ISSN 2312-4725

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОФТАЛЬМОЛОГИИ

Научно-практический журнал

Выходит с 2014 года
Элетронная версия www.eyepress.ru

№ 2 (22)
2018

Новые технологии диагностики и лечения в офтальмологии

Общество офтальмологов России
ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Куликова И.Л.[1], Чапурин Н.В.[1], Пикусова С.М.[2], Терентьева А.Е.[2]

Анализ пространственной контрастной чувствительности и аберраций высшего порядка у детей с гиперметропией после ФемтоЛАЗИК с применением фемтосекундной системы «ФемтоВизум»

[1] *Чебоксарский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Чебоксары;*

[2] *ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашской Республики, Чебоксары*

РЕФЕРАТ

Цель. Предварительный анализ аберраций высшего порядка (НОА) и пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ) у детей с гиперметропией средней и высокой степени до и после лазерного in situ кератомилеза с фемтолазерным сопровождением (ФемтоЛАЗИК) с применением фемтосекундной системы «ФемтоВизум».

Материал и методы. В настоящее исследование вошли 52 пациента, разделенные на 2 группы: в 1 группу вошли дети с гиперметропией высокой степени (33 пациента), во 2 группу – дети с гиперметропией средней степени (19 пациентов). Всем пациентам был выполнен ФемтоЛАЗИК на амблиопичном глазу после безуспешного лечения традиционными методами. Операцию выполняли по усовершенствованной технологии с помощью эксимерного лазера «Микроскан» 500 Гц (Россия, Троицк) и фемтосекундного лазера «ФемтоВизум» 1МГц (Троицк, Россия) в сопровождении общей комбинированной анестезии.

Результаты. Через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК в 1-й группе некорригированная острота зрения (НОЗ) составила 0,15 {0,1; 0,2} (p<0,002), корригированная острота зрения (КОЗ) составила 0,2 {0,15; 0,3} (p<0,002), во 2-й – 0,15 {0,1; 0,2} (p<0,005) и 0,2 {0,15; 0,4} (p<0,009) соответственно. В фотопических и мезопических условиях освещенности на низких, средних и высоких частотах диагностировано повышение ПКЧ у всех пациентов в среднем на 0,84 и 0,62 логарифм/ед (pw>0,05). В послеоперационном периоде было выявлено статистически не значимое увеличение аберраций высшего порядка по сравнению с исходными данными, кроме сферической аберрации, которая увеличилась и поменяла знак на отрицательный (pw<0,05) и аберрации третьего порядка Coma во 2-й группе, которая увеличилась на 0,470 мкм (pw<0,05).

Заключение. Незначительное увеличение аберраций высшего порядка и повышение качества зрения у всех пациентов обусловлено усовершенствованной техникой операции и использованием современной фемтосекундной лазерной технологии для коррекции гиперметропии.

Ключевые слова: *аберрации высшего порядка, пространственная контрастная чувствительность, ФемтоЛАЗИК, гиперметропия.*

АКТУАЛЬНОСТЬ

Известно, что анизометропическая амблиопия имеет распространенность от 2 до 5% среди детей, причем амблиопия чаще встречается и более выражена у пациентов с гиперметропической анизометропией, чем у пациентов с миопической анизометропией [1]. По данным литературы, анализ лазерной коррекции гиперметропии у детей встречается редко [4,10].

Кераторефракционная операция, исправляя аберрации низшего порядка, индуцирует аберрации высшего порядка, оказывая влияние на зрительные функции и качество зрения. Тесты пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ) до рефракционной операции помогают выявить уже имеющиеся проблемы с состоянием зрительных функций при высокой остроте зрения, что особенно важно для взрослых пациентов, не имеющих амблиопию. Исследуя ПКЧ, мы измеряем непосредственно качество зрения, его потенциальный прирост после операции и функциональное влияние аберраций и светорассеяния на оптическую систему в целом. Для детей с рефракционной и анизометропической амблиопией изначально характерно снижение ПКЧ на высоких и средних частотах, а при высокой степени амблиопии встречается снижение ПКЧ на низких частотах [1]. Оптические аберрации обеспечивают информацию не только о рефракционном статусе глаза после кераторефракционной операции, но и о качестве оптических поверхностей, формируемых лазерным оборудованием, поэтому качество зрения после любого рефракционного вмешательства определяется величиной индуцированных операций НОА, что является одним из критериев безопасности вмешательства.

ЦЕЛЬ

Предварительный анализ аберраций высшего порядка (НОА) и ПКЧ у детей с гиперметропией средней и высокой степени до и после лазерного

in situ кератомилеза с фемтолазерным сопровождением (ФемтоЛАЗИК) с применением фемтосекундной системы «ФемтоВизум».

Материал и методы

В настоящее исследование вошли 52 пациента с гиперметропической анизометропией и амблиопией на худшем глазу. Пациенты были разделены на 2 группы: в 1-ю группу вошли дети с гиперметропией высокой степени (33 пациента), во 2-ю группу – дети с гиперметропией средней степени (19 пациентов). Средний возраст пациентов в обеих группах составил 9,4 ± 2,7 лет (от 5 до 15 лет). Всем пациентам по медицинским показаниям, при отсутствии эффекта от традиционных методов лечения, была выполнена рефракционная операция ФемтоЛАЗИК на амблиопичном глазу. Целью операции являлось уменьшение степени гиперметропии, устранение анизометропии и создание рефракционного баланса с ведущим парным глазом. Всего было прооперированно 26 мальчиков и 26 девочек, 21 правый и 31 левый амблиопичный глаз.

Всем пациентам проводили полное обследование, необходимое для выполнения кераторефракционной операции [2]. Визоконтрастометрия – определение ПКЧ, выполнялась с помощью автоматизированного тестера контрастного зрения Takagi CGT-1000 (Япония) в условиях пониженного контраста (10 кандел/м^2) или мезопических условиях (Light off), и при интенсивной засветке (10000 кандел/м^2) встречным светом (Light on). Обследование проводилось монокулярно в очках с расстояния 350 мм, тестовое изображение мишени представлялось 9 раз в каждом режиме, диаметр мишени составлял 48,5; 30,6; 19,3; 12,2; 7,7 мм. Для шести исследуемых частот на 12 уровнях контрастного порога, значения углового размера мишени составляли 6,3 (нижние частоты); 4,0; 2,5; 1,6 (средние частоты); 1,0; 0,7 (высокие частоты) градусов, интервал мерцания мишени – 2 сек, время экспозиции мишени – 0,2 сек. Показатели контрастной чувствительности вычислялись по формуле ПКЧ = 1/контрастный порог и выражались в *логарифмических единицах.* Для определения аберрации использовался – аберрометр L80 Wave+ (Франция). Исследование НОА выполнялось в естественных условиях. Всем пациентам проводилась электроретинография (ЭРГ) в сочетании с электроокулографией (ЭОГ) и исследованием зрительных вызванных потенциалов (ЗВП) для исключения патологических процессов в зрительной системе (дистрофии сетчатки, атрофии зрительного нерва).

Все исследования и лечение были выполнены после подписания информированного согласия родителями детей и в соответствии с этическими нормами Хельсинской Декларации. Гиперметропический ФемтоЛАЗИК выполняли по усовершенствованной технологии [3] с диаметром клапана роговицы 9,2-9,3 мм, оптической 6,5 и переходной зонами 2,7-3,0 мм с помощью эксимерного лазера «Микроскан» 500 Гц (Троицк, Россия) и фемтосекундного лазера «ФемтоВизум» 1МГц (Троицк, Россия) в сопровождении общей комбинированной анестезии. У всех пациентов в анамнезе – отсутствие эффекта от традиционного лечения амблиопии худшего глаза в сроки от 6 мес. до 2-3 лет. Общий период наблюдения составил 6 месяцев, в течение которых не все дети смогли пройти обследование и курс консервативного лечения амблиопии – в 1-й группе обследованы 19 пациентов, в 2-й группе – 11 пациентов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ Statistica 10 («StatSoft», США) и Microsoft Office Excel 2007 («Microsoft», США) и согласно стандартам рефракционной хирургии [11]. Переменные были проверены на нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова. Учитывая малое количество наблюдений и отсутствие подчинения данных закону нормального распределения, использовались следующие показатели описательной статистики – число наблюдений (n), медиана (Me), верхний и нижний квартили {P_{25} – P_{75}}. Для сравнения данных до и после операции применялся непараметрический критерий Вилкоксона для зависимых выборок. Различия между показателями выборок считали достоверными при уровне значимости меньше 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Операция и послеоперационный период прошли без особенностей. Стабилизация рефракции, связанная с процессом ремоделирования хирургически изменённой формы роговицы, происходила у детей в течение 6-8 месяцев. Некорригированная острота зрения (НОЗ) амблиопичного глаза до операции в 1 группе составила 0,05 {0,05; 0,1}, корригированная острота зрения (КОЗ) 0,1 {0,1; 0,2}. Во 2 группе НОЗ амблиопичного глаза до операции составила 0,12 {0,05; 0,2}, КОЗ 0,15 {0,1; 0,4}. Сферический компонент рефракции амблиопичного глаза в 1 группе до операции составлял 5,75 {4,5; 6,5}, во 2 группе 3,5 {2,25; 4,0}дптр. Цилиндрический компонент в 1 группе составлял -0,87 {-0,75; 0,0}, во 2 группе -1,0 {-1,5; 0,75} дптр. Данные парного ведущего глаза в группах были близки к эмметропии.

Через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК в 1 группе НОЗ составила 0,15 {0,1; 0,2} ($p<0,002$), КОЗ составила 0,2 {0,15; 0,3} ($p<0,002$). Через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК во 2 группе НОЗ составила 0,15 {0,1; 0,3} ($p<0,005$), КОЗ составила 0,2 {0,15; 0,4} ($p<0,009$). Сферический компонент рефракции в 1 группе через 6 мес. составил 1,0 {0,0; 2,0}, цилин-

дрический компонент 0,0 {-0,75; 0,0} дптр. Сферический компонент рефракции во 2 группе через 6 мес. составил 0,0 {0,0; 1,0}, цилиндрический компонент -0,25{-0,5; 0,0}дптр.

НОА третьего порядка (Trefoil и Coma) в 1-й группе после ФемтоЛАЗИК увеличились в среднем на 0,435 мкм, из них Coma – на 0,325 мкм, однако изменения данных НОА третьего и четвертого порядка после операции по отношению к исходным значениям были статистически недостоверны (p_w>0,05). НОА четвертого порядка (сферическая аберрация) увеличилась на 0,725 мкм и сменила знак на отрицательный (p_w=0,005). НОА третьего порядка во 2-й группе после ФемтоЛАЗИК увеличились в среднем на 0,540 мкм, из них Coma – на 0,470 мкм, изменение было статистически достоверно по отношению к исходным данным (p_w<0,05). Сферическая аберрация увеличилась на 0,920 мкм и сменила знак на отрицательный (p_w=0,027). Данные по изменению НОА у детей в группах до и после ФемтоЛАЗИК представлены в *таблице 1.*

Через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК в 1-й группе в фотопических условиях (при засвете) на нижних частотах ПКЧ увеличилась на 0,20 (p_w <0,05), на средних частотах – 0,47, на высоких частотах – 0,13 логарифм/ед. по сравнению с исходными данными; в мезопических условиях (при пониженном контрасте) на нижних частотах ПКЧ увеличилась на 0,20, на средних – 0,46 логарифм/ед, на высоких частотах – не изменилась. Во 2-й группе в фотопических условиях на нижних частотах ПКЧ увеличилась на 0,12, на средних частотах – 0,76 логарифм/ед., на высоких частотах – не изменилась; в мезопических условиях на нижних частотах ПКЧ увеличилась на 0,12, на средних – 0,27, на высоких частотах – 0,25 логарифм/ед. Отмечены несколько более высокие исходные значения ПКЧ во 2-й группе.

Данные по изменению ПКЧ в группах до и после ФемтоЛАЗИК представлены в *таблице 2.*

Таким образом, в настоящем исследовании у всех пациентов, прошедших обследование, через 6 мес. после ФемтоЛАЗИК получено достоверное повышение КОЗ и НОЗ: в 1-й группе на 0,10 и 0,11 и во 2-й группе на 0,06 и 0,08 соответственно. Из НОА наиболее значимо изменилась Coma в первой и второй группах на 0,325 мкм и на 0,470 мкм соответственно. При этом во 2-й группе это изменение было статистически значимо (p_w<0,05). Общеизвестно, что имеется прямая зависимость оптических аберраций глаза от величины корригируемой аметропии, и такого результата скорее следовало ожидать в 1-й группе. В обеих группах применялся усовершенствованный профиль гиперметропической абляции с расширением зон воздействия, что способствует уменьшению индуцированной комы (наиболее значимо влияющей на изменение зрительных функций). Мы полагаем, что величина выборки во 2-й группе мала и необходимы дальнейшие исследования. Также статистически значимо изменилась сферическая аберрация в 1-й и 2-й группах – на 0,725 мкм и на 0,920 мкм соответственно (p_w<0,05) и сменила знак на отрицательный. Это согласуется с литературными данными [5]. Незначительное увеличение аберраций высшего порядка в настоящем исследовании обусловлено усовершенствованной техникой операции и использованием фемтосекундных технологий.

Таблица 1

Данные по аберрациям высшего порядка (НОА) у пациентов в группах до и через 6 мес. после ФемтоЛАЗИК (Me, {P_{25} – P_{75}}, мкм)

	1-я группа (гиперметропия высокой степени)			2-я группа (гиперметропия средней степени)		
	НОА до операции (n=33)	НОА через 6 месяцев (n=19)	p_w	НОА до операции (n=19)	НОА через 6 месяцев (n=11)	p_w
Z3/-3 Trefoil	0,000 {-0,120; 0,080}	0,015 {-0,080; 0,230}	0,221	-0,105 {-0,160; 0,020}	-0,130 {-0,330;-0,060}	0,916
Z3/+3 Trefoil	0,000 {-0,060; 0,080}	0,035 {-0,070; 0,160}	0,838	-0,075 {-0,160; 0,050}	-0,160 {-0,180; -0,080}	0,093
Z3/-1 Coma	0,080 {-0,030; 0,170}	-0,395 {-0,730; 0,060}	0,139	0,170 {0,100; 0,440}	-0,130 {-0,620; 0,520}	0,046
Z3/+1 Coma	-0,040 {-0,210; 0,130}	-0,050 {-0,595; 0,215}	0,798	-0,120 {-0,260; -0,050}	0,630 {0,270; 0,970}	0,027
Z4/0 S/Ab	0,010 {-0,060; 0,070}	-0,735 {-1,280; -0,475}	0,005	0,030 {-0,040; 0,150}	-0,890 {-1,020; -0,470}	0,027

Примечание: n-количество глаз, p_w – непараметрический критерий для сопряженных групп Уилкоксона. Различия между выборками считали достоверными при p_w< 0,05.

Таблица 2

Данные по пространственной контрастной чувствительности (ПКЧ) у пациентов в группах до и через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК (Me, {P_{25} – P_{75}}, логарифм/ед.)

	1-я группа (гиперметропия высокой степени)			2-я группа (гиперметропия средней степени)		
	Light on до операции (n=33)	**Light on через 6 мес. (n=19)**	**p_w**	**Light on до операции (n=19)**	**Light on через 6 мес. (n=11)**	**p_w**
Light on 6,3	1,20 {0,79; 1,52}	1,40 {1,14; 1,60}	< 0,035	1,40 {1,09; 1,52}	1,52 {1,52; 1,52}	< 0,685
Light on 4,0	1,09 {0,79; 1,40}	1,40 {1,14; 1,52}	< 0,009	1,20 {0,95; 1,40}	1,52 {1,40; 1,69}	< 0,592
Light on 2,5	0,95 {0,49; 1,20}	0,95 {0,87; 1,40}	< 0,085	0,95 {0,79; 1,20}	1,40 {1,20; 1,40}	< 0,224
Light on 1,6	0,63 {0,36; 0,95}	0,79 {0,63; 1,14}	< 0,078	0,79 {0,36; 1,09}	0,79 {0,79; 0,95}	< 0,142
Light on 1,0	0,36 {0,36; 0,79}	0,49 {0,36; 0,71}	< 0,627	0,49 {0,36; 0,79}	0,49 {0,49; 0,63}	< 0,142
Light on 0,7	0,36 {0,36; 0,36}	0,36 {0,36; 0,49}	< 0,694	0,36 {0,36; 0,49}	0,36 {0,34; 0,49}	< 0,418
	Light off до операции (n=33)	**Light off через 6 мес. (n=19)**	**p_w**	**Light off до операции (n=19)**	**Light off через 6 мес. (n=11)**	**p_w**
Light off 6,3	1,20 {0,79; 1,69}	1,40 {1,14; 1,52}	< 0,434	1,40 {1,09; 1,52}	1,52 {1,40; 1,69}	< 0,892
Light off 4,0	1,20 {0,79; 1,40}	1,20 {1,02; 1,40}	< 0,306	1,40 {0,95; 1,52}	1,40 {1,20; 1,40}	< 0,916
Light off 2,5	0,79 {0,49; 1,20}	1,09 {0,79; 1,20}	< 0,465	1,09 {0,95; 1,40}	1,20 {1,09; 1,20}	< 0,345
Light off 1,6	0,63 {0,36; 0,95}	0,79 {0,56; 0,95}	< 0,649	0,79 {0,63; 1,20}	0,95 {0,79; 1,09}	< 0,345
Light off 1,0	0,49 {0,36; 0,79}	0,49 {0,35; 0,71}	< 0,808	0,49 {0,36; 0,79}	0,63 {0,49; 0,79}	< 1,000
Light off 0,7	0,36 {0,36; 0,63}	0,36 {0,36; 0,42}	< 0,172	0,36 {0,34; 0,36}	0,49 {0,36; 0,49}	< 0,686

Примечание: n – количество глаз, p_w – непараметрический критерий для сопряженных групп Уилкоксона. Различия между выборками считали достоверными при p_w< 0,05.

На низких, средних и высоких частотах в фотопических и мезопических условиях освещенности получено повышение ПКЧ у всех пациентов в диапазоне от 0,80 до 0,88 (в среднем на 0,84) логарифм/ед. и от 0,60 до 0,64 (в среднем 0,62) логарифм/ед соответственно. Качество зрения было повышено у всех пациентов после ФемтоЛАЗИК, хотя данные и не отличались статистически значимо от исходных. По нашему мнению, это обусловлено отсутствием консервативного лечения амблиопии у части пациентов, а также тем, что 6 мес. после операции – это слишком малый срок для подведения итогов по изменению ПКЧ у детей с амблиопией.

Lee S.H. и Chang J.W. (2014) [7] провели ряд исследований по изучению взаимосвязи между НОА и лечением амблиопии при гиперметропической анизометропии в сочетании с амблиопией. Авторами был осуществлен ретроспективный анализ лечения амблиопии у 45 пациентов с гиперметропической анизометропией, средний возраст больных составил 5,9 лет (от 3,8 до 14,3 лет). Дети с гиперметропией слабой степени составили 53,3%, средней степени – 46,7%. У всех пациентов на амблиопичном глазу сферический эквивалент (СЭ) составил в среднем 2,24±0,72 (от 1,00 до 3,50). Значимые различия не были обнаружены в значениях НОА между группами детей с гиперметропией слабой и средней степеней. Исходные значения общих НОА на амблиопичных глаза составили в среднем 0,470 мкм, Trefoil – 0,220 мкм, Coma – 0,180 мкм и сфери-

ческая аберрация – 0,150 мкм, что в целом согласуется с нашими дооперационными данными.

Hiraoka T. et al. (2013) [6] проводили изучение влияния циклоплегии с местным закапыванием атропина на аберрации высшего порядка у 23 пациентов с гиперметропией в возрасте от 3 до 12 лет (в среднем 5,7 лет). НОА оценивались до и после циклоплегии, достигаемой путем местной инстилляции 1% раствора атропина 2 раза в день в течение 1 недели. Циклоплегия с атропином значительно увеличивала СЭ от +1,92±1,53 до +3,10±1,61 (p<0,01). НОА значительно увеличились с 0,282±0,086 до 0,316±0,087 мкм для Coma (p=0,02), от 0,169±0,058 до 0,192±0,076 мкм для сферических аберраций (p=0,01), от 0,333±0,093 до 0,377±0,095 мкм для общих НОА. Роговичные НОА не изменились после циклоплегии. Авторы сделали вывод, что физиологический тонус аккомодации играет роль в улучшении качества изображения на сетчатке за счет уменьшения НОА. В нашем исследовании НОА измерялись в естественных условиях до и после операции.

Известно, что сферическая аберрация значимо связана с длиной переднезадней оси глаза, причем более длинные глаза имеют меньшие значения сферической аберрации [8]. Neroev V.V. et al. (2017) [9] сравнивали НОА при гиперметропии и миопии: из 46 пациентов в возрасте 5-20 лет (средний возраст 11,6±0,6) в 53 гиперметропических глазах сферический эквивалент составил +3,1±1,15 дптр, в 39 миопических -5,2±1,5 дптр. Авторы показали, что общие НОА, vertical Trefoil и Coma были достоверно выше при миопии по сравнению с гиперметропией.

Дога А.В. с соавт. (2006) [2] проводили исследование НОА при коррекции аметропий у детей и подростков методом ЛАЗИК: обследовано 43 пациента в возрасте 7-17 лет (средний возраст 14,5±2,7 лет). Количественную оценку уровня оптических аберраций проводили на приборе OPD-scan фирмы NIDEK (Япония). Все пациенты были разделены на основную группу (19 человек, 30 глаз), в которой проводилась эксимерлазерная коррекция аметропий, и контрольную группу (24 человека, 44 глаза) с эмметропией. Основная группа была разделена на подгруппы в зависимости от вида клинической рефракции: в 1 подгруппу вошли дети с миопией средней степени, сочетающуюся с анизометропией, во 2 – с гиперметропией слабой и средней степени, сочетающейся с анизометропией. Средние значения сфероэквивалента рефракции во 2-й группе составляли +2,25±0,89 дптр, средний уровень аберраций высшего порядка составил 0,398±0,138. НОА возросли в среднем в 2 раза после ЛАЗИК в обеих подгруппах, однако у детей с гиперметропической рефракцией увеличилась Coma на 0,3 мкм и Trefoil на 0,4 мкм. По мнению авторов, увеличение НОА в обеих группах значимо не повлияло на конечный функциональный результат.

В настоящем исследовании, через 6 мес. после коррекции гиперметропии на амблиопичном глазу методом ФемтоЛАЗИК отмечено увеличение НОА. Однако, в целом, эти изменения не отличаются статистически значимо от исходных данных, кроме сферической аберрации, увеличение которой и смена знака на отрицательный, являются характерными признаками гиперметропической лазерной коррекции. У всех пациентов повысилась острота и качество зрения, хотя значения ПКЧ и не отличались статистически значимо от исходных данных. Для окончательных выводов необходимы дальнейшие исследования.

ВЫВОДЫ

1. Через 6 месяцев после ФемтоЛАЗИК отмечено статистически значимое повышение НОЗ и КОЗ в сравнении с дооперационными показателями (p_w<0,05).

2. В фотопических и мезопических условиях освещенности на низких, средних и высоких частотах диагностировано повышение простран-ственной контрастной чувствительности у всех пациентов в среднем на 0,84 и 0,62 логарифм/ед (p_w>0,05).

3. В послеоперационном периоде было выявлено статистически не значимое увеличение аберраций высшего поряд¬ка по сравнению с исходными данными, кроме сферической аберрации, которая увеличилась и поменяла знак на отрицательный (p_w<0,05) и аберрации третьего порядка Coma во 2-й группе, которая увеличилась на 0,470 мкм (p_w<0,05).

4. Незначительное увеличение аберраций высшего порядка и повышение качества зрения у всех пациентов обусловлено усовершенствованной техникой операции и использованием фемтосекундных лазерных технологий в коррекции гиперметропии.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аветисов Э.С., Ковалевский Е.И., Хватова А.В.* Руководство по детской офтальмологии. – М.: Медицина, 1987. – 497 с.
2. *Дога А.В., Кишкин Ю.И., Антонова Е.Г., Костюченкова Н.В.* Исследование волнового фронта при коррекции аметропий у детей и подростков методом Лазик // Детская офтальмология: итоги и перспективы. – М., 2006. – С. 206-207.
3. Патент РФ № 2369369. Способ хирургического лечения гиперметропической анизометропии у детей / Паштаев Н.П., Куликова И.Л. ; заявитель и патентообладатель ФГУ МНТК «Микрохирургия глаза» им.акад. С. Н. Федорова»; заявл. 23.04.2008; опубл. 10.10.2009 // Бюл. – 2009. – № 28. – 7 с.

4. *Alió J.L., Wolter N.V., Piñero D.P. et al.* Pediatric refractive surgery and its role in the treatment of amblyopia:meta-analysis of the peer-reviewed literature // J. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 27, № 5.– P. 364-374.
5. *Arbarran-Diego C.* Corneal aberration changes after hyperopic LASIK: a comparison between the VISX Star S2 and the Asclepion-Meditec Mel 70G Scan excimer lasers / Arbarran-Diego C., Munoz G. // J. Refract. Surg. – 2006. – Vol. 22. – P. 34-42.
6. *Hiraoka T., Miyata K., Nakamura Y., Miyai T., Ogata M., Okamoto F., Oshika T.* Influences of cycloplegia with topical atropine on ocular higher-order aberrations // Ophthalmology. – 2013. – Vol. 120, № 1. – P. 8-13.
7. *Lee S.H., Chang J.W.* The relationship between higher-order aberrations and amblyopia treatment in hyperopic anisometropic amblyopia // Korean. J. Ophthalmol. – 2014. – Vol. 28, № 1. – P.66-75.
8. *Little J.A., McCullough S.J., Breslin K.M., Saunders K.J.* Higher order ocular aberrations and their relation to refractive error and ocular biometry in children // Invest. Ophthalmol. Vis. Sci. – 2014. – Vol. 55, № 8. – P. 4791-800.
9. *Neroev V.V., Tarutta E.P., Arutyunyan S.G., Khandzhyan A.T., Khodzhabekyan N.V* Wavefront aberrations and accommodation in myopes and hyperopes // Vestn. Oftalmol. – 2017. – Vol.133, №2. – P. 5-9.
10. *Utine C.A., Cakir H., Egementoglu A., Perente I.* LASIK in children with hyperopic anisometropic ambliopia // J. Refract. Surg. – 2008. – Vol.24, №5. – P. 464-472.
11. *Waring G.O.,Reinstein D.Z., Dupps W.J.et al.* Standardized Graphs and Terms for Refractive Surgery Results // J. Refract. Surg. – 2011. – Vol. 27, №1. – P. 7-9. DOI:10.3928/1081597X-20101116-01.