

ПРОБЛЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РЕФРАКЦИОННОГО ЭФФЕКТА ПРИ ФЕМТОЛАЗЕРНОЙ КОРРЕКЦИИ ГИПЕРМЕТРОПИИ СРЕДНЕЙ И ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ

Фролова Т.Н.¹, Хлебникова Л.С.¹

¹Иркутский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Иркутск, e-mail: t.grebenuk@rambler.ru

Целью исследования было оценить долгосрочный рефракционный эффект технологии Фемтоласик в коррекции гиперметропии средней и высокой степени, ассоциированной с гиперметропическим астигматизмом. В исследование были включены 68 пациентов (68 глаз) от 17 до 42 лет ($26,12 \pm 4,89$), соотношение женщин: мужчин – 40%: 60%. Критерий включения: наличие гиперметропической рефракции средней и высокой степени от 3,75 до 9,0 дптр ($6,48 \pm 1,1$) и гиперметропического астигматизма от 0,5 до 6,0 дптр ($2,47 \pm 1,5$). Операция Фемтоласик проводилась по стандартной технологии, где первым этапом выполнялось формирование роговичного лоскута с помощью фемтолазера VisuMax с использованием быстрого режима (180 нДж, spot distance 4,5 мкм), вторым этапом проводилась абляция роговицы на эксимерном лазере MEL 80. В первые сутки после операции в 54% случаев (37 глаз) была получена миопическая рефракция от 0,25 до 3,0 дптр, в 29,8% случаев (20 глаз) сохранялась гиперметропия в пределах от +0,25 до +1,75 дптр, в 16,2% случаев (11 глаз) была достигнута эметропия. Через 12 месяцев в 67,6% случаев (46 глаз) преобладала гиперметропическая рефракция от 0,5 до 4 дптр, миопия сохранялась в 21,6% случаев (15 глаз) от 0,5 до 1,25 дптр, эметропия – в 10,8% случаев (7 глаз). Операция Фемтоласик является высокоэффективной в коррекции гиперметропии средней и высокой степени в сочетании с гиперметропическим астигматизмом.

Ключевые слова: Фемтоласик, гиперметропия, гиперметропический астигматизм.

THE PROBLEM OF PREDICTING THE REFRACTIVE EFFECT IN FEMTOSECOND LASER CORRECTION OF MEDIUM AND HIGH HYPEROPIA

Frolova T.N.¹, Khlebnikova L.S.¹

¹Irkutsk Branch of S.N. Fyodorov «Eye Microsurgery» Federal State Institution, Ministry of health of Russia, Irkutsk, e-mail: t.grebenuk@rambler.ru

The aim of the study was to evaluate the long-term refractive effect of Femto Lasic technology in the correction of moderate to high hyperopia associated with hypermetropic astigmatism. The study included 68 patients (68 eyes) aged 17 to 42 years (26.12 ± 4.89), the ratio of women: men - 40%: 60%. Inclusion criteria: moderate to high hypermetropic refraction from 3.75 to 9.0 dpdr (6.48 ± 1.1) and hypermetropic astigmatism from 0.5 to 6.0 dpdr (2.47 ± 1.5). The Femto Lasic operation was performed according to the standard technology, where the first stage was the formation of a corneal flap using a VisuMax femtolaser using a fast mode (180 nJ, spot distance 4.5 μm), and the second stage was corneal ablation using a MEL 80 excimer laser. On the first day after the operation, in 54% of cases (37 eyes), myopic refraction from 0.25 to 3.0 dpdr was obtained, in 29.8% (20 eyes), hyperopia was preserved in the range from +0.25 to +1.75 dpdr, in 16.2% of cases (11 eyes), emmetropia was achieved. After 12 months, hypermetropic refraction from 0.5 to 4 dpdr prevailed in 67.6% (46 eyes), myopia persisted in 21.6% (15 eyes) from 0.5 to 1.25 dpdr, and emmetropia prevailed in 10.8% (7 eyes). Femto Lasik is highly effective in the correction of medium and high hyperopia associated with hypermetropic astigmatism.

Keywords: Femto Lasik, hyperopia, hypermetropic astigmatism.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) 2016 г., во всем мире приблизительно 1,3 млрд человек имеют различные виды аметропии, при этом частота встречаемости гиперметропии среди популяции колеблется от 34% до 66%. Данный вид рефракции А.И. Балашевич и другие авторы относят к аберрациям низкого порядка [1–3].

Установлено, что наличие слабой рефракции ведет к снижению качества зрения даже у пациентов молодого возраста. Выполнение задач по получению отчетливого ретинального изображения сопровождается формированием привычного избыточного напряжения аккомодации, в большинстве случаев – амблиопии, косоглазия, астенопических и психоэмоциональных нарушений. Все это определяет стремление пациентов к адекватной коррекции данного вида аметропии.

Эра рефракционной хирургии гиперметропии началась с предложенной С.Н. Федоровым термокератоластики (ТКК), за ней последовали лазерная термокератоластика (ЛТК) и фоторефракционная кератэктомия (ФРК), которые, к сожалению, не отличались предсказуемостью и стабильностью полученного результата.

На настоящий момент в коррекции гиперметропии средней и высокой степени приоритетное положение занимают роговичные клапанные технологии, основанные на применении эксимерного и фемтосекундного лазеров – Lasik и Femtolasik, а также интраокулярная коррекция. При этом выбор метода основывается на исходной степени гиперметропии. Большинство авторов сообщают о высокой эффективности лазерной рефракционной хирургии в коррекции гиперметропии до 4 дптр, тогда как использование этих технологий при высокой степени дальнозоркости заканчивается почти полным регрессом результата, полученного в ранний послеоперационный период [4, 5].

Таким образом, сведения, позволяющие выявить взаимосвязь между «выживаемостью» рефракционного эффекта, степенью исходной гиперметропии, особенностями структурных показателей роговицы, возрастом, полом пациентов, противоречивы и не систематизированы, что определяет актуальность данного исследования.

Целью исследования было оценить долгосрочный рефракционный эффект технологии Фемтоласик в коррекции гиперметропии средней и высокой степени, ассоциированной с гиперметропическим астигматизмом.

Материалы и методы исследования

В исследование были включены 68 пациентов в возрасте от 17 до 42 лет ($26,12 \pm 4,89$), соотношение женщин : мужчин – 40% : 60%. Основным критерием включения было наличие гиперметропической рефракции средней и высокой степени, которая варьировала от 3,75 до 9,0 дптр ($6,48 \pm 1,1$), и гиперметропического астигматизма от 0,5 до 6,0 дптр ($2,47 \pm 1,5$).

Операция Фемтоласик проводилась по стандартной технологии, где первым этапом выполнялось формирование роговичного лоскута с помощью фемтолазера VisuMax с использованием быстрого режима (180 nJ, spot distance 4,5 μ m), диаметр лоскута 9,5 мм, толщина 100–130 мкм. Вторым этапом проводилась абляция роговицы на эксимерном лазере MEL 80, диаметр оптической зоны 6,5–6,75 мм, переходной зоны – 2 мм.

Расчет параметров лазерной абляции проводился с учетом общепринятых правил: остаточная толщина роговичного ложа должна составлять не менее 300 мкм (правило Беккера), объем одномоментной абляции не должен превышать 120 мкм, расчетные показатели кератометрии – не более 48 дптр [6].

В зависимости от исходных показателей кератометрии и степени гиперметропии рефракция цели планировалась индивидуально для каждого отдельного случая.

Интраоперационные и послеоперационные осложнения отсутствовали, все операции выполнялись одним хирургом. Все пациенты были прооперированы на оба глаза, в исследование включены результаты лечения одного глаза методом слепой выборки.

Исследование включало в себя оценку некорригированной (НКОЗ) и корригированной остроты зрения (КОЗ) с помощью фороптора с проекторами опто типов (ZEISS, Германия), рефрактометрию (TOPCONCR-8100, Япония), оценку параметров роговицы на корнеотомографе «Pentacam» (Германия). Оценка изменения зрительных функций и структурных показателей роговицы проводилась до операции, через 1 день и через 12 месяцев после операции.

Полученные результаты исследования заносились в базу данных и обрабатывались стандартными методами математической статистики с помощью программ Statistika 10 (США) и Microsoft Office Excel 2007 (США). Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее, σ – стандартное отклонение, также использовался критерий Манна–Уитни, данные считались статистически значимыми при уровне показателя $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ полученных результатов позволил установить, что в первые сутки после операции в 54% случаев (37 глаз) была получена миопическая рефракция от 0,25 до 3,0 дптр, в 29,8% случаев (20 глаз) сохранялась гиперметропия в пределах от +0,25 до +1,75 дптр, в 16,2% случаев (11 глаз) была достигнута эметропия. К 12 месяцам после операции рефракционный результат изменился следующим образом. В 67,6% случаев (46 глаз) преобладала гиперметропическая рефракция, сила которой варьировала от 0,5 до 4 дптр, миопия сохранялась в 21,6% случаев (15 глаз) от 0,5 до 1,25 дптр, в 10,8% случаев (7 глаз) имела место эметропия.

Учитывая большую вариабельность полученных результатов, с целью выявления возможных механизмов гипо- и гиперкоррекции все пациенты были разделены на 4 группы на основании отдаленных результатов лечения. Характеристика исходных показателей остроты зрения и кераторефрактометрии представлена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика исходных показателей остроты зрения и кераторефрактометрии

Показатели	1-я группа n=21	2-я группа n=16	3-я группа n=15	4-я группа n=16
Сферический компонент, дптр	6,23±1,26	5,75±0,92	6,59±1,19	7,38±1,14
Цилиндрический компонент, дптр	2,2±1,49	2,53±0,96	2,53±1,36	2,63±2,19
Кератометрия, дптр	42,7±1,23	42,9±1,23	42,3±1,04	42,2±1,09
ПЗО, мм	21,58±1,05	21,81±0,86	21,68±0,89	21,21±0,43
НКОЗ	0,37±0,18	0,34±0,14	0,32±0,21	0,32±0,19
Радиус роговицы, дптр	7,87±0,22	7,86±0,21	7,95±0,21	7,99±0,23

В 1-ю группу включены пациенты, у которых отклонение полученных результатов от рефракции цели не превышало 0,5 дптр. Данную группу составил 21 человек в возрасте от 17 до 34 лет ($27,7 \pm 4,89$ года). На дооперационном этапе сферический компонент у данных пациентов находился в пределах от +3,75 до +8,75 дптр ($6,23 \pm 1,26$), цилиндрический – от 0,5 до 4,5 дптр ($2,2 \pm 1,49$), параметры операции рассчитаны на коррекцию сферического компонента в среднем на $4,59 \pm 1,13$ дптр, цилиндрического – на $2,1 \pm 1,6$ дптр, ожидаемый остаточный эффект должен был составить $1,63 \pm 0,69$ дптр. Отклонение от рефракции цели к 1 году после операции составило в среднем $0,12 \pm 0,12$ дптр (табл. 2).

Таблица 2

Планируемые и полученные показатели рефракции после операции Фемтоласик у пациентов с гиперметропией, $M \pm \sigma$

Показатели	1-я группа n=21	2-я группа n=16	3-я группа n=15	4-я группа n=16	P
Сферический компонент, дптр	4,59±1,13	4,64±1,06	5,56±1,23	6,05±1,02	P1-3=0,01 P1,2-4=0,01
Цилиндрический компонент, дптр	2,07±1,61	2,56±0,95	2,51±1,38	2,53±1,93	P1-2,3,4=0,01
Ожидаемый сферический компонент, дптр	1,63±0,69	1,11±0,77	1,03±0,4	1,33±0,47	P1-2,3,4=0,01
Ожидаемый цилиндрический компонент, дптр	0,16±0,19	0,05±0,1	0,02±0,05	0,25±0,39	P1-2,3=0,001 P4-2,3,=0,001
Объем абляции, мкм	94,81±19,34	91,2±12,68	114,3±3,49	114,4±23,0	P1-3,4=0,01 P2-3,4=0,01

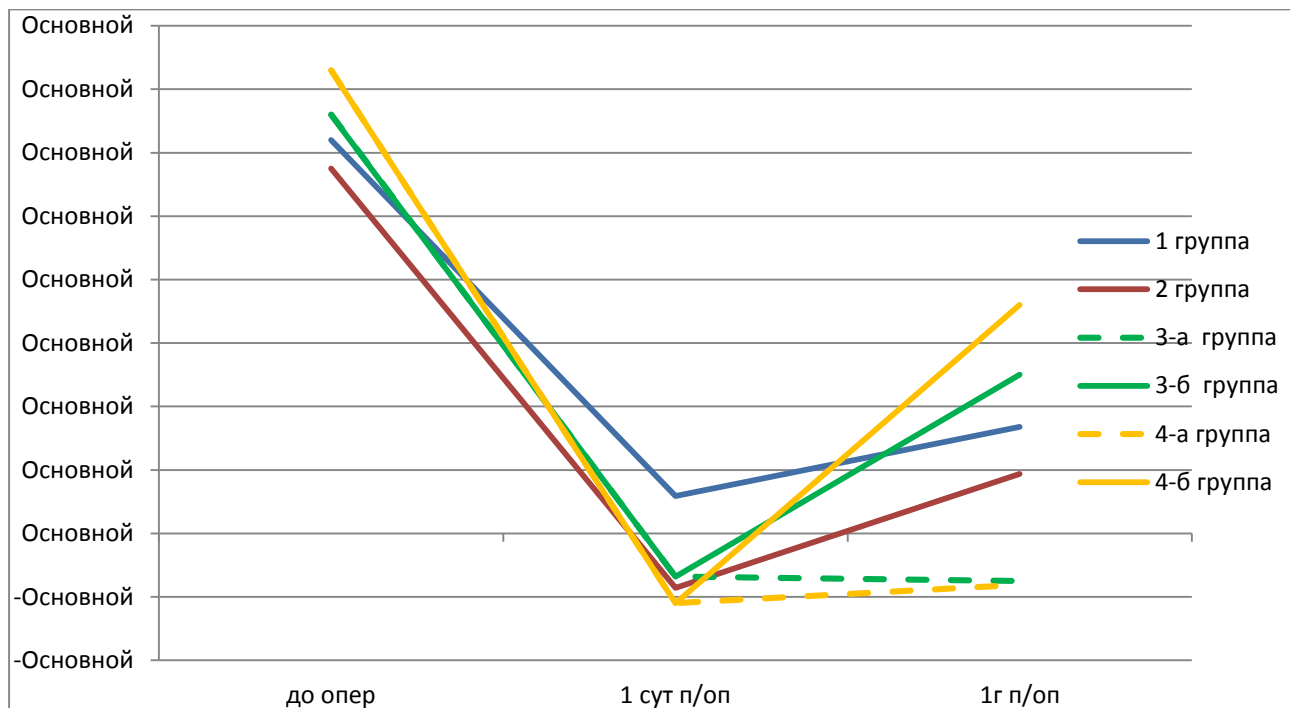
Динамика изменения показателей рефракции у пациентов данной группы была следующей (рис.). В первые сутки после операции остаточный сферический компонент был

Сферический компонент через 12 месяцев, дптр	1,68±0,57	0,94±1,14	1,39±1,05	2,03±1,46	P1-2=0,01 P2-4=0,01
Цилиндрический компонент через 12 месяцев, дптр	0,91±0,3	1,05±0,68	0,75±0,4	0,71±0,21	p>0,05
Кератометрия через 12 месяцев, дптр	46,34±1,76	46,36±2,11	46,25±1,32	46,25±1,71	p>0,05
Дельта сферического компонента, дптр	0,12±0,12	0,94±0,1	1,67±0,22	2,5±0,37	P1-2,3,4=0,001 P2-3,4=0,01
Дельта цилиндрического компонента, дптр	0,72±0,15	1±0,64	0,73±0,42	0,75±0,17	p>0,05

значительно меньше планируемых показателей ($-0,59 \pm 0,51$ дптр), отклонение от целевой рефракции составило $1,54 \pm 0,74$ дптр в сторону гиперкоррекции, в 27% случаев была получена миопическая рефракция. К 12 месяцам показатели сферы приблизились к планируемым значениям ($1,68 \pm 0,57$ дптр), отклонение от рефракции цели не превышало $0,12 \pm 0,12$ дптр. НКОЗ в первые сутки после операции повысилась в 1,5 раза от исходной ($0,55 \pm 0,26$, $p=0,001$) и к 12 месяцам была максимальной ($0,81 \pm 0,24$, $p=0,001$). Радиус кривизны роговицы через 1 год сохранял значения раннего послеоперационного периода – $7,3 \pm 0,28$ мм – и был значительно меньше исходных значений – $7,88 \pm 0,23$, $p=0,05$. Объем абляции составил в среднем $94,82 \pm 19,34$ мкм.

Во 2-ю группу включены 16 человек от 17 до 46 лет ($25 \pm 8,23$ года), у которых отклонение от планируемой рефракции к 12 месяцам после операции не превышало 1 дптр ($0,94 \pm 0,1$ дптр). Исходно гиперметропия в этой группе варьировала от +3,75 до +7,25 дптр ($5,75 \pm 0,93$), гиперметропический астигматизм – от 1,0 до 3,5 дптр ($2,53 \pm 0,96$), расчет проводился на компенсацию сферического компонента силой в $4,64 \pm 1,1$ дптр, цилиндрического – $2,55 \pm 0,95$ дптр, ожидаемый остаточный эффект планировался в пределах $1,11 \pm 0,77$ дптр (табл. 2).

В первые сутки после операции отклонение от планируемых значений составило $1,75 \pm 0,76$ дптр, что было обусловлено наличием остаточной миопии в 66,6% случаев. К 1 году миопический шифт сохранился лишь у 11% пациентов, у остальных пациентов полученный рефракционный эффект варьировал от 0,0 до +3,75 дптр ($0,94 \pm 1,14$) (рис.); при этом НКОЗ в первые сутки после операции увеличилась на 35% ($0,46 \pm 0,21$, $p=0,01$), к 12 месяцам – на 93% ($0,66 \pm 0,26$, $p=0,001$), однако отмечалась потеря одной строки КОЗ в 55,5% случаев. Радиус кривизны роговицы уменьшился практически на 0,6 мм, сохраняясь на этом уровне до 1 года. Объем абляции в этой группе был минимальным и составил $91,22 \pm 12,68$ мкм.



Динамика показателей рефракции у пациентов до после операции и через 1 год

Основным условием для формирования 3-й группы было отклонение от рефракции цели от 1,25 до 2,0 дптр ($1,67 \pm 0,67$), ее составили 15 человек от 17 до 32 лет ($24,7 \pm 5,94$ года), исходная степень гиперметропии варьировала от 4,75 до 9,0 дптр, астигматический компонент – от 0,75 до 4,5 дптр ($2,53 \pm 1,37$), планировалось компенсировать $5,56 \pm 1,23$ дптр сферического компонента и $2,51 \pm 1,38$ дптр цилиндрического; при этом ожидаемый остаточный эффект не должен был превышать 1,0 дптр (табл. 2).

Динамика изменения преломляющих свойств роговицы и рефракции имела принципиальные отличия от двух предыдущих групп. В первые сутки после операции сферический компонент был получен в пределах $0,68 \pm 0,62$ дптр, при этом отклонение от планируемых значений составило $1,59 \pm 0,94$ дптр, так как остаточная миопия наблюдалась в 62,5% случаев. Через 1 год миопическая рефракция сохранялась в 42,8% случаев от 0,5 до 1,0 дптр (рис., группа 3-а), эметропия была у 14% пациентов, в 42,8% случаев произошел регресс полученного результата, и гиперметропия варьировала от 1,75 до 3,0 дптр (рис., группа 4-б).

НКОЗ в первые сутки после операции увеличилась в 1,5 раза ($0,49 \pm 0,19$, $p=0,01$), к 12 месяцам – в 2,2 раза ($0,72 \pm 0,19$, $p=0,001$), была отмечена потеря 0,5 строки КОЗ в 42,8% случаев. Радиус кривизны после операции уменьшился на 0,65 мм и сохранялся на этих значениях весь период наблюдения. Высокая степень гиперметропии и астигматизма обосновала необходимость увеличения объема абляции до $114,3 \pm 3,49$ мкм.

4-ю группу составили 16 человек в возрасте от 20 до 36 лет ($26,8 \pm 6,3$ года) с наибольшим отклонением полученного эффекта от рефракции цели, которое превышало 2,0 диоптрии. На дооперационном этапе сферический компонент в этой группе находился в

пределах от 4,75 до 9,0 дптр, и в 77,8% случаев имел максимальные значения от 7,0 до 9,0 дптр. У 44,4% пациентов диагностирован астигматизм, превышающий 3 дптр. Это обусловило и максимальные значения расчетных показателей. Планировалась максимальная коррекция более 6,0 дптр сферического и 4,0 дптр цилиндрического компонентов. В связи с тем, что объем абляции был значительным и достигал в некоторых случаях 120 мкм, ожидаемый остаточный эффект должен был составить $1,33 \pm 0,47$ дптр.

В первые сутки после операции так же, как и в предыдущих группах, в 66,6% случаев была получена миопическая рефракция, которая к 1 году сохранялась в большинстве случаев (57%), составляя в среднем $0,81 \pm 0,3$ дптр (рис., группа 4-а). У остальных пациентов эффект постепенно нивелировался, и к 1 году гиперметропия варьировала от 3,25 до 4,0 дптр (рис., группа 4-б). Необходимо отметить, что даже столь высокие значения остаточной гиперметропии были лучше исходных параметров в 2–2,5 раза. НКОЗ в первые сутки имела наименьшую прибавку (10%), однако к 1 году составила в среднем $0,71 \pm 0,21$. Необходимо отметить, что некорригированная острота зрения через 1 год значительно превышала данный показатель предоперационного периода. Максимальные изменения отмечены и в радиусе кривизны роговицы, который уменьшился по сравнению с дооперационными показателями практически на 0,7 мм.

Коррекция гиперметропии существующими на сегодняшний день методами лазерной хирургии не позволяет в большинстве случаев прогнозировать отдаленный рефракционный эффект с такой же точностью, как при коррекции миопии [7]. Несмотря на это, большинство исследований, проведенных в последние годы, указывают на возможность достижения достаточно высокой некорригированной остроты зрения у пациентов с гиперметропией слабой степени – в 87% случаев, средней степени – в 75% и высокой степени – в 61% случаев [6].

Проведенное нами исследование установило возможность получения хорошего рефракционного результата через 1 год после операции с отклонением от рефракции цели в пределах $\pm 0,5$ дптр в 30% случаев, $\pm 1,0$ дптр – в 49% случаев, в 21% случаев отмечался регресс полученного результата, достигающий от 1,75 до 3,0 дптр. В 67,5% случаев некорригированная острота зрения после операции соответствовала предоперационным значениям корригированной остроты зрения или превышала их, что объясняло удовлетворенность пациентов полученным результатом.

Наиболее непредсказуемые результаты были получены у пациентов 3-й и 4-й групп, где исходно наблюдались максимальные значения сферического и цилиндрического компонента, что согласуется с большинством работ, в которых наиболее предсказуемыми были результаты коррекции гиперметропии до 4 дптр [4, 5]. В то же время у некоторых пациентов 1-й и 2-й групп показатели гиперметропии исходно достигали 8,75 дптр, при этом отклонение от

планируемой рефракции в отдаленный послеоперационный период не превышало 1,0 дптр. Следовательно, степень аметропии является не единственным критерием, определяющим рефракционный эффект Фемтоласик у данной категории больных.

Сравнительный анализ полученных результатов, а также расчетных параметров операции указывает на то, что максимальный регресс рефракционного эффекта от миопии в раннем послеоперационном периоде до гиперметропии средней степени в отдаленные сроки после операции наблюдался у лиц с максимальным объемом абляции роговичной ткани. Скорее всего, это можно объяснить повреждением якорных пластин коллагена, которые залегают в периферических отделах стромы и подвергаются лазерному воздействию в ходе операции Фемтоласик.

Вывод

Операция Фемтоласик является высокоэффективной в коррекции гиперметропии средней и высокой степени в сочетании с гиперметропическим астигматизмом в 67,5% случаев, несмотря на низкую прогнозируемость рефракционного эффекта.

Для получения наиболее предсказуемых результатов в коррекции гиперметропии средней и высокой степени необходимо проведение дальнейших всесторонних исследований.

Список литературы

1. Антипенко Л.А. Эффективность операции ЛАСИК у пациентов с гиперметропией высокой и средней степени и гиперметропическим астигматизмом // Современные технологии в офтальмологии. 2016. № 5. С. 203-204.
2. Ивашина А.И. Особенности ведения пациентов с гиперметропией // Федоровские чтения – 2012: сборник тезисов. М.: 2012. С. 64-65.
3. Чупров А.Д., Илюхин Д.А. Анализ результатов лазерной коррекции гиперметропии методом фемтоЛАЗИК // Современные технологии в офтальмологии. 2016. № 5. С. 203-204.
4. Legault G., Preeya K. Gupta. Choosing the Right Treatment for Hyperopia Refractive lens exchange versus LASIK. *Cataract & refractive surgery today*. 2014. P. 90-91.
5. Bourne R.A., Flaxman S.R., Braithwaite T., et al. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and metaanalysis. *Lancet Glob Health*. 2017. vol. 5. no 9. P. 888-897. DOI: 10.1016/S2214-109X(17)30293-0.
6. Балашевич Л.И. Клиническая корнеотопография и aberрометрия. М.: Наука, 2008. 167 с.
7. Plaza-Puche A.B., Yebana P., Arba-Mosquera S., Alio J.L. Three-Year Follow-up of Hyperopic LASIK Using a 500-Hz Excimer Laser System. *J. Refract Surg*. 2015. vol. 31. no. 10 P. 674-682. DOI: 10.3928/1081597x-20150928-06.