

Стабильность кератотопографических данных после коррекции гиперметропии методом ФемтоЛАЗИК: 3 года наблюдения

И.Л. Куликова¹С.М. Пикусова¹, А.А. Ананьев²

¹ Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
пр. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация

² ГАУ ЧР ДПО «Институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения Чувашской Республики
ул. Михаила Сеспеля, 27, Чебоксары, 428018, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2024;21(3):496–501

Цель — проанализировать и сравнить топографические изменения роговицы в отдаленном периоде после ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой, средней и высокой степени. **Пациенты и методы.** Проведено ретроспективное нерандомизированное исследование данных 174 пациентов (174 глаза), которым был выполнен гиперметропический ФемтоЛАЗИК. Все пациенты были разделены на три группы: I группа — пациенты с гиперметропией слабой степени (34 глаза), II группа — с гиперметропией средней степени (97 глаз), III группа — с гиперметропией высокой степени (43 глаза). Средний сферический эквивалент рефракции в I группе составил $+1,94 \pm 0,61$ дптр, во II группе $+3,8 \pm 2,19$ дптр, в III группе $+5,7 \pm 0,9$ дптр. Проведена оценка стабильности кератотопографических данных после операции: показателей средней кератометрии, индекса регулярности поверхности (SRI) и индекса асимметрии поверхности роговицы (SAI). Оценка результатов проводилась на следующий день, через 1, 6 месяцев, через 1 и 3 года после оперативного вмешательства. **Результаты.** Статистически значимых изменений кератометрии в I и II группе в 1-й день после операции и через 3 года отмечено не было ($p > 0,05$). В III группе определено статистически значимое снижение кератометрии через 6 месяцев после операции на $1,35 \pm 2,48$ дптр ($p = 0,003$), однако в дальнейшем на протяжении 3 лет кератометрия оставалась стабильной ($p > 0,05$). В I и II группах SRI статистически значимо увеличился по сравнению с дооперационными значениями на всех сроках после операции ($p < 0,05$), во II группе отмечено увеличение SAI ($p < 0,05$), в III группе SRI и SAI увеличились на всех сроках после операции ($p < 0,05$). Однако, хотя увеличение индексов являлось статистически значимым, оно незначительно выходило за пределы нормальных значений. **Заключение.** Коррекция гиперметропии слабой и средней степени методом ФемтоЛАЗИК отличается значительной стабильностью кератотопографических данных на протяжении 3 лет после операции. Коррекция гиперметропии высокой степени сопряжена с постепенным уплощением роговицы в течение полугода после операции, однако далее в течение 3 лет остается стабильной, что важно учитывать в клинической практике для прогнозирования рефракционного эффекта.

Ключевые слова: ФемтоЛАЗИК, гиперметропия, кератотопография, кератометрия

Для цитирования: Куликова И.Л., Пикусова С.М., Ананьев А.А. Стабильность кератотопографических данных после коррекции гиперметропии методом ФемтоЛАЗИК: 3 года наблюдения. *Офтальмология*. 2024;21(3):496–501. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-3-496-501>

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Stability of Corneal Topography after Correction of Hyperopia by FS-LASIK: 3 Years of Follow-up

I.L. Kulikova¹, S.M. Pikusova¹, A.A. Anan'ev²

¹ Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution
Traktostroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation

² Institute of Advanced Training of Doctors
Mikhail Sespel' str., 27, Cheboksary, 428018, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2024;21(3):496-501

Purpose. To analyze changes of the corneal topography in the long-term period after hyperopic FS-LASIK in patients with low, moderate and high hyperopia. **Patients and Methods.** This retrospective non-randomized study included data of 174 patients (174 eyes). All patients were performed hyperopic FS-LASIK. All patients were divided into three groups. Group I included patients with low hyperopia (34 eyes), group II included patients with moderate hyperopia (97 eyes), group III included patients with high hyperopia (43 eyes). Before the surgery, the mean cycloplegic spherical equivalent in group I was $+1.94 \pm 0.61$ D, in group II $+3.8 \pm 2.19$ D, in group III $+5.7 \pm 0.9$ D. The stability of corneal topography after surgery was analyzed: mean keratometry, Surface Asymmetry Index (SAI), Surface Regularity Index (SRI). The results were evaluated the day after the surgery, 1 month later, 6 months later, 1 year later and 3 years after the surgery. **Results.** There were no statistically significant changes in keratometry in groups I and II on the first day after surgery and 3 years later ($p > 0.05$). In group III, there was a statistically significant decrease in keratometry at 6 months after surgery by 1.35 ± 2.48 D ($p = 0.003$); however, keratometry remained stable for 3 years thereafter ($p > 0.05$). In groups I and II, SRI increased at all periods after surgery ($p < 0.05$), in group II there was an increase in SAI ($p < 0.05$), in group III, SRI and SAI increased at all periods after surgery ($p < 0.05$). Although the increase in the indices was statistically significant, it slightly exceeded the normal limits. **Conclusions.** After correction of low and moderate hyperopia by FS-LASIK, corneal topography remains stable for 3 years after surgery. Correction of high hyperopia is associated with gradual flattening of the cornea within six months after surgery, but then keratometry remains stable for 3 years. It is important to take it into account in clinical practice.

Keywords: FS-LASIK, hyperopia, corneal topography, keratometry

For citation: Kulikova I.L., Pikusova S.M., Anan'ev A.A. Stability of Corneal Topography after Correction of Hyperopia by FS-LASIK: 3 Years of Follow-up. *Ophthalmology in Russia*. 2024;21(3):496-501. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2024-3-496-501>

Financial Disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

There is no conflict of interests.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Гиперметропия, по сравнению с миопией, является менее распространенным видом аметропии, частота ее встречаемости, по данным различных авторов, составляет от 4,4 до 57 % [1]. В первую очередь частота встречаемости гиперметропии зависит от возрастной группы, в которой проводилось исследование, а также от географии проводимого исследования.

Среди рефракционных хирургов на сегодняшний день уже не ведутся дискуссии о том, что коррекция гиперметропии с использованием эксимерлазерных методов отстает от коррекции миопии по эффективности, предсказуемости и стабильности рефракционного эффекта. Это общепризнано, как и тот факт, что чем выше степень корригируемой гиперметропии, тем хуже эти показатели.

Ведущим методом коррекции гиперметропии среди эксимерлазерных технологий заслуженно считается лазерный кератомилез *in situ* с фемтосопровождением (ФемтоЛАЗИК). Однако в настоящее время не существует единых подходов и стандартов хирургической тактики ведения пациентов с гиперметропией высокой степени, хотя эти пациенты составляют существенную часть среди

пациентов с нарушениями рефракции, имеющих большое количество астенопических жалоб и огромное нежелание использовать очки, но далеко не всегда такие пациенты готовы к операции по замене прозрачного хрусталика.

Основная сложность коррекции гиперметропии эксимерлазерными методами связана с особым профилем абляции, формирующимся в ходе оперативного вмешательства, когда происходит «выгибание» центральной части роговицы кпереди за счет удаления кольцевого слоя ткани на средней периферии. Доказано, что гиперметропический профиль абляции индуцирует больше aberrаций высшего порядка и более выраженный синдром сухого глаза. Усиление проявлений синдрома сухого глаза после операции связано не только с формированием клапана роговицы и пересечением волокон субэпителиального нервного сплетения, но и со снижением смачиваемости центральной зоны роговицы за счет ее «выгибания» после операции, что требует адекватной слезозаместительной терапии в послеоперационном периоде [2–4].

Углом каппа называется угол между зрительной и зрачковой осями. Большой угол каппа в гиперметропических глазах [5] создает сложности центрирования зоны

абляции. В большинстве случаев в гиперметропических глазах зрительная ось смещена к носу. Пренебрежение расположением зрительной оси при центрировании зоны абляции и проведение абляции по центру зрачка приводит к ее децентрации, индуцированию астигматизма и комы после операции, что резко снижает качество зрения пациента, вызывает диплопию и неудовлетворенность проведенным оперативным вмешательством [6, 7].

Наличие привычного тонуса аккомодации вызывает вопросы в процессе расчета параметров операции, особенно у пациентов молодого возраста. Разница между манифестной и циклоплегической рефракцией в большинстве случаев превышает 1,0 дптр [8]. К привычному избыточному напряжению аккомодации у лиц с гиперметропической рефракцией приводит также отсутствие адекватной очковой или контактной коррекции в предоперационном периоде. Из-за избыточного тонуса цилиарной мышцы в послеоперационном периоде развивается синдром «ложной миопизации», что ведет к неудовлетворенности эффекта от проведенной операции [9].

Помимо аккомодационных нарушений, пациенты с гиперметропией и гиперметропическим астигматизмом могут иметь нарушения бинокулярного и стереоскопического зрения в сочетании с различными видами содружественного сходящегося косоглазия в 10–32 % случаев [10], что требует в предоперационном периоде правильной интерпретации имеющихся нарушений и консультации страбизмолога до операции по вопросу необходимости оперативного исправления косоглазия до лазерной коррекции. Гиперметропическую рефракцию нередко сопровождает амблиопия той или иной степени, что требует проведения тщательной оценки в предоперационном периоде с обязательным обсуждением с пациентом вопросов, касающихся максимально достижимой остроты зрения после операции.

Возможности коррекции гиперметропии, в отличие от миопии, сильно ограничены кератометрией. По данным многих авторов, планируемая расчетная послеоперационная кератометрия не должна превышать 48 дптр [8, 11], чтобы обеспечить высокое качество зрения и предотвратить потерю строк максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) после операции. Превышение указанной кератометрии может привести к снижению качества зрения и потере строк МКОЗ за счет повышения аберраций высшего порядка, значительного индуцирования синдрома сухого глаза, а также из-за перепада кератометрии в центральной оптической и парацентральной зонах роговицы в связи со сложной формой гиперметропического профиля абляции [8].

Формирование гиперметропического профиля абляции в процессе эксимерлазерной коррекции приводит к перераспределению напряжений в роговице, их смещению ближе к зоне абляции и ослаблению ее биомеха-

нической прочности [12]. Следовательно, логично было бы предположить, что роговица при таком специально сформированном, «неестественном» профиле абляции будет стремиться принять исходную форму. Но на сегодняшний день накоплено недостаточно отдаленных результатов, касающихся стабильности кривизны роговицы после коррекции гиперметропии в зависимости от ее степени.

Цель данной работы: проанализировать и сравнить топографические изменения роговицы в отдаленном периоде после гиперметропического ФемтоЛАЗИК у пациентов с гиперметропией слабой, средней и высокой степени.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Проведено ретроспективное нерандомизированное исследование данных 174 пациентов (174 глаза) в возрасте от 18 до 57 лет (средний возраст $42,0 \pm 10,3$ года), которым был выполнен гиперметропический ФемтоЛАЗИК. Все пациенты были разделены на три группы: I группа — пациенты с гиперметропией слабой степени, 34 пациента (34 глаза), II группа — с гиперметропией средней степени, 97 пациентов (97 глаз), III группа — высокой степени, 43 пациента (43 глаза). Деление гиперметропии на степени проводилось в соответствии со следующими критериями: к гиперметропии слабой степени относились случаи, когда рефракция меридиана с большей степенью аметропии не превышала +2,0 дптр; средней степени — от +2,25 до +5,0 дптр; высокой степени — от +5,25 дптр. Амблиопия встречалась в 22,2 % случаев в I группе, во II группе — в 30,9 %, в III — в 67,4 %.

Все пациенты прошли стандартное обследование, необходимое для проведения рефракционно-лазерной операции, включавшее определение некорригированной (НОЗ) и максимально корригированной остроты зрения (МКОЗ) с помощью фороптора CV-5000 (Topcon, Япония), рефрактометрии на авторефрактометре RC-5000 (Tomey, Япония), бесконтактную тонометрию на пневмотонометре Reichert 7 (США), биомикроскопию на щелевой лампе BQ 900 (Haag-Streit, Швейцария), кератотопографию (кератотопограф TMS-4, Tomey, Япония), обследование на анализаторе переднего сегмента глаза Pentacam (Oculus, Германия), осмотр глазного дна трехзеркальной линзой Гольдмана (Keeler, США).

Была проведена оценка стабильности кератотопографических данных после коррекции гиперметропии методом ФемтоЛАЗИК: показателей средней кератометрии (AveK), индекса регулярности поверхности (Surface Regularity Index, SRI) и индекса асимметрии поверхности (Surface Asymmetry Index, SAI). Оценка зрительных, рефракционных и кератотопографических результатов проводилась на следующий день, через 1, 6 месяцев, 1 и 3 года после оперативного вмешательства.

Перед операцией ФемтоЛАЗИК, а также на операционном столе пациенту закапывали 0,5 % раствор проксиметакаина для местной анестезии. Операция

ФемтоЛАЗИК проходила в 2 этапа. На 1-м этапе с помощью фемтосекундного лазера «ФемтоВизум», 1 МГц (ООО «Оптосистемы», Троицк) производили формирование роговичного лоскута заданным диаметром 9,1–9,2 мм и толщиной 110 мкм. На 2-м этапе использовали эксимерный лазер «Микроскан Визум» 1100 Гц (ООО «Оптосистемы», Троицк). Хирург осуществлял подъем роговичного клапана с помощью плоского шпателя, далее производили абляцию стромы диаметром общей зоны абляции 8,6–8,9 мм при диаметре оптической зоны 6,3–6,5 мм. Центрирование выполняли с учетом смещения центра зоны лазерной абляции в сторону зрительной оси пациента, если имелся угол каппа, который определяли интраоперационно по первому изображению Пуркинью. После завершения абляции выполняли репозицию роговичного лоскута с использованием сбалансированного солевого раствора BSS, промывали включения и дебрис под клапаном, адгезировали клапан со стромальным ложем и разглаживали клапан микро-тупфером. Операция и послеоперационный период у всех пациентов прошли без осложнений.

В послеоперационном периоде инстиллировали антибиотик в течение 1 недели (левофлоксацин 0,5 %), дексаметазон 0,1 % в течение 3 недель по убывающей схеме,

корнеопротектор (оквис 0,3 %) в течение 4 недель с последующей инстилляцией препаратов искусственной слезы на основе гиалуроната натрия минимум в течение 3 месяцев после операции.

С учетом правильного характера распределения данных при проверке на нормальность по критериям Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилка статистическая обработка проводилась с использованием показателей параметрической статистики с помощью программ Statistica 10 (США) и Microsoft Office Excel, 2007 (США). Результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — среднее, σ — стандартное отклонение. Для сравнения данных до и после операции использовали t -критерий Стьюдента для зависимых выборок. Данные считались статистически значимы при $p < 0,05$. При проведении статистического анализа показатели остроты зрения с учетом правил J.T. Holladay были переведены в логарифмические единицы, а затем обратно конвертированы в десятичные величины.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Средний возраст пациентов в I группе составил $48,6 \pm 6,6$ года, во II группе — $43,8 \pm 9,5$ года, в III группе — $34,5 \pm 9,09$ года.

Таблица. Сравнительные до- и послеоперационные данные в группах с гиперметропией слабой, средней и высокой степени ($M \pm SD$)

Table. Preoperative and postoperative parameters in low, moderate and high hyperopia ($M \pm SD$)

Параметр / Parameter	До операции / Preoperative	При выписке / 1 Day Postoperative	Через 1 мес. / 1 Month Postoperative	Через 6 мес. / 6 Months Postoperative	Через 1 год / 1 Year Postoperative	Через 3 года / 3 Years Postoperative
I группа: гиперметропия слабой степени (n = 34) Group I: low hyperopia (n = 34)						
НОЗ / UDVA	$0,25 \pm 0,12$	$0,60 \pm 0,35$	$0,70 \pm 0,17$	$0,60 \pm 0,37$	$0,6 \pm 0,25$	$0,6 \pm 0,38$
МКОЗ / CDVA	$0,90 \pm 0,16$	$0,9 \pm 0,15$	$1,0 \pm 0,07$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,18$	$1,0 \pm 0,04$
СЭ, дптр / SE, D	$1,94 \pm 0,61$	$-1,3 \pm 1,15$	$-0,2 \pm 0,48$	$-0,6 \pm 0,27$	$-0,5 \pm 1,02$	$0,06 \pm 0,69$
AveK, дптр / D	$42,36 \pm 1,68$	$44,7 \pm 1,84$	$44,9 \pm 1,26$	$45,8 \pm 2,08$	$45,9 \pm 2,52$	$45,2 \pm 0,97$
SRI	$0,19 \pm 0,14$	$0,3 \pm 0,21$	$0,5 \pm 0,09$	$0,5 \pm 0,49$	$0,4 \pm 0,26$	$0,3 \pm 0,15$
SAI	$0,43 \pm 0,34$	$0,4 \pm 0,24$	$0,5 \pm 0,17$	$0,7 \pm 0,55$	$0,5 \pm 0,18$	$0,6 \pm 0,22$
II группа: гиперметропия средней степени (n = 97) Group II: moderate hyperopia (n = 97)						
НОЗ / UDVA	$0,26 \pm 0,17$	$0,5 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,24$	$0,6 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,28$
МКОЗ / CDVA	$0,83 \pm 0,22$	$0,8 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,14$	$0,8 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,14$
СЭ, дптр / SE, D	$3,8 \pm 2,19$	$-1,3 \pm 1,6$	$-0,7 \pm 1,1$	$-0,5 \pm 1,26$	$-0,5 \pm 0,9$	$-0,4 \pm 1,42$
AveK, дптр / D	$42,89 \pm 1,46$	$46,7 \pm 1,7$	$46,4 \pm 1,6$	$46,1 \pm 1,32$	$46,8 \pm 1,6$	$46,3 \pm 2,22$
SRI	$0,25 \pm 0,23$	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,22$	$0,5 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,25$
SAI	$0,35 \pm 0,19$	$0,6 \pm 0,3$	$0,6 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,28$	$0,6 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,21$
III группа: гиперметропия высокой степени (n = 43) Group III: high hyperopia (n = 43)						
НОЗ / UDVA	$0,24 \pm 0,16$	$0,3 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,27$	$0,6 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,18$
МКОЗ / CDVA	$0,63 \pm 0,28$	$0,6 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,17$	$0,7 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,28$
СЭ, дптр / SE, D	$+5,7 \pm 0,9$	$-1,7 \pm 1,57$	$-0,2 \pm 0,6$	$-0,3 \pm 1,08$	$0,2 \pm 1,09$	$0,6 \pm 1,08$
AveK, дптр / D	$43,12 \pm 1,22$	$48,55 \pm 2,31$	$48,1 \pm 0,9$	$47,2 \pm 1,99$	$46,8 \pm 1,5$	$47,05 \pm 1,85$
SRI	$0,23 \pm 0,18$	$0,7 \pm 0,4$	$0,5 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,27$	$0,4 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,14$
SAI	$0,37 \pm 0,23$	$0,8 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,3$	$0,7 \pm 0,27$	$0,4 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,23$

Примечание: НОЗ — некорригированная острота зрения, МКОЗ — острота зрения с максимальной коррекцией, СЭ — сферозэквивалент рефракции в условиях циклоплегии, AveK — средняя кератометрия по данным кератотопографии, SRI (Surface Regularity Index) — индекс регулярности поверхности роговицы по данным кератотопографии, SAI (Surface Asymmetry Index) — индекс асимметрии поверхности роговицы по данным кератотопографии.

Note: UDVA — uncorrected distance visual acuity, CDVA — corrected distance visual acuity, SE — cycloplegic spherical equivalent, AveK — average keratometry, SRI — surface regularity index, SAI — surface asymmetry index.

Сравнительные до- и послеоперационные данные в I, II и III группах представлены в таблице.

В I группе СЭ до операции составлял $+1,94 \pm 0,61$ дптр. Потеря 2 и более строк МКОЗ не была зарегистрирована ни в одном случае, что говорит о безопасности данного метода оперативного вмешательства. Индекс безопасности составил 1,0, индекс эффективности — 0,67.

Во II группе СЭ до операции составлял $+3,8 \pm 2,19$ дптр. Потери 2 и более строк МКОЗ не было. Индекс безопасности составил 0,96, индекс эффективности — 0,72.

В III группе СЭ до операции составлял $+5,7 \pm 0,9$ дптр. Потеря 2 строк МКОЗ зарегистрирована в 4 случаях. Индекс безопасности составил 0,95, индекс эффективности — 0,79. По нашим наблюдениям, потеря строк МКОЗ обусловлена индуцированием аберраций за счет сложного профиля роговицы, а также синдромом сухого глаза за счет чрезмерного выгибания роговицы и формирования зоны недостаточной смачиваемости слезой в центре. По данным публикаций, после гиперметропического ЛАЗИК по поводу гиперметропии высокой степени происходит статистически значимое увеличение комы, трейфола и сферической аберрации [13, 14].

Чем выше планируемая послеоперационная кератометрия, тем выше риск потери строк МКОЗ [15]; случаи, когда после операции наблюдается приобретение строк МКОЗ по сравнению с дооперационной, ассоциированы с более плоской роговицей до операции [16].

По данным нашего исследования, статистически значимых изменений кератометрии в I и II группах в 1-й день после операции и через 3 года отмечено не было ($p > 0,05$). В III группе определено статистически значимое снижение кератометрии через 6 месяцев после операции на $1,35 \pm 2,48$ дптр ($p = 0,003$), что может обуславливать регресс рефракционного эффекта при коррекции гиперметропии высокой степени за счет уплощения роговицы. Однако в дальнейшем на протяжении 3 лет кератометрия в III группе оставалась стабильной ($p > 0,05$). По нашим наблюдениям, регресс кератометрии в III группе наблюдался в тех случаях, когда планируемая послеоперационная кератометрия превышала 48 дптр. Следует отметить, что наше исследование имеет ограничения, поскольку не учитывалось эпителиальное ремоделирование в послеоперационном периоде, что также может приводить к регрессу рефракционного эффекта, особенно при высоких степенях аметропии. Регресс рефракционного эффекта можно определить как стремление глаза после операции вернуться к исходной рефракции [17]. Reinstein и соавт. (2009) отмечают, что после гиперметропического ЛАЗИК происходит истончение эпителия в центральной зоне и гиперплазия эпителия в парацентральной зоне [18], что приводит к сглаживанию сложного иррегулярного профиля роговицы [19]. По данным многочисленных публикаций, увеличение центральной оптической и переходной зоны абляции уменьшает регресс рефракционного эффекта [17, 20].

Через 3 года в группе гиперметропии слабой степени SRI увеличился на $0,11 \pm 0,19$ ($p < 0,05$), SAI на $0,17 \pm 0,58$ ($p > 0,05$); при гиперметропии средней степени SRI — на $0,25 \pm 0,32$ ($p > 0,05$), SAI — на $0,15 \pm 0,27$ ($p < 0,05$); в группе гиперметропии высокой степени SRI — на $0,17 \pm 0,19$ ($p < 0,05$), SAI — на $0,13 \pm 0,23$ ($p < 0,05$).

SRI отражает локальную регулярность поверхности роговицы внутри центральной зоны диаметром 4,5 мм. SAI является мерой разницы оптической силы роговицы между противоположными точками, находящимися относительно друг друга под углом 180° на одном и том же кольце миры кератотопографа [21]. В I и II группах SRI статистически значимо увеличился по сравнению с дооперационными значениями на всех сроках после операции ($p < 0,05$), во II группе также отмечено значимое увеличение SAI по сравнению с дооперационным ($p < 0,05$). В I группе значимые изменения SAI на различных сроках после операции не отмечены ($p > 0,05$). В III группе кератотопографические индексы SRI и SAI статистически значимо увеличились на всех сроках после операции ($p < 0,05$).

Рост данных индексов, особенно в III группе, можно объяснить сложной геометрией профиля гиперметропической абляции. По данным публикаций, также увеличению индексов способствует нарушение состояния слезной пленки и развитие синдрома сухого глаза после операции, который выражен тем больше, чем больше степень аметропии, за счет снижения смачиваемости роговицы слезой в центральной зоне. Однако следует отметить, что хотя увеличение индексов в настоящем исследовании было статистически значимо, оно незначительно превысило общепринятые пределы нормальных значений (SRI в норме менее 1,0; SAI менее 0,5) [21].

Синдром «ложной миопизации» в послеоперационном периоде выявлен в 59,3 % случаев в I группе, в 72,6 % — во II, в 72 % — в III. Синдром «ложной миопизации» обусловлен наличием аккомодационных нарушений у лиц с гиперметропической рефракцией и значительным различием рефракции в естественных условиях и в условиях циклоплегии. В связи с развитием этого синдрома МКОЗ после операции был ниже предоперационной МКОЗ в течение первых нескольких недель после операции [13]. Превышение циклоплегической рефракции с узким зрачком на 1,0 дптр и более выявлено в нашем исследовании в I группе в 12,5 % случаев, во II — в 29,8 %, в III — в 48,8 %. В связи с замедленным восстановлением остроты зрения в послеоперационном периоде из-за развития синдрома «ложной миопизации» у пациентов может быть отмечена неудовлетворенность результатами операции, поэтому вполне обоснованной является подготовка пациентов в предоперационном периоде. Если до операции разница между манифестной и циклоплегической рефракцией превышает 0,75 дптр, то пациенту назначают очковую или контактную коррекцию аметропии в сочетании с инстилляциями лекарственных средств, расслабляющих цилиарную мышцу, в течение нескольких недель [8, 16, 20].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коррекция гиперметропии слабой и средней степени методом ФемтоЛАЗИК отличается значительной стабильностью кератотопографических данных через 3 года после операции. Коррекция гиперметропии высокой степени сопряжена с постепенным уплощением роговицы в течение полугода после операции, однако далее в течение 3 лет остается стабильной, что важно учитывать в клинической практике для прогнозирования рефракционного эффекта. Через 3 года в группе гиперметропии

слабой степени SRI увеличился на $0,11 \pm 0,19$ ($p < 0,05$), SAI на $0,17 \pm 0,58$ ($p > 0,05$); при гиперметропии средней степени SRI — на $0,25 \pm 0,32$ ($p > 0,05$), SAI — на $0,15 \pm 0,27$ ($p < 0,05$); в группе гиперметропии высокой степени SRI — на $0,17 \pm 0,19$ ($p < 0,05$), SAI — на $0,13 \pm 0,23$ ($p < 0,05$).

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Куликова И.Л. — концепция и дизайн исследования, написание текста;
Пикусова С.М. — концепция и дизайн исследования, написание текста, сбор материала, статистическая обработка;
Ананьев А.А. — сбор материала.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Barrett BT, Bradley A, Candy TR. The relationship between anisometropia and amblyopia. *Prog Retin Eye Res*. 2013 Sep;36:120–158. doi: 10.1016/j.preteyeres.2013.05.001.
- Sambhi RS, Sambhi GDS, Mather R, Malvankar-Mehta MS. Dry eye after refractive surgery: a meta-analysis. *Can J Ophthalmol*. 2020 Apr;55(2):99–106. doi: 10.1016/j.cjco.2019.07.005.
- Albietz JM, Lenton LM, McLennan SG. Effect of laser in situ keratomileusis for hyperopia on tear film and ocular surface. *J Refract Surg*. 2002 Mar-Apr;18(2):113–123. doi: 10.3928/1081-597X-20020301-02.
- Williams LB, Dave SB, Moshirfar M. Correlation of visual outcome and patient satisfaction with preoperative keratometry after hyperopic laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg*. 2008 Jul;34(7):1083–1088. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.03.018.
- Basmak H, Sahin A, Yildirim N, Papakostas TD, Kanellopoulos AJ. Measurement of angle kappa with synoptophore and Orbscan II in a normal population. *J Refract Surg*. 2007 May;23(5):456–460. doi: 10.3928/1081-597X-20070501-06.
- Frings A, Druchkiv V, Pose L, Linke SJ, Steinberg J, Katz T. Analysis of excimer laser treatment outcomes and corresponding angle κ in hyperopic astigmatism. *J Cataract Refract Surg*. 2019 Jul;45(7):952–958. doi: 10.1016/j.jcrs.2019.01.030.
- Park CY, Oh SY, Chuck RS. Measurement of angle kappa and centration in refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012 Jul;23(4):269–275. doi: 10.1097/ICU.0b013e3283543c41.
- Майчук НВ, Мушкова ИА, Малышев ИА, Образцова МР. Дискуссионные вопросы лазерной коррекции при гиперметропии: анализ литературы и реальная клиническая практика. *Офтальмология*. 2022;19(2):350–358. doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-350-358.
- Maychuk NV, Mushkova IA, Malyshev IS, Obraztsova MR. Discussing Questions of Laser Refractive Surgery in Hyperopia: Literature Review and Clinical Experience. *Ophthalmology in Russia*. 2022;19(2):350–358 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2022-2-350-358.
- Кузнецова ОС, Балалин СВ. Анализ состояния аккомодации до и после ФЕМТОЛАЗИК у пациентов с гиперметропией. *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. 2021;2(78):113–118.
- Kuznetsova OS, Balalin SV. Analysis of the Accommodation State before and after FemtoLASIK in Patients with Hyperopia. *Journal Volgograd State Medical University* 2021;2(78):113–118 (In Russ.).
- Клокова ОА, Сахнов СН, Шелихова ОА, Гейденрих МС. Некоторые аспекты состояния аккомодационной и бинокулярной функции у взрослых пациентов с гиперметропией, сложным гиперметропическим и смешанным астигматизмом. *Офтальмология*. 2019;16(3):344–349.
- Klokov OA, Sakhnov SN, Shelikhova OA, Geydenrikh MS. Some Aspects of the Accommodative Function Condition and Binocular Vision in Adult Patients with Hypermetropia, with Complex Hypermetropic and Mixed Astigmatism. *Ophthalmology in Russia*. 2019;16(3):344–349 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2019-3-344-349.
- Фролова ТН, Хлебникова ЛС. Проблемы прогнозирования рефракционного эффекта при фемтолазерной коррекции гиперметропии средней и высокой степени. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;2.
- Frolova TN, Khlebnikova LS. The Problem of Predicting the Refractive Effect in Femtosecond Laser Correction of Medium and High Hyperopia. *Modern Problems of Science and Education*. 2021;2 (In Russ.). doi: 10.17513/spno.30688.
- Бауэр СМ, Венатовская ЛА, Франус ДВ, Федотова ЛА. Оценка изменения напряженно-деформированного состояния глаза и показателей внутриглазного давления после рефракционной коррекции гиперметропии. *Российский журнал биомеханики*. 2015;2:136–143.
- Bauer SM, Venatovskaya LA, Franas DV, Fedotova LA. Estimation of Changes in the Stress-Strain State of an Eye Shell and Intraocular Pressure Readings after Refractive Correction of Hyperopia. *Russian Journal of Biomechanics*. 2015;2:136–143 (In Russ.). doi: 10.15593/RZhBiomeh/2015.2.01.
- Biscevic A, Pidro A, Pjano MA, Grisevic S, Ziga N, Bohac M. Lasik as a Solution for High Hypermetropia. *Med Arch*. 2019 Jun;73(3):191–194. doi: 10.5455/medarh.2019.73.
- Keir NJ, Simpson T, Hutchings N, Jones L, Fonn D. Outcomes of wavefront-guided laser in situ keratomileusis for hyperopia. *J Cataract Refract Surg*. 2011 May;37(5):886–893. doi: 10.1016/j.jcrs.2010.12.039.
- Demir G, Sucu ME, Yildirim Y, Tülü B, Özveren M, Kepez Yıldız B, Yaşa D, Karaağaç Günaydin Z, Demirok A. Long-term assessment of visual and refractive outcomes of laser in situ keratomileusis for hyperopia using the AMARIS 750S Excimer laser. *J Fr Ophthalmol*. 2019 Sep;42(7):703–710. doi: 10.1016/j.jfo.2019.02.006.
- Gauthier-Fournet L, Penin F, Arba Mosquera S. Six-Month Outcomes After High Hyperopia Correction Using Laser-Assisted In Situ Keratomileusis With a Large Ablation Zone. *Cornea*. 2019 Sep;38(9):1147–1153. doi: 10.1097/ICO.0000000000002011.
- Yan MK, Chang JS, Chan TC. Refractive regression after laser in situ keratomileusis. *Clin Exp Ophthalmol*. 2018 Nov;46(8):934–944. doi: 10.1111/ceo.13315.
- Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M, Silverman RH, Coleman DJ. Epithelial thickness after hyperopic LASIK: three-dimensional display with Artemis very high-frequency digital ultrasound. *J Refract Surg*. 2010 Aug;26(8):555–564. doi: 10.3928/1081597X-20091105-02.
- Moshirfar M, Desautels JD, Walker BD, Murri MS, Birdsong OC, Hoopes PCS. Mechanisms of Optical Regression Following Corneal Laser Refractive Surgery: Epithelial and Stromal Responses. *Med Hypothesis Discov Innov Ophthalmol*. 2018 Spring;7(1):1–9.
- Kaluzny BJ, Piotrowski-Slupska I, Kaszuba-Modrzejewska M, Stachura J, Arba-Mosquera S, Verma S. Three-year outcomes after high hyperopia correction using photorefractive keratectomy with a large ablation zone. *Br J Ophthalmol*. 2019 Jun;103(6):849–854. doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311694.
- Балашевич ЛИ, Качанов АБ. Клиническая кернеотопография и аберрометрия. М.; 2008. 167 с.
- Balashevich LI, Kachanov AB. Clinical corneal topography and aberrometry. Moscow; 2008. 167 p. (In Russ.).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Куликова Ирина Леонидовна
доктор медицинских наук, заместитель директора по лечебной работе
пр. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-5320-8524>

Чебоксарский филиал ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. академика С.Н. Федорова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Пикусова Светлана Михайловна
младший научный сотрудник, врач-офтальмолог
пр. Тракторостроителей, 10, Чебоксары, 428028, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-3999-1369>

ГАУ ЧР ДПО «Институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения Чувашской Республики
Ананьев Алексей Александрович
врач-ординатор
ул. Михаила Сеспеля, 27, Чебоксары, 428018, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery
Federal State Institution
Kulikova Irina L.
MD, deputy director for clinical work
Traktostroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5320-8524>

Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery
Federal State Institution
Pikusova Svetlana M.
junior research assistant, ophthalmologist
Traktostroiteley ave., 10, Cheboksary, 428028, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-3999-1369>

Institute of Advanced Training of Doctors
Anan'ev Alexey A.
resident
Mikhail Sespel' str., 27, Cheboksary, 428018, Russian Federation