

Селективное низкоинтенсивное излучение в лечении пациентов с рефракционной амблиопией

*РДУП “МТЗМЕДСЕРВИС”,
ИП “Современная микрохирургия глаза”,
СП “Лотис-ТНН”*

Селективная фотостимуляция сопровождается повышением остроты зрения у пациентов с рефракционной амблиопией в 77,8% случаев и является эффективным способом лечения данной патологии, селективное низкоинтенсивное излучение приводит к повышению объема и скорости кровотока в области надблоковой артерии на 13,09% и 12,17% соответственно у пациентов с рефракционной амблиопией, выражено увеличивает амплитуду зрительных потенциалов на 12,5% и 3,9% по сравнению с исходным уровнем. Селективная фотостимуляция в послеоперационном периоде (LASIK) позволяет повысить остроту зрения в 5,3 раза по сравнению с остротой зрения в группе пациентов, проходивших в послеоперационном периоде (LASIK) гелий-неоновую стимуляцию.

Ключевые слова: трехцветный стимулятор, селективная фотостимуляция, рефракционная амблиопия, лазерный кератомилез.

В настоящее время амблиопия является одной из причин снижения зрения у детей и подростков. По данным авторов частота амблиопии составляет от 1,9% до 7,3% причин снижения зрения [3,17,19,24]. Основную группу пациентов с амблиопией составляют дети, но она довольно часто встречается и среди взрослых (до 12,9%), как результат недостаточного лечения в детстве [27]. Рефракционная амблиопия – это случаи снижения зрения при аномалиях рефракции, которые в данный момент не поддаются оптической коррекции. Причиной развития рефракционной амблиопии служит постоянное и длительное проецирование на сетчатку неясных изображений предметов внешнего мира. [1,5,23]. Такие условия образования изображений на сетчатке оказывают влияние на различительную способность зрительного анализатора, на точность анализа, особенно в период формирования и совершенствования зрительных функций у детей [2,22,23]. Поэтому даже исправление аметропии, обеспечивающее получение четких изображений на сетчатке, может не дать вначале непосредственного эффекта в виде повышения остроты зрения. Необходимо некоторое время для соответственной выработки более тонких дифференцировок, более совершенного анализа [4,7,11]. Увеличение общего количества больных с рефракционной амблиопией в последние годы обусловлено ростом рефракционной амблиопии в подростковом и молодом возрасте [18].

В настоящее время для лечения рефракционной амблиопии применяют большое количество методов терапии. Для этого используют очковую, контактную коррекцию, рефракционные операции. Применение прямой и частичной окклюзии, пенализации в сочетании со зрительными нагрузками, ортооптических упражнений и диплоптики уже могут повысить зрение амблиопичного глаза. Для закрепления достигнутого эффекта в настоящее время используется большое количество ретинальных стимуляторов.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния разработанного нами ретинального фотостимулятора (патент № 6952) на клинико-функциональные показатели глаз у детей с рефракционной амблиопией.

Материал и методы

Под нашим наблюдением находилось четыре группы пациентов.

Степень амблиопии определяли по величине снижения остроты зрения с коррекцией:

1. Очень слабая (I)-острота зрения 0,9-0,8.
2. Слабая (II)-острота зрения 0,7-0,5.
3. Средняя (III)-острота зрения 0,4-0,3.
4. Сильная (IV)-острота зрения 0,2-0,05.
5. Очень сильная (V)-острота зрения ниже 0,05.

Первая группа-63 пациента (117 глаз), средний возраст $9,71 \pm 4,0$ лет, из них 25 пациентов мужского пола, 38 пациентов женского пола. По степени амблиопии пациенты распределились следующим образом: амблиопия очень слабой степени-17 глаз (14,5%), слабой степени-36 глаз (30,8%), средней степени-28 глаз (23,9%), сильной степени-20 глаз (17,1%), очень сильной степени-16 глаз (13,7%). Среднее значение сферического эквивалента по модулю в первой группе – $4,21 \pm 0,31$ дптр, среднее значение цилиндра по модулю – $1,88 \pm 0,24$ дптр.

Вторая группа-57 больных (102 глаза) средний возрасте $9,42 \pm 4,0$ лет, из них 26 мужчин и 31 женщин. По степени амблиопии: амблиопия очень слабой степени-14 глаз (13,7%), слабой степени-33 глаза (32,4%), средней степени-24 глаза (23,5%), сильной степени-18 глаз (17,7%), очень сильной степени-13 глаз (12,7%). Среднее значение сферического эквивалента по модулю во второй группе – $4,47 \pm 0,27$ дптр, среднее значение цилиндра по модулю – $1,96 \pm 0,21$ дптр.

Третью группу составили пациенты с анизометропией, которым проводился лазерный кератомилез (LASIK). Средний возраст пациентов (29 человек, 36 глаз) составил $8,64 \pm 2,82$ года, среднее значение сферического эквивалента до операции составило $+0,75 \pm 0,13$ дптр., среднее значение цилиндра – $4,5 \pm 0,50$ дптр., среднее значение сферического эквивалента после операции составило – $0,56 \pm 0,37$ дптр., среднее значение цилиндра – $0,49 \pm 0,26$ дптр. и корригированная острота зрения составила $0,29 \pm 0,18$.

Четвертую группу составили пациенты, которым проводился лазерный кератомилез (LASIK). Средний возраст пациентов (25 человек, 30 глаз) составил $9,32 \pm 2,78$ года, среднее значение сферического эквивалента до операции составило $+1,25 \pm 0,17$ дптр., среднее значение цилиндра – $4,0 \pm 0,75$ дптр., среднее значение сферического эквивалента после операции составило – $0,23 \pm 0,14$ дптр., среднее значение цилиндра – $0,37 \pm 0,19$ дптр. и корригированная острота зрения составила $0,27 \pm 0,15$.

Методы исследования включали: авторефрактометрию, визометрию, периметрию, биомикроскопию, прямую и обратную офтальмоскопию, осмотр глазного дна с фундус-линзой, лазерную доплерографию в области надблоковой артерии (лазерный доплер Peri Flux 4001 Master, Швеция), электрофизиологические исследования (электроретинограф MBN, Россия). Исследование кровотока в области надблоковой артерии проводилось пациентам до, во время и после сеанса лечения с помощью лазерного доплера Peri Flux 4001 Master. Изучение влияния ретинальной стимуляции на сетчатку проводилось с помощью электроретинографа

MBN до и после лечения. Лазерный кератомилез выполняли на эксимерном лазере NIDEK 5000 (Япония).

Пациенты 1 и 3 группы проходили стимуляцию сетчатки разработанным нами ретинальным фотостимулятором с длиной волны на светодиодных каналах 425 ± 20 нм, 530 ± 20 нм, 570 ± 20 нм. Курс лечения составлял 10 процедур 1 раз в день в течение 4 минут на один глаз.

В качестве излучателей были использованы узкополосные мощные светоизлучающие диоды, работающие на длинах волн 0,43, 0,53 и 0,57 мкм, а в лазерном варианте стимулятора в зеленом канале 0,53 мкм светодиод заменялся на микрочип-лазер, излучающий на длине волны 0,531 мкм. Мощность излучателей в непрерывном режиме работы не превышала 1-2 мВт. Внешний вид ретинальных стимуляторов представлен на рис. 1.



Рис.1. Стимуляторы ретинальные (А-светодиодный СРС-1, Б-лазерный СРЛ-1). Устройство работает следующим образом. С помощью кнопочного терминала панели управления набираются необходимые временные параметры излучения: длительность импульса, длительность паузы между импульсами, длительность экспозиции, которые запоминаются в процессорном блоке. Установка параметров контролируется визуально на индикаторе. После запуска устройства на работу модулятор осуществляет модуляцию питания излучателей в частотно-импульсном режиме в соответствии с заданными временными параметрами в следующей повторяющейся последовательности: импульс зеленого света, импульс синего света, импульс желтого света и т.д. Устройство обеспечивает непрерывную или дискретную установку временных параметров излучения в следующих диапазонах: длительность светового импульса 0,01-1 с, длительность паузы между импульсами 0,01-1 с, время экспозиции 0-30 мин. Свет от излучателей, попадая на оптический узел переноса излучения, далее выходит из головки излучателей и падает на глаз пациента, который находится в непосредственной близости от выходного окна оптического узла головки.

Ниже представлены технические характеристики ретинальных импульсных стимуляторов.

Технические характеристики ретинальных стимуляторов.

1. Напряжение питающей сети переменного тока, В – 220 ± 20 .
2. Частота, Гц – 50 ± 5 .
3. Мощность, потребляемая прибором от сети, Вт – не более 10.
4. Длина волны светодиодных каналов, нм – 425 ± 20 , 530 ± 20 , 570 ± 20 , лазерного канала – 530 ± 10 .
5. Длительность экспозиции, мин. – 0-30.
6. Длительность светового импульса, сек. – 0,01-1,0.
7. Длительность (темновой) паузы между световыми импульсами, сек. – 0,01-1,0.
8. Масса, кг – не более 2,0.
9. Средний срок службы прибора, лет-5.

Пациентам 2 и 4 групп было проведено лечение путём воздействия гелий-неонового лазера с длиной волны-633 нм 10 дней 1 раз в день в течении 4 минут.

Результаты и обсуждение

Динамика изменений остроты зрения в результате лечения рефракционной амблиопии в первой группе представлена в таблице 1.

Таблица 1

Корригированная острота зрения у пациентов первой группы с рефракционной амблиопией до и после лечения методом селективной фотостимуляции

Степень амблиопии	Статистические показатели, $X \pm S_x$		
	Острота зрения до лечения	Острота зрения после лечения	Среднее повышение
Очень слабая, n = 17	$0,80 \pm 0,003$	$0,95 \pm 0,03^*$	$0,15 \pm 0,02$
Слабая, n = 36	$0,59 \pm 0,01$	$0,83 \pm 0,02^*$	$0,24 \pm 0,02$
Средняя, n = 28	$0,35 \pm 0,01$	$0,54 \pm 0,03^*$	$0,19 \pm 0,02$
Сильная, n = 20	$0,16 \pm 0,01$	$0,29 \pm 0,03^*$	$0,13 \pm 0,02$
Очень сильная, n = 16	$0,02 \pm 0,002$	$0,09 \pm 0,008^*$	$0,07 \pm 0,005$

*-здесь и далее значения достоверны ($p < 0,05$)

У пациентов первой группы после воздействия ретинального стимулятора острота зрения повысилась в 77,8% случаев (91 глаз). Следует отметить, что повышение остроты зрения наблюдали в пределах от 0,07 до 0,5 (в зависимости от степени амблиопии). Среднее повышение остроты зрения составило – $0,16 \pm 0,02$.

Результаты изменения остроты зрения до и после лечения рефракционной амблиопии во второй группе представлены в таблице 2.

Таблица 2

Корригированная острота зрения у пациентов второй группы с рефракционной амблиопией до и после гелий-неоновой стимуляции

Степень амблиопии	Статистические показатели, $X \pm Sx$		
	Острота зрения до лечения	Острота зрения после лечения	Среднее повышение
Очень слабая, n = 14	0,82±0,01	0,90±0,02*	0,08±0,01
Слабая, n = 33	0,58±0,02	0,69±0,02*	0,11±0,01
Средняя, n = 24	0,36±0,01	0,44±0,03*	0,09±0,02
Сильная, n = 18	0,16±0,01	0,21±0,02*	0,05±0,01
Очень сильная, n = 13	0,03±0,004	0,07±0,005*	0,04±0,004

У пациентов второй группы под воздействием гелий-неонового лазера острота зрения улучшилась лишь в 46,1 % случаев (47 глаз). Повышение остроты зрения колебалось в пределах 0,05-0,2, т.е. в 2,3 раза меньше чем у пациентов основной группы. Среднее повышение остроты зрения составило – 0,07±0,008.

Изменения среднего значения сферического эквивалента и цилиндра нами не выявлено.

У пациентов третьей группы после проведенного лечения в течении 10 дней острота зрения составила 0,82±0,21 (исходная корригированная острота зрения 0,29±0,18).

У пациентов четвертой группы после проведенного лечения в течении 10 дней острота зрения составила 0,37±0,18 (исходная корригированная острота зрения 0,27±0,15).

Известно, что в формировании центрального зрения принимает участие та часть сетчатки, где сосредоточена значительное количество колбочек-на 1 мм² их приходится 147 300 [25]. Кроме того, свое влияние на центральное зрение оказывают и оптические характеристики глаза, т.е. оптика глаза проявляет свойства пространственного селектора спектральных частот [13]. Изображение внешнего мира формируется на фоторецепторах сетчатки, прежде всего на колбочках желтого пятна сетчатки. В колбочках сетчатки человека обнаружены три типа фотопигментов [16,21,23,27] с максимумом спектрального коэффициента поглощения на длинах волн порядка 448, 528 и 567 нм [6]. Именно этот факт играет важную роль в механизме фоторецепции [10]. По-видимому, более выраженный результат повышения остроты зрения при селективной фотостимуляции, по сравнению с гелий-неоновой стимуляцией, может быть связан с тем фактом, что селективная фотостимуляция работает в диапазоне волн 425±20 нм, 530±20 нм, 570±20 нм близких к максимуму поглощения колбочкового аппарата сетчатки. Главная роль в формировании разных видов амблиопии согласно современным представлениям принадлежит сенсорной депривации вследствие рефракционных нарушений (в том числе и анизометропии), снижения прозрачности оптических сред или косоглазия с нарушением бинокулярного зрения в период созревания зрительной системы и становления зрительного восприятия как сложного интегративного процесса [20,26,28,30]. В результате экспериментальных исследований нейрофизиологи обнаружили морфофункциональные нарушения в зрительных центрах головного мозга – наружных колоччатых телах и стриарной коре, где развивается атрофия и функциональная несостоятельность нейронов, получающих вход от депривированного глаза [20,29]. По результатам клинических исследований (показателей зрительных вызванных потенциалов, электроэнцефалограммы) можно судить, что аналогичные изменения происходят в зрительных центрах мозга при амблиопии разного генеза и у человека [8,14,25,29]. Поскольку кровеносным сосудам принадлежит важная роль в обеспечении тканей

питательными веществами, предполагается, что снижение активности зрительных центров мозга у больных с амблиопией может сопровождаться нарушениями регионарной церебральной гемодинамики [12]. Известно, что при рефракционной амблиопии изменяются паттерновые зрительные вызванные потенциалы, отражающие нарушения пространственной контрастной чувствительности в низкочастотном диапазоне [15].

В поисках доказательств положительного действия селективной фотостимуляции, нами проведено изучение гемодинамики в области надблоковой артерии и зрительных потенциалов по данным электроретинограммы у 62 пациентов (124 глаза).

Изменения объема и скорости кровотока в области надблоковой артерии под влиянием селективной фотостимуляции приведены в таблице 3.

Таблица 3

Изменение объема и скорости кровотока у пациентов с рефракционной амблиопией в области надблоковой артерии под воздействием ретинального стимулятора

Показатели (M±m)	Исходные данные	1 минута воздействия	3 минута воздействия	2 минута отдыха	5 минута отдыха
Объем кровотока, ПЕ	62,63±1,58	68,09±2,20*	67,85±1,85*	70,83±2,43*	68,04±2,12*
Скорость кровотока, ПЕ	111,23±2,61	119,84±2,94*	118,80±2,75*	122,54±3,20*	124,77±3,56*

Как видно из приведенных выше данных, у пациентов с рефракционной амблиопией под воздействием селективной фотостимуляции максимальное увеличение объема и скорости кровотока произошло на 13,09% и 12,17% соответственно от исходного уровня.

Повышение объема и скорости кровотока не зависело от степени рефракционной амблиопии и возраста пациента.

Обращают на себя внимание результаты гелий-неоновой стимуляции у пациентов с рефракционной амблиопией. Гелий-неоновая стимуляция также приводит к увеличению объема и скорости кровотока в области надблоковой артерии (таблица 4).

Таблица 4

Изменение объема и скорости кровотока у пациентов с рефракционной амблиопией в области надблоковой артерии под воздействием гелий-неонового лазера

Показатели (M±m)	Исходные данные	1 минута воздействия	3 минута воздействия	2 минута отдыха	5 минута отдыха
Объем кровотока, ПЕ	64,98±1,67	70,07±1,86*	75,99±2,69*	79,75±2,38*	70,24±2,03*
Скорость кровотока, ПЕ	107,17±3,21	120,14±3,89*	136,93±3,47*	128,10±3,32*	118,70±3,24*

Нами установлено, что под воздействием гелий-неоновой стимуляции максимальное повышение объема и скорости кровотока происходит на 16,94% и 27,76% соответственно от исходного уровня.

Обращает на себя внимание тот факт, что изменение гемодинамики под влиянием гелий-неонового лазера преобладает более выраженное изменение объема и скорости кровотока, что, по-видимому, связано с максимумом спектрального коэффициента поглощения в области гемоглобина. При селективной

фотостимуляции максимум спектрального коэффициента поглощения находится в области фотопигментов колбочек желтого пятна сетчатки, чем, по-видимому, можно объяснить менее выраженное изменение гемодинамики.

Значительный интерес представляют результаты влияния селективной фотостимуляции на зрительные потенциалы (таблица 5).

Таблица 5

Изменение амплитуды зрительных потенциалов у пациентов с рефракционной амблиопией под воздействием ретинального стимулятора

Показатели (M±m)	До стимуляции	После курса стимуляции
волна. мкВ	136,88±3,98	153,95±4,97*
волна. мкВ	274,15±2,92	284,81±3,54*

Представленные в таблице данные свидетельствуют, что трехцветный стимулятор способствует более выраженному повышению зрительных потенциалов у пациентов с рефракционной амблиопией по сравнению с гелий-неоновым лазером (амплитуда ?-волны повышалась на 12,5%, амплитуда ?-волны – на 3,9% от исходных данных).

Данные ЭРГ после воздействия гелий-неонового лазера также свидетельствовали об изменении амплитуды зрительных потенциалов (таблица 6).

Таблица 6

Изменение амплитуды зрительных потенциалов у пациентов с рефракционной амблиопией под воздействием гелий-неонового лазера

Показатели (M±m)	До стимуляции	После стимуляции
волна, мкВ	146,23±3,17	155,18±3,23*
волна, мкВ	278,14±2,0	283,92±2,05*

Как видно из таблицы, через 10 сеансов гелий-неоновой стимуляции амплитуда ?-волны повышалась на 6,1%, а амплитуда ?-волны повышалась на 2,0% от исходных данных, что уступает по своей результативности данным, полученным после воздействия на сетчатку селективной фотостимуляции.

Побочных эффектов и осложнений во время проведения лечения и после него не выявлено. Корригированная острота зрения после лечения методом селективной фотостимуляции оставалась стабильной в течение всего срока наблюдения (6-12 месяцев). При отсутствии или снижении эффекта в единичных случаях после воздействия селективной фотостимуляции повторный курс лечения проводили через 3 месяца.

Оценивая полученные нами результаты повышения остроты зрения под влиянием селективной фотостимуляции, мы полагаем, что более выраженное стимулирующее воздействие ретинального стимулятора по-видимому, обусловлено прежде всего селективным механизмом и соответствием воздействия длин волн оптимальной зоне поглощения колбочкового аппарата, следствием чего является усиление гиперполяризации плазматической мембраны их наружного сегмента и возникновение выраженного адекватного сигнала, по сравнению с воздействием гелий-неонового лазера. Известно, что световое воздействие может изменять

пространственную структуру, прежде всего, мембран клеток и молекул белков-ферментов, ответственных за регуляцию биохимических процессов в сетчатой и сосудистой оболочках [9]. По-видимому, селективное фотостимулирующее воздействие приводит к изменению их регуляторных функций, что в свою очередь и обеспечивает более высокий терапевтический эффект, что позволяет нам рекомендовать врачам-офтальмологам данный метод лечения рефракционной амблиопии в амбулаторных условиях.

Выводы:

1. Селективная фотостимуляция сопровождается повышением остроты зрения у пациентов с рефракционной амблиопией в 77,8% случаев и является эффективным способом лечения данной патологии.
2. Селективное низкоинтенсивное излучение приводит к повышению объема и скорости кровотока в области надблоковой артерии на 13,09% и 12,17% соответственно у пациентов с рефракционной амблиопией.
3. Селективное низкоинтенсивное излучение выражено увеличивает амплитуду зрительных потенциалов на 12,5% и 3,9% по сравнению с исходным уровнем.
4. Селективная фотостимуляция в послеоперационном периоде (LASIK) позволяет повысить остроту зрения в 5,3 раза по сравнению с остротой зрения в группе пациентов, проходивших в послеоперационном периоде (LASIK) гелий-неоновую стимуляцию.

Литература

1. Арнаутов А.Г. Новый способ лечения рефракционной амблиопии и его эффективность: Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.08 / Харьков. ин-т усовершенствования врачей. – Харьков, 1985. – 20 с.
2. Белозеров А.Е. Контрастная чувствительность при амблиопии, абиотрофии и атрофии зрительного нерва у детей / А.Е. Белозеров, Е.В. Рогатина, Г.Л. Барсегян // Вестн. офтальмологии. – 1998. – №2. – С. 36-39.
3. Бирич Т.А., Чекина А.Ю., Марченко Л.Н. и др. Офтальмопатология у детей, проживающих на загрязненных территориях, участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС и контрольной группы населения // Актуальные вопросы медицины и новые технологии медицинского образования. Гомель, 2000г. Т. 1 С. 72-74.
4. Вязовский П.А. Лечение амблиопии специальными очками у детей с врожденной множественной миопической анизометропией / П.А. Вязовский П.А., И.И. Семеновых // Офтальмол. журн. – 1979. – № 1. – С. 4.
5. Горскова Е.Н. Распространенность рефракционной, анизометропической амблиопии у взрослых без косоглазия на фоне контактной коррекции / Е.Н. Горскова, Е.Н. Севастьянов // Офтальмол. журн. – 1990. – № 3. – С. 170-173.
6. Дзадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике. Пер. с англ. Под ред. Л.Ф. Артюмова. М., 1978.
7. Землянских Л.Г. Клиническая эффективность способов биоуправляемой терапии дисбинокулярной амблиопии с неправильной фиксацией / Л.Г. Землянских, В.И. Баранов // Тр. междунар. симп. / Моск. НИИ глазных болезней им. Гельмгольца. – М., 2001. – С. 179.

8. Зислина Н.Н. Нейрофизиологические механизмы нарушения зрительного восприятия у детей и подростков. – М.: Педагогика, 1987.
9. Мостовников В.А. Фотофизические механизмы и эффективность лечебного действия низкоинтенсивного лазерного излучения. Сборник статей. 23, Гродно, 2001.
10. Островский М.А. Клиническая физиология зрения. М., Русомед, 1993.
11. Пеньков М.А. Результаты лазерной ретинометрии при рефракционной амблиопии, вызванной астигматизмом / М.А. Пеньков, А.Г. Арнаутов // Офтальмол. журн. – 1984. – № 5. – С. 278-280.
12. Слободяник С.Б., Пономарчук В.С., Лавренко А.Н. Особенности гемодинамики мозга у больных амблиопией и ее изменение под воздействием фосфен-электростимуляции // Офтальм. журнал – 1998.-№ 6. – С.418-423.
13. Физиология сенсорных систем. Под ред. А.С. Батуева. Ленинград: медицина, 1976.
14. Фильчикова Л.И., Новикова Л.А. Вызванные потенциалы при восстановлении зрения у детей с разной степенью амблиопии // Вестник офтальм. – 1989. – Т. 105.- № 2. – С.51-54.
15. Шпак А.А. Зрительные вызванные потенциалы у больных с рефракционной амблиопией при высокой близорукости // Вестник офтальм. – 1996.-№ 5. – С.19-21.
16. Brown P., Wald G. Visual pigments in single rods and of the human retina. Science, 1964, Vol. 144, №3614, P. 45-46.
17. Duke-Elder S., Wybar K. Ocular Motility and Strabismus, P. 294, St. Louis, CV Mosby, 1973.
18. Enzenauer RW. The efficacy of photoscreening for amblopiagenic factors in a high risk population. Binocul Vis Strabismus Q. 2003 Winter;18(4):233-40.
19. He M, Zeng J, Liu Y, Xu J, Pokharel GP, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in urban children in southern china. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2004 Mar;45(3):793-9.
20. Hubel D.H. Effects of deprivation on the visual cortex of cat and monkey, Harvey Lectures, Series 72, Academic Press. – New York, 1978. – P. 1-59.
21. Marks W., Dobbelle W., Mac Nichol E. Visual pigments of single primate cones. Science, 1964, Vol. 143, №3611, P. 1181-1183.
22. Mayer D.L. Assessment of vision and amblyopia by preferential looking tests after early surgery for unilateral congenital cataracts / D.L. Mayer, B. Moore, R.M. Robb // J. Pediatr. Ophthalm. Strabismus. – 1989. – Vol. 26, № 2. – P. 61-68.
23. Mollon J.D. Color vision. Am. Res. Psychol., 1982, Vol. 33, P. 41-85.
24. Naidoo KS, Raghunandan A, Mashige KP, Govender P, Holden BA, Pokharel GP, Ellwein LB. Refractive error and visual impairment in African children in South Africa. Invest Ophthalmol Vis Sci. 2003 Sep;44(9):3764-70.
25. Osterberg G. Topography of the layer of rods and cones in human retina. Acta Ophthalmol. (suppl.) 6:1, 1935.
26. Pediatric Ophthalmology and Strabismus. Basic and Clinical Science Course, Section 6, 1993-1994. – P. 227-229.
27. Rushton W. The cone pigments of the human fovea in color blind and normal. Visual problems of color. London, 1957, Vol. 1, P. 71-78.
28. Saw SM, Husain R, Gazzard GM, Koh D, Widjaja D, Tan DT. Causes of low vision and blindness in rural Indonesia. Br J Ophthalmol. 2003 Sep;87(9):1075-8.

29. Von Noorden G.K. // Brit. J. Ophthalm. – 1974. – 58. – 3. – P. 158-164.
30. Von Noorden G.K. // Klin. Mbl. Augenheilk. – 1978. – V. 173. – N 4. – P. 464-469.