тамбовский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Минздрава России

2 – Медицинский институт Тамбовского государственного университета имени Г.Р. Державина

Автор для корреспонденции: Кутимова Елена Юрьевна; **e-mail:** naukatmb@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Аннотация

Расстройство бинокулярного зрения – важная проблема в офтальмологии. Дисбинокулярные расстройства встречаются не только при косоглазии (даже оперированном ранее), но и при анизометропической амблиопии. Проведен сравнительный анализ эффективности лечения пациентов с оперированным косоглазием, получавших помимо стандартной ортоптики домашние тренировки, используя компьютерную программу «Маленький волшебник», и пациентов с анизометропической амблиопией, лечившихся лазерами красного и зеленого спекла. Несмотря на разный этиопатогенетический фактор, в обеих группах отмечена положительная динамика в развитии бинокулярных функций, с превалированием в I группе.

Ключевые слова: офтальмология, косоглазие, ортоптика, лазерная плеоптика, бинокулярное зрение, амблиопия, компьютерная программа

doi: 10.29234/2308-9113-2018-6-4-17-27

Актуальность

Основной проблемой в лечении косоглазия у детей является процесс формирования бинокулярного и стереоскопического зрения.

Бинокулярное зрение – восприятие окружающих предметов двумя глазами, которое обеспечивается корковым отделом зрительного анализатора благодаря сложнейшему физиологическому механизму зрения – фузии, то есть слиянию зрительных образов, возникающих отдельно в каждом глазу (монокулярное изображение), в единое сочетанное зрительное восприятие. Это очень тонкая функция обеспечивается двумя механизмами: согласованными движениями обоих глаз, поддерживающих постоянное направление зрительных линий на точку бификсации, и слиянием изображений двух глаз в единый образ, что позволяет обеспечить зрительной системе более высокую оценку видимых объектов (стереоскопическое зрение) [5].

Известно, что бинокулярное зрение – это чрезмерно тонкий, сложный условно-рефлекторный механизм. Развитие его следует рассматривать как постепенное формирование относительно устойчивой, но динамичной стереотипии нервных процессов.

На ранних этапах онтогенеза бинокулярная зрительная система и ее основной саморегулирующийся оптомоторный механизм – бификсация еще недостаточно устойчивы и сравнительно легко трансформируются под влиянием неблагоприятных факторов внешней и внутренней среды. Это обуславливает возможность и создает потенциальные условия для возникновения содружественного косоглазия. Чем старше ребенок, тем устойчивее бинокулярная зрительная система и тем труднее вывести ее из состояния стереотипии [5].

Для формирования бинокулярного зрения необходимы определенные условия:

- Острота зрения на каждый глаз не ниже 0,3-0,4;
- Полный объем движений глазных яблок;
- Параллельное положение глазных яблок при взгляде вдаль;
- Соответствующая конвергенция при взгляде с близкого расстояния;
- Наличие изейконики;
- Способность к фузии;
- Попадание изображения на корреспондирующие точки сетчатки.

Также известно, что между аккомодационной и бинокулярной системами имеется тесная связь [1].

Корреспонденция сетчаток составляет анатомо-физиологическую основу сенсорного сотрудничества обоих глаз, которое проявляется в виде двух тесно связанных между собой функций – фузии и пространственной локализации [13].

В механизме бинокулярного зрения проявляется единство сенсорной и моторной систем зрительного анализатора, то есть с деятельностью глазодвигательных мышц, и вместе с тем сама эта деятельность обеспечивается регулируемыми влияниями сенсорной зрительной системы на аппарат движений глаз. Связующим звеном этих двух систем является бификсация [13].

Целью, конечным эффектом системы является удержание монокулярных изображений фиксируемого объекта в зоне фовеального фузионного поля. Эта цель достигается за счет деятельности эффекторов – глазодвигательных мышц, придающих зрительным осям необходимое направление. Вследствие постоянных возмущающих воздействий (фиксационные микродвижения глаз, гетерофорные влияния, синкинетические влияния с аппарата аккомодации, действие побочных раздражителей) происходит отклонение зрительной оси одного из глаз от объекта фиксации и изображение последнего выходит за пределы фузионного поля. Рецепторный аппарат, оценивающий конечный эффект системы, воспринимает это отклонение, очевидно, в виде неосознаваемого двоения и посылает в зрительную область коры головного мозга сигналы обратной афферентации [4].

Единый образ предмета, воспринимаемого двумя глазами, возможен лишь в случае попадания его изображения на так называемые идентичные, или корреспондирующие, точки сетчатки, к которым относятся центральные ямки сетчатки обоих глаз, а также точки сетчатки, расположенные симметрично по отношению к центральным ямкам. В центральных ямках совмещаются отдельные точки, а на остальных участках сетчатки корреспондируют рецепторные поля, имеющие связь с одной ганглиозной клеткой. В случае проецирования изображения объекта на несимметричные, или так называемые диспаратные, точки сетчатки обоих глаз возникает двоение изображения – диплопия.

К нарушению механизма бификсации ведет низкое зрение или слепота одного глаза, что затрудняет бинокулярное слияние или делает его вообще невозможным.

Существенная разница в остроте зрения обоих глаз вызывает корковую «расфокусировку» зрительного образа, ослабляет чувствительность бинокулярной зрительной системы и затрудняет слияние или делает его вообще невозможным. Это приводит к неустойчивости оптомоторной системы бификсации, которая под влиянием возмущающих воздействий (конвергентно-дивергентные стимулы, гетерофория и др.) легко выходит из строя. Хуже видящий глаз перестает фиксировать объект, рассматриваемый другим глазом, и отклоняется в ту или иную сторону.

Полноценное бинокулярное зрение формируется постепенно и достигает полного развития к 7-15 годам. Оно возможно лишь при определенных вышеперечисленных условиях, причем нарушение любого из них может стать причиной расстройства бинокулярного зрения, вследствие чего характер зрения становится либо монокулярным (зрение одним глазом), либо одновременным, при котором в высших зрительных центрах воспринимаются импульсы то от одного, то от другого глаза. Монокулярное и одновременное зрение позволяет получить представление лишь о высоте, ширине и форме предмета без оценки взаиморасположения предметов в пространстве по глубине [5]. Нередко даже после хирургического устранения косоглазия бинокулярное зрение может отсутствовать [6].

Не менее редко встречаемая патология органа зрения у детей – амблиопия – функциональное снижение зрения без видимых органических причин. По данным ряда авторов она регистрируется у 1-2% всего населения [1].

Отмечено, что у лиц с анизометропией также нередко наблюдается расстройство бинокулярных функций. Нарушение бинокулярного зрения при анизометропии, по мнению большинства авторов, возникает вследствие различной величины ретинальных изображений – анизейкнии, которая бывает тем более, чем больше разница рефракции между одним и вторым глазом. Развитие амблиопии при анизометропии связывают с хронической расфокусировкой ретинального изображения глаза с худшей рефракцией и неспособностью его обрабатывать изображения с высокой разрешающей способностью. Бинокулярная конкуренция между размытым изображением на одном глазу и четким изображением на другом ведет к подавлению размытого для того, чтобы избежать нарушения суммарного изображения. Это ведет к формированию амблиопии на хронически расфокусированном и подавляемом глазу и к дисбинокулярным расстройствам [11].

Коррекция анизометропии имеет важнейшее значение в лечении этой патологии. Она предусматривает, помимо повышения остроты зрения, улучшение бинокулярной функции при ее нарушениях. Устранение анизометропической амблиопии в сравнении с дисбинокулярной и рефракционной амблиопией более сложно, т.к. в основе ее развития лежит комбинация двух факторов – рефракционного и дисбинокулярного.

Плеоптическое лечение включает в себя целый комплекс мероприятий, цель которых – повысить и уровнять остроту зрения обоих глаз до возрастной нормы. Это возможно за счет проведения прямой или обратной окклюзии, общих засветов, лазеростимуляции, электростимуляции, магнитостимуляции, паттерн-стимуляции, цветолечения, перифовеальной пенализации, тренировки резервов аккомодации и др. При неправильной зрительной фиксации возможны тренировки на макулотестере, монокулярное пространственное переориентирование проводится с использованием засветов по Кюпперсу [10].

С 2008 года в лечении пациентов с косоглазием стали широко использоваться лазерные спеклы [7]. Было исследовано состояние аккомодационной способности при косоглазии и отмечено выравнивание тонусов аккомодации чаще косящего и чаще фиксирующего глаз, приближение их к норме и устранение анизоаккомодации (аккомодационной анизометропии), повышение бинокулярного тонуса аккомодации [8]. Кроме того, в результате лечения происходило повышение остроты зрения. Это связано с одновременной стимуляцией фоторецепторов сетчатки. Также отмечено уменьшение угла косоглазия или полное его устранение, положительная динамика со стороны бинокулярных функций. Описанные эффекты связаны с нормализацией работы аккомодационного аппарата и соотношением аккомодативной конвергенции к аккомодации (уменьшение коэффициента АК/А) под влиянием лазерной стробоскопии [2,11]. Доказано наличие аккомодативно-бинокулярного взаимодействия и разработан метод восстановления аккомодации на основе лазерных спеклов, в частности при декомпенсированной гетерофории, астиопии и микрострабизме [7].

С 2016 года изучается эффективность применения лазерных спеклов красного и зеленого диапазонов в диплоптическом лечении косоглазия и их влияние на состояние зрительных функций [3]. Были применены лазерные спеклы с длиной волны 530 нм и 650 нм в качестве светового стимула. Предложенный способ восстановления бинокулярного зрения основан на разобщении аккомодации и конвергенции под контролем бинокулярного слияния.

Считается, что применение лазерных спеклов, воздействуя на аккомодацию, способствует повышению эффективности восстановления бинокулярного зрения и лечения содружественного косоглазия [3,12].

Стойкое повышение остроты зрения до 0,4 и более является показанием к проведению ортоптических упражнений, цель которых – сделать фовеальные ретино-кортикальные элементы обоих глаз доминантными и восстановить их совместную деятельность. Важным моментом, определяющим эффективность лечебных мероприятий, является этапность и комплексность лечения, а также анализ полученных результатов.

Цель

Целью данной работы является сравнительный анализ результатов восстановления бинокулярного зрения у пациентов с оперированным косоглазием и анизометропической амблиопией с расстройствами бинокулярного зрения.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ амбулаторных карт 20 пациентов с симметричным положением глаз, прооперированных по поводу сходящегося косоглазия, в возрасте от 4 до 12 лет, получающих стандартное ортоптическое лечение совместно с использованием программы «Маленький волшебник» (I группа) и 25 пациентов того же возраста с анизометропической амблиопией средней степени с нарушением бинокулярного зрения при отсутствии косоглазия, получавших лазерное плеоптическое лечение зеленого и красного спекла (II группа). Все дети из I группы между курсами ортоптики в стационаре проходили ежедневные домашние тренировки на компьютере по программе «Маленький волшебник».

Использование компьютерных программ – это одно из современных направлений ортоптического лечения. Они содержат пары тест-объектов синего и красного цветов, воспринимающиеся отдельно каждым глазом. Благодаря компьютеру сложность зрительного стимула может сочетаться с гибкостью, управляемостью и избирательностью воздействия на различные каналы зрительного анализатора, отвечающие за восприятие движения, цвета, формы, яркости и т. д. [9].

Но часто мы сталкиваемся с проблемой регресса полученного эффекта в перерывах между курсами лечения и удлинением сроков достижения эффекта от лечения. В таких случаях ежедневные домашние тренировки позволяют добиться лучших результатов. Существующие способы лечения не всегда пригодны для домашнего применения и могут иметь возрастные ограничения. Например, дети младшего возраста не понимают поставленной задачи при лечении на разделителе полей зрения и при засветах по Чермаку. К тому же эти тренировки быстро надоедают, и у ребенка отсутствует заинтересованность в лечении.

Учитывая, что многие дети в возрасте 3-4 лет умеют работать с компьютерной мышью, в этих занятиях присутствует игровой момент, а смена заданий позволяет надолго удержать внимание ребенка. Однако те программы, которые длительно и с успехом применяются в нашей стране («eYe», «Контур» и пр.), имеют существенный недостаток – они разработаны для компьютеров с операционной системой DOS и мониторов на электронно-лучевой трубке, не подходят для работы в домашних условиях, работа с этими программами должна проходить под руководством опытного медицинского персонала, что существенно снижает возможность использования в домашних условиях [8].

Для улучшения эффективности и сокращения сроков лечения детей с косоглазием совместно с кафедрой компьютерного и математического моделирования Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина нами разработана компьютерная программа для восстановления бинокулярного зрения в домашних условиях «Маленький

волшебник» и получено свидетельство о государственной регистрации программы ЭВМ № 2013618972 [8].

Данная программа реализует те же принципы, что и аналоги, но имеет и свои отличия. Она адаптирована к современным компьютерам и проста в применении, занятия проводятся под контролем родителей в удобное и свободное время, включая каникулы и выходные дни, и содержит задания на совмещение изображений. Сложность выполнения заданий возрастает за счет увеличения скорости движения картинки, уменьшения ее размеров и толщины опорных линий. Программа «подстраивается» под качество выполнения заданий и регулирует уровень их сложности. Данное лечение проводится в очках-анаглифах, учитывающих рефракцию ребенка, которые изготавливаются в нашем филиале.

Результаты и обсуждения

По полученным данным прослеживается, что более выраженное расстройство исходного состояния бинокулярных функций было выявлено у пациентов в I группе и составило 45% детей с ортотропией и монокулярным зрением. Бинокулярное зрение с 5 метров отсутствовало у всех исследуемых I группы, с 2 метров было выявлено у 55%. После лечения в I группе бинокулярное зрение с 5 метров диагностировано у 35% (полученные различия статистически значимы), с 2 м – у 45% пациентов. У 20% пациентов сохранялся монокулярный характер зрения.

В таблице 1 представлено состояние бинокулярных функций пациентов 1 группы до и после лечения.

Таблица 1. Состояние бинокулярных функций пациентов I группы до и после лечения

I группа	Монокулярное зрение, человек (%)	Бинокулярное зрение до 2 м, человек (%)	Бинокулярное зрение от 3 до 5 м, человек (%)
До лечения	9 (45%)	11 (55%)	0
После лечения	4 (20%)	9 (45%)	7 (35%)
До и после	Хи-квадрат=2,85 p=0,091	Хи-квадрат=0,40 p=0,527	Хи-квадрат=8,04* p=0,005

В результате проведенного лечения у всех пациентов II группы отмечено достоверное повышение остроты зрения амблиопичного глаза в среднем на 0,1.

Во II группе до лечения монокулярное зрение наблюдалось лишь у 8% детей, с превалированием бинокулярного зрения у остальных исследуемых: с 2 метров – у 24%, неустойчивое бинокулярное от 3 до 5 метров отмечалось у 68%.

Таким образом, бинокулярное зрение полностью восстановилось после лечения у детей во II группе и составило 84% с 3 до 5 метров и лишь у 16% оставалось с 2 метров. Улучшение бинокулярного зрения у пациентов II группы на фоне проведенного лечения происходит опосредованно и, по-видимому, связано с повышением остроты зрения и нормализацией аккомодационной функции.

В таблице 2 представлено состояние бинокулярного зрения пациентов II группы до и после лечения

Таблица 2. Состояние бинокулярного зрения пациентов II группы до и после лечения

II группа	Монокулярное зрение, человек (%)	Бинокулярное зрение до 2 м, человек (%)	Бинокулярное зрение от 3 до 5 м, человек (%)
До лечения	2 (8%)	6 (24%)	17 (68%)
После лечения	0	4 (16%)	21 (84%)
До и после	Хи-квадрат=2,08 p=0,149	Хи-квадрат=0,50 p=0,479	Хи-квадрат=1,75 p=0,185

В Таблице 3 приведена сравнительная характеристика групп по состоянию бинокулярных функций – представлено количество пациентов с различными степенями нарушения бинокулярного зрения в каждой группе до и после лечения, а также приведена значимость различий. Различия между I и II группой до и после проведенного лечения достоверны, что связано с различным как этиологическим, так и патогенетическим фактором возникновения нарушений бинокулярного зрения.

Таблица 3. Характер зрения у пациентов I, II групп до и после лечения

Группа, значимость различий	Монокулярное зрение, человек	Бинокулярное зрение до 2 м, человек	Бинокулярное зрение от 3 до 5 м, человек
I группа			
До лечения	9	11	0
После лечения	4	9	7
II группа			
До лечения	2	6	17
После лечения	0	4	21
I и II до	Хи-квадрат=8,24* p=0,004	Хи-квадрат=4,54* p=0,033	Хи-квадрат=21,86* p=0,000
I и II после	Хи-квадрат=5,49* p=0,019	Хи-квадрат=4,55* p=0,033	Хи-квадрат=11,35* p=0,001

* - различие достоверно

Выводы

1. Улучшение бинокулярного зрения после проведенного лечения выявлено в обеих группах.
2. Положительная динамика формирования бинокулярных функций превалирует в I группе, где изначально преобладал монокулярный характер зрения, более, чем в 2 раза, что напрямую связано с получением этиопатогенетического лечения.
3. Лазерная плеоптика при анизометропической амблиопии способствует улучшению бинокулярного взаимодействия за счет повышения остроты зрения и нормализации аккомодационной функции.

Список литературы

1. Аветисов Э.С. Содружественное косоглазие. М.: Медицина, 1977. 312 с.
2. Адигезалова-Полчаева К.А. Роль аккомодации в развитии центрального зрения у детей раннего возраста. *Офтальмологический журнал* 1992; (5-6): 257-259.
3. Базарбаева А.Р. Изучение эффективности применения лазерных спеклов в диплоптическом лечении и их влияние на состояние зрительных функций. Дисс. на соискание ученой степени к.мед.н. М., 2016. 130 с.
4. Гончарова С.А., Пантелеев Г.В. Функциональное лечение содружественного косоглазия. Луганск: Элтон-2, 2010. 244 с.
5. Игнатъев С.А., Шаповалова С.Л., Милявская Т.И., Корнюшина Т.А. Бинокулярные функции при аметропиях. М.: Издательство "МИК", 2014. 174 с.
6. Кутимова В.Г. Кутимова, Е.Ю. Балабаева, Е.А. Дифференциальный подход к хирургическому лечению сходящегося содружественного косоглазия с различной степенью девиации у взрослых. *Вестник Тамбовского университета* 2017; 23(1): 199-201.
7. Маглакелидзе, Н.М. Состояние аккомодационной способности при содружественном косоглазии и возможности ее восстановления. Дисс. на соискание ученой степени к.мед.н. М., 2008. 158 с.
8. Матросова Ю.В. Первые результаты применения программы для восстановления бинокулярного зрения "Маленький волшебник". *Вестник Тамбовского университета* 2014; 19(4): 1175-1178.
9. Матросова, Ю.В. Применение полихроматической лазерной спектр-стимуляции в плеоптическом лечении амблиопии у детей. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация* 2014; (3): 32-34.
10. Матросова, Ю.В. Сравнительная эффективность лазеров зеленого и красного диапазонов в плеоптическом лечении амблиопии. *Вестник Тамбовского университета*. 2014; 19(1): 116-118.
11. Матросова, Ю.В. Функциональные результаты плеоптического лечения амблиопии с использованием лазерных спеклов красного и зеленого диапазонов. *Вестник Тамбовского университета*. 2017; 22(4): 682-687.

12. Стальнов, В.С. Аккомодация глаз при дисбинокулярной амблиопии у детей и влияние на нее различных вариантов плеоптического лечения. Автореф. дисс. на соискание ученой степени к.мед.н. Красноярск, 2006. 150 с.

13. Розанова О.И., Щуко А.Г., Ильин В.П., Малышев В.В. Сходящееся содружественное косоглазие у взрослых. Иркутск: РИО ГУ НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2005. С. 42-44.

Comparative Analysis of Formation Dynamics of Binocular Functions in Children Operated on for Strabismus and Children with Anisometropic Amblyopia

Matrosova Yu. V.¹

Head, Children's Department

Kutimova E. Yu.¹

Ophthalmologist, Children's Department

Fabrikantov O. L.^{1,2}

Doctor of Medicine, Director¹; Head, Chair for Ophthalmology²

Shutova S. V.^{1,2}

PhD, Researcher¹; Head, Chair for Medical Biology and Communicable Diseases²

Vasil'chenko A. A.²

Resident

1 - S.N. Fedorov NMRC "MNTK "Eye Microsurgery", Tambov branch

2 - Derzhavin Tambov State University, Medical Institute, Tambov, Russia

Corresponding author: Kutimova Elena; **e-mail:** naukatmb@mail.ru

Conflict of interest. None declared.

Funding. The study had no sponsorship.

Summary

Binocular vision disorder is an important problem in ophthalmology. Disbinocular disorders occur not only in strabismus (even previously operated), but also in anisometropic amblyopia. We performed a comparative analysis of the efficacy of treating patients with operated strabismus, who in addition to standard orthoptics received home training, using a computer program "Little magician", and patients with anisometric amblyopia treated with lasers of red and green speckles. Despite the different etiopathogenetic factor, both groups showed positive dynamics in the development of binocular functions, with the prevalence of group I.

Keywords: ophthalmology, strabismus, orthoptics, laser pleoptics, binocular vision, amblyopia, computer software

References

1. Avetisov E.S. *Sodruzhestvennoye kosoglaziyе [Concomitant strabismus]*. Moscow: Meditsina Publ., 1977. (In Russ.)

2. Adigezalova-Polchayeva K.A. *Rol' akkomodatsii v razvitiі tsentral'nogo zreniya u detey rannego vozrasta [The role of accommodation in the development of central vision in children of early age]*. *Oftal'mologicheskii zhurnal [Journal of ophthalmology]* 1992; (5-6): 257-259. (In Russ.)

3. Bazarbayeva A.R. Izucheniye effektivnosti primeneniya lazernykh speklov v diplopticheskom lechenii i ikh vliyaniye na sostoyaniye zritel'nykh funktsiy [Studying the efficacy of laser speckles application in diploptic treatment and their influence on the status of visual functions]. Doctor of Medicine Thesis. Moscow, 2016. (In Russ.)
4. Goncharova S.A., Panteleyev G.V. Funktsional'noye lecheniye sodruzhestvennogo kosoglaziya [Functional treatment of concomitant strabismus]. Lugansk: Elton-2 Publ., 2010. (In Russ.)
5. Ignat'yev S.A., Shapovalova S.L., Milyavskaya T.I., Korniyushina T.A. Binokulyarnyye funktsii pri ametropiyakh [Binocular functions in ametropia]. Moscow: "MIK" Publ., 2014. (In Russ.)
6. Kutimova V.G. Kutimova, E.Y. Balabayeva, E.A. Differentsial'nyy podkhod k khirurgicheskomu lecheniyu skhodyashchegosya sodruzhestvennogo kosoglaziya s razlichnoy stepen'yu deviatsii u vzroslykh [Differentiated approach to surgical treatment of convergent concomitant strabismus with a different degree of deviation in adults]. *Vestnik Tambovskogo universiteta [Annals of Tambov University]* 2017; 23(1): 199-201. (In Russ.)
7. Maglakelidze N.M. Sostoyaniye akkomodatsionnoy sposobnosti pri sodruzhestvennom kosoglazii i vozmozhnosti ego vosstanovleniya [Status of accommodative capability in concomitant strabismus and possibilities of its restoration]. Doctor of Medicine Thesis. Moscow, 2008. (In Russ.)
8. Matrosova Yu.V. Pervyye rezul'taty primeneniya programmy dlya vosstanovleniya binokulyarnogo zreniya "Malen'kiy volshebnyk" [First results of application of program for binocular eyesight recovery "Little Magician"]. *Vestnik Tambovskogo universiteta [Annals of Tambov University]* 2014; 19(4): 1175-1178. (In Russ.)
9. Matrosova Yu.V. Primeneniye polikhromaticheskoy lazernoy spekl-stimulyatsii v pleopticheskom lechenii ambliopii u detey [Application of polychromatic laser speckle-stimulation for the pleoptic treatment of the children presenting with amblyopia]. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya [Russian journal of physical therapy, balneology and rehabilitation]* 2014; (3): 32-34. (In Russ.)
10. Matrosova Yu.V. Sravnitel'naya effektivnost' lazerov zelenogo i krasnogo diapazonov v pleopticheskom lechenii ambliopii [Comparative effectiveness of green and red range lasers in amblyopia pleoptic treatment]. *Vestnik Tambovskogo universiteta [Annals of Tambov University]* 2014; 19(1): 116-118. (In Russ.)
11. Matrosova, Yu.V. Funktsional'nyye rezul'taty pleopticheskogo lecheniya ambliopii s ispol'zovaniyem lazernykh speklov krasnogo i zelenogo diapazonov [Functional results of pleoptic amblyopia therapy applying red and green range laser speckle]. *Vestnik Tambovskogo universiteta [Annals of Tambov University]* 2017; 22(4): 682-687. (In Russ.)
12. Stal'nov, V.S. Akkomodatsiya glaz pri disbinokulyarnoy ambliopii u detey i vliyaniye na neye razlichnykh variantov pleopticheskogo lecheniya [Ocular accommodation in disbinocular amblyopia in children and the influence of different kinds of pleoptic treatment on it]. Author's abstract, PhD thesis. Krasnoyarsk, 2006. (In Russ.)
13. Rozanova O.I., Shchuko A.G., Il'in V.P., Malyshev V.V. Skhodyashcheyesya sodruzhestvennoye kosoglaziye u vzroslykh [Convergent concomitant strabismus in adults]. Irkutsk: RIO GU NTS RVKH VSNTS SO RAMN Publ., 2005. (In Russ.)