

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОРРЕКЦИИ ПРЕСБИОПИИ ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ МУЛЬТИФОКАЛЬНОГО ПРОФИЛЯ НА РОГОВИЦУ МЕТОДОМ ФОТОРЕФРАКЦИОННОЙ КЕРАТЭКТОМИИ У ПАЦИЕНТОВ С ГИПЕРМЕТРОПИЕЙ

© Э.Н. Эскина<sup>1,2</sup>, В.А. Паршина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации» ФМБА России, Москва;

<sup>2</sup>Клиника лазерной медицины «Сфера», Москва

Для цитирования: Офтальмологические ведомости. – 2017. – Т. 10. – № 2. – С. 13–21

Дата поступления: 08.02.2017

Статья принята к печати: 19.04.2017

✧ **Цель:** сравнить эффективность, безопасность и прогнозируемость одномоментной коррекции гиперметропии и пресбиопии методом фоторефракционной кератэктомии (ФРК) при нанесении мультифокального биасферического профиля на роговицу с помощью программного обеспечения «Пресбимакс» и коррекции гиперметропии методом ЛАСИК. **Методы.** В группе 1 (25 пациентов (50 глаз)) операции проводились методом ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля на роговицу для одномоментной коррекции гиперметропии и пресбиопии. Группу 2 (25 пациентов (50 глаз)) составили пациенты, прооперированные методом ЛАСИК с нанесением асферического профиля для коррекции гиперметропии. **Результаты.** В группе 1 через год после операции бинокулярная некорригированная острота зрения (НКОЗ) вдаль составила  $0,96 \pm 0,16$ , на 40 см —  $0,77 \pm 0,17$  и на 70 см —  $0,64 \pm 0,15$ . Снижение остроты зрения до 0,2 отмечалось на двух глазах (4 %). Планируемая клиническая рефракция на доминантном глазу — эмметропия наблюдалась у 72 % пациентов, в 28 % случаев зафиксирован сдвиг до  $-0,75$  Дптр. Целевая рефракция ( $\approx -0,75$  Дптр) на недоминантном глазу отмечалась у 68 % пациентов, сдвиг планируемой рефракции на  $-0,50$  Дптр имели 12 и 20 % пациентов на  $-0,75$  Дптр. Сферическая аберрация в шестимиллиметровой зоне составила  $-0,22 \pm 0,17$  мм. В группе 2 через год после операции бинокулярная НКОЗ вдаль —  $1,00 \pm 0,10$ , на расстоянии 40 см —  $0,37 \pm 0,16$ , 70 см —  $0,43 \pm 0,12$ . Потери монокулярной максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) вдаль не наблюдалось. Отклонение клинической рефракции от планируемой (эмметропии) было определено у 4 % пациентов на  $-0,50$  Дптр. Сферическая аберрация в шестимиллиметровой зоне составила  $-0,10 \pm 0,08$  мм. **Заключение.** Метод ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля, в отличие от ЛАСИК, позволяет не только добиться коррекции гиперметропии, но и повысить остроту зрения вблизи у пациентов «пресбиопического возраста».

✧ **Ключевые слова:** пресбиопия; гиперметропия; ЛАСИК; ФРК; мультифокальный биасферический профиль; PresbyMax.

## RESULTS OF PRESBYOPIA CORRECTION WITH MULTIFOCAL PROFILE APPLICATION ON THE CORNEA BY PHOTOREFRACTIVE KERATECTOMY IN HYPEROPIC PATIENTS

© E.N. Eskina<sup>1,2</sup>, V.A. Parshina<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Institute of professional development of the Federal Medical and Biological Agency, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Laser Surgery Clinic “SPHERE”, Moscow, Russia

For citation: Ophthalmology Journal, 2017;10(2):13-21

Received: 08.02.2017

Accepted: 19.04.2017

✧ **Purpose.** To compare efficacy, safety and predictability of hyperopia and presbyopia simultaneous correction by photorefractive keratectomy (PRK) with application of a bi-aspheric multifocal profile on the cornea using PresbyMax software, and hyperopia correction by LASIK. **Methods.** 25 patients (50 eyes) of the 1st group were operated by PRK with bi-aspheric multifocal profile application on the cornea using PresbyMax software for simultaneous hyperopia and presbyopia correction. The 2nd group included 25 patients (50 eyes) operated

by LASIK with aspheric profile application on the cornea for correction of hyperopia. **Results.** In the group 1, in one year after surgery, binocular distance uncorrected visual acuity (DUCVA) was  $0.96 \pm 0.16$ , near uncorrected visual acuity (NUCVA) —  $0.77 \pm 0.17$ , intermediate uncorrected visual acuity (IUCVA) —  $0.64 \pm 0.15$ . Visual acuity loss up to 0.2 was found in two eyes (4 %). Target refraction in the dominant eye — emmetropia — was obtained in 72% of patients; in 28% of cases, a shift up to  $-0.75$  D was observed. Target refraction in the nondominant eye was found in 68% of patients, 12% of patients had a shift from target refraction of  $-0.50$  D, and 20% of patients — of  $-0.75$  D. Spherical aberration in 6 mm zone was  $-0.22 \pm 0.17 \mu\text{m}$ . In group 2, in a year after surgery, binocular DUCVA was  $1.0 \pm 0.10$ , NUCVA —  $0.37 \pm 0.16$ , IUCVA —  $0.43 \pm 0.12$ . No monocular best corrected distance visual acuity loss was found. had myopia A clinical refraction shift from target one (emmetropia) of  $-0.50$  D was established in 4% of patients. A spherical aberration in 6 mm zone was  $-0.10 \pm 0.08 \mu\text{m}$ . Conclusion. PRK with bi-aspheric multifocal profile application unlike LASIK allows not only to achieve hyperopia correction but also to improve near visual acuity in patients of presbyopic age.

✧ **Keywords:** presbyopia; hyperopia; LASIK; PRK; bi-aspheric multifocal profile; PresbyMax.

## АКТУАЛЬНОСТЬ

В настоящее время в коррекции гиперметропии среди эксимерлазерных операций ведущее место занимают операции типа ЛАСИК (Laser assisted *in situ* keratomileusis), показавшие высокую эффективность, прогнозируемость, быстрое восстановление зрительных функций и минимальный дискомфорт для пациентов по сравнению с методом фоторефракционной кератэктомии (ФРК) [10, 11, 14]. Обратной стороной медали применения этой операции является более высокий риск развития кератэктазий, необходимость проводить вмешательство при достаточной толщине роговицы, длительное ограничение физических нагрузок, значимое нарушение биомеханических свойств роговицы [12, 13].

Как правило, пациенты, желающие провести лазерную коррекцию, стремятся получить независимость от очков не только для дали, но и для близких и средних расстояний. Учитывая это, необходимо помнить о снижении аккомодации у пациентов после 40 лет и возникновении потребности в очках для близи при проведении стандартной лазерной коррекции [4, 6].

Таким образом, сочетание одномоментной эксимерлазерной коррекции аметропии и пресбиопии заслуживает должного внимания. А если иметь в виду противопоказания к методу ЛАСИК на глазах, имеющих возрастные дистрофические

изменения, то стоит рассматривать метод ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля на роговицу с помощью программного обеспечения «Пресбимакс» с формированием незначительной анизометропии (концепция «Микромоновижн»), который позволяет провести одномоментную коррекцию аметропии и пресбиопии [1–6, 8, 9].

Технология «моновижн» основана на создании у пациента дозированной анизометропии: один глаз (ведущий) корригируется для зрения вдаль, другой — используется для работы вблизи, формируя слабую миопию. Как правило, адидационный эффект в этом случае обусловлен переносимой анизометропией и не превышает 1,5 Дптр [7]. В программном обеспечении «Пресбимакс» с концепцией «Микромоновижн» в результате операции происходит формирование биасферического мультифокального профиля роговицы, при этом на доминантном глазу в центральной зоне создаётся слабая миопическая рефракция для среднего расстояния, а в периферической зоне — эмметропическая рефракция для дали. На недоминантном глазу на периферической зоне формируется слабая миопическая рефракция, а в центре более сильная (рис. 1). Формирование такого профиля позволяет обеспечивать пациенту зрение вдаль, на средних расстояниях (70 см) и вблизи.

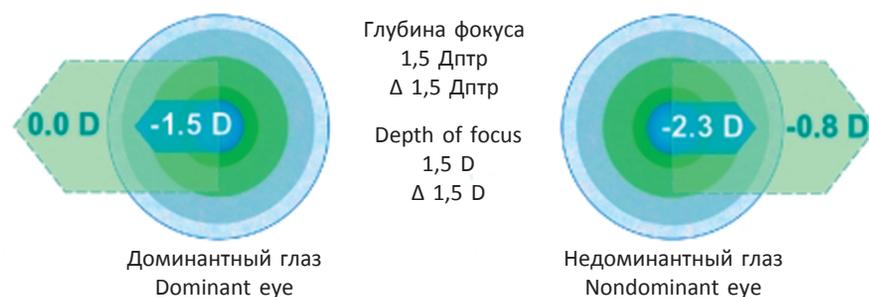


Рис. 1. Профили мультифокальной абляции роговицы, формируемые в программном обеспечении «Пресбимакс»

Fig. 1. Multifocal cornea ablation profiles generated with "Presbi-max" software

Дополнительно создаётся небольшая отрицательная сферическая аберрация, которая позволяет увеличить глубину фокуса, улучшить бинокулярное и стереоскопическое зрение, сводится к минимуму потеря контрастной чувствительности.

Применение подобного подхода при коррекции аметропий у пациентов «пресбиопического возраста» могло бы улучшить их зрительный комфорт и социальную адаптацию и обеспечить независимость от очковой коррекции в быту. Остаётся открытым вопрос степени адаптации и удовлетворённости пациентов предлагаемым мультифокальным профилем и анизометропией, вопрос сохранения качества зрения и их удовлетворённости проведённой операцией по сравнению с обычной эксимерлазерной коррекцией аметропии, принятой в практике рефракционной хирургии.

*Целью настоящего исследования* является сравнение эффективности, безопасности и прогнозируемости одномоментной коррекции гиперметропии и пресбиопии методом ФРК при нанесении мультифокального биасферического профиля на роговицу и коррекции гиперметропии методом ЛАСИК на эксимерлазерной установке Shwind Amaris (Германия).

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включены две группы пациентов с гиперметропией и пресбиопией: группа 1 — пациенты, прооперированные методом ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля на роговицу для одномоментной коррекции гиперметропии и улучшения зрения вблизи; группа 2 — пациенты, прооперированные методом ЛАСИК с нанесением стандартного асферического профиля для коррекции гиперметропии.

Группа 1 — 25 пациентов (50 глаз) в возрасте от 40 до 57 лет, средний возраст —  $48,9 \pm 8,1$  года (9 мужчин, 16 женщин) с гиперметропией от +0,50 до +4,75 Дптр, с астигматизмом от 0,50 до 1,00 Дптр. Среднее значение рефракции по сфероэквиваленту составило  $+1,86 \pm 0,18$  Дптр.

Группа 2 — 25 пациентов (50 глаз), оперированных методом ЛАСИК, в возрасте от 40 до 55 лет, средний возраст —  $47,5 \pm 7,5$  года (13 мужчин, 7 женщин), гиперметропия — от +1,00 до +5,00 Дптр, астигматизм — от 0,50 до 1,00 Дптр, среднее значение рефракции по сфероэквиваленту составило  $+1,98 \pm 0,94$  Дптр.

*Критерии включения в группы исследования:*

1) сферическая составляющая рефракции от +0,50 до +5,00 Дптр;

2) возраст от 40 до 60 лет;

3) отсутствие в анамнезе кераторефракционных операций;

4) предоперационная кератометрия между 40 и 43 Дптр;

5) центральная пахиметрия роговицы более 500 мкм;

6) максимальная корригированная острота зрения вдаль 1,0 или выше;

7) максимальная острота зрения вблизи 0,6 и выше;

8) пупиллометрия в фотопических условиях (40 лк) от 2,5 до 3,0 мм, в скотопических (0,04 лк) — от 4,5 до 6,8 мм.

*Критерии исключения:*

1) все стандартные противопоказания для рефракционных операций;

В группе 1 дополнительно:

2) наличие амблиопии одного или двух глаз;

3) некоторые профессиональные противопоказания, в том числе необходимость максимальной некорригированной остроты зрения вдаль монокулярно 1,0;

4) завышенные ожидания пациентов.

Всем пациентам до операции проводились: стандартное офтальмологическое обследование (рефкератометрия, визометрия монокулярно, бинокулярно вдаль с коррекцией и без коррекции, пневмотонометрия, биомикроскопия); дополнительные методики: визометрия монокулярно и бинокулярно на расстоянии 70 и 40 см без коррекции и с коррекцией; исследование аддидации на расстоянии 70 и 40 см; определение характера зрения и доминантного глаза по четырёхточечному цветотесту и Check test; оптическая кератометрия, пахиметрия, элевация передней и задней поверхности роговицы и её диаметра, оценка аберраций высшего порядка, в первую очередь сферической аберрации; пупиллометрия в различных стандартизированных условиях освещённости (фотопические — 40 лк, мезопические — 4 лк, скотопические — 0,04 лк) на диагностической платформе Schwind Sirius (Германия). Дополнительно в группе 1 проводилось анкетирование субъективного качества зрения с помощью опросника National Eye Institute's Visual function questionnaire.

Операции в обеих группах осуществлялись одним хирургом на установке Schwind Amaris 500 (Германия).

### *Основные характеристики планирования операции для группы 1*

Эксимерлазерная коррекция методом ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля с формированием незначительной анизометропии (концепция «Микромоновижн»)

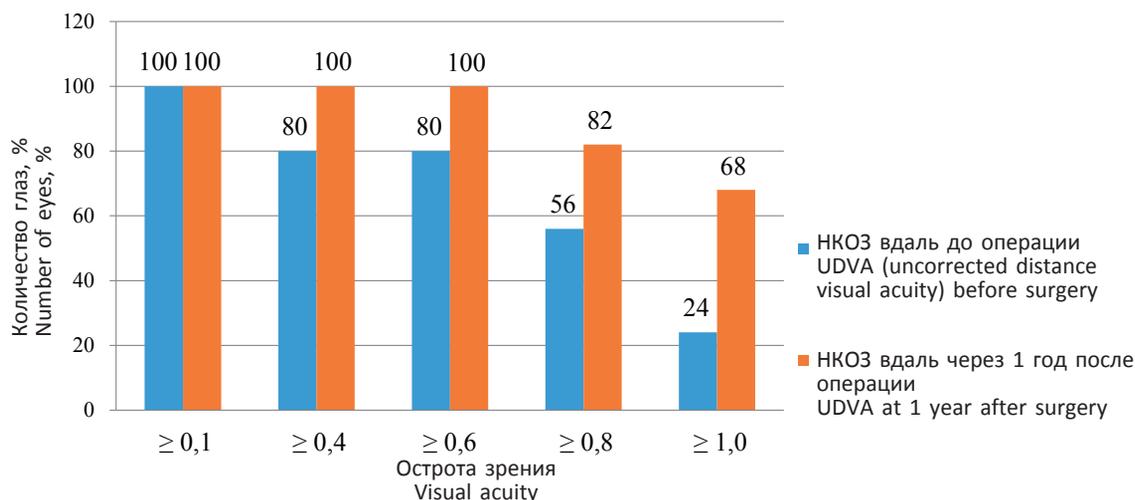


Рис. 2. Распределение некорригированной бинокулярной остроты зрения вдаль до и через 1 год после операции в группе 1 ( $n = 50$ )

Fig. 2. Binocular uncorrected distance visual acuity before surgery and at 1 year after it in group 1 ( $n = 50$ )

1. Хирургическая аддидация от +1,75 до +2,25 Дптр в зависимости от исходной потребности в аддидации: чем меньше потребность в аддидации, тем меньше хирургическая аддидация.
2. Оптическая зона от 6,5 до 6,8 мм в соответствии с требованиями номограммы производителя и в зависимости от диаметра зрачка. Диаметр оптической зоны не менее максимального диаметра зрачка в скотопических условиях.
3. Планируемая рефракция: эмметропия на доминантном глазу и  $\approx -0,75$  Дптр на недоминантном.

#### Основные характеристики планирования операции группы ЛАСИК

1. Оптическая зона от 6,5 до 7,0 мм.
2. Планируемая рефракция: эмметропия на оба глаза.

Контрольные сроки наблюдения: до операции, первые сутки после операции, день эпителизации

(только для группы 1 (3–4-е сутки), а также 1, 3, 6 месяцев и 1 год после операции для обеих групп.

#### Результаты:

В группе 1 эпителизация наступала в срок от 2,5 до 4 дней.

В день эпителизации (3–4-й день после операции) монокулярная некорригированная острота зрения (НКОЗ) на доминантном и недоминантном глазах составляла в среднем  $0,28 \pm 0,20$  и  $0,23 \pm 0,20$  соответственно. Через 1 месяц НКОЗ на доминантном глазу была  $0,55 \pm 0,24$ ; через 3 месяца —  $0,70 \pm 0,20$ ; через 6 месяцев —  $0,81 \pm 0,24$  и через год —  $0,85 \pm 0,23$ . На недоминантном глазу, на котором формировалась миопическая рефракция, через 1 месяц НКОЗ составляла  $0,29 \pm 0,19$ ; через 3 месяца —  $0,47 \pm 0,25$ ; через 6 месяцев —  $0,55 \pm 0,28$  и через год —  $0,60 \pm 0,28$ .

При этом бинокулярная острота зрения вдаль через 1 месяц после операции составляла



Рис. 3. Распределение некорригированной бинокулярной остроты зрения вблизи (40 см) до операции и через 1 год после операции в группе 1 ( $n = 50$ )

Fig. 3. Binocular uncorrected near visual acuity (40 cm) before surgery and at 1 year after it in group 1 ( $n = 50$ )

0,57 ± 0,07; через 3 месяца — 0,77 ± 0,14; через 6 месяцев — 0,87 ± 0,23 и через год — 0,96 ± 0,16. Следует отметить, что до операции НКОЗ вдаль в этой группе была равна 0,65 ± 0,28 (рис. 2). Полученные данные иллюстрируют эффективность данной операции, но, к сожалению, период восстановления остроты зрения вдаль оказался достаточно длительным. То есть только через три месяца после операции бинокулярная НКОЗ вдаль была выше, чем до операции. Потеря монокулярной максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) вдаль наблюдалась на двух глазах (4 %) на 1–2 строчки.

НКОЗ на расстоянии 40 см на недоминантном глазу составляла: на 3–4-е сутки — 0,51 ± 0,23; через 1 месяц — 0,67 ± 0,19; через 3 месяца — 0,74 ± 0,18; через 6 месяцев — 0,67 ± 0,20; через 1 год — 0,64 ± 0,17. На доминантном глазу НКОЗ вблизи оказывалась равной 0,50 ± 0,07 в день эпителизации; 0,56 ± 0,21 — через 1 и 6 месяцев и через год после операции — 0,51 ± 0,23.

Бинокулярная НКОЗ на расстоянии 40 см до операции составляла 0,21 ± 0,12. После операции: на 3–4-й день — 0,55 ± 0,21; через 1 месяц — 0,77 ± 0,19, далее она оставалась без динамики в течение всего срока наблюдения (рис. 3). В течение года наблюдения 96 % пациентов не испытывали потребности в аддидации и имели бинокулярную остроту зрения вблизи более 0,6; 4 % пациентов имели бинокулярную остроту зрения на данном расстоянии 0,5 и нуждались в аддидации не более 0,75 Дптр. Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности в улучшении остроты зрения вблизи у данной категории пациентов.

Монокулярная НКОЗ на расстоянии 70 см в группе 1 после операции значительно не отличалась на доминантном и недоминантном глазах в течение всего периода наблюдения. В день эпителизации 0,20 ± 0,07 и 0,18 ± 0,15 соответственно, через 1 месяц — 0,43 ± 0,07 и 0,37 ± 0,14; через 3 месяца — 0,5 ± 0,14 и 0,44 ± 0,18; через 1 год — 0,56 ± 0,20 и 0,56 ± 0,16 ( $p > 0,05$ ). Бинокулярная НКОЗ на данном расстоянии до операции была 0,21 ± 0,03. После операции через 1 месяц — 0,46 ± 0,14; через 3 месяца — 0,56 ± 0,10; через 6 месяцев и через 1 год — 0,64 ± 0,15.

В группе 2 монокулярная и бинокулярная НКОЗ вдаль через месяц после операции составляла 0,87 ± 0,13 и 0,97 ± 0,05; через 3 месяца — 0,92 ± 0,09 и 1,00 ± 0,10; через 6 ме-

сяцев — 0,98 ± 0,07 и 1,00 ± 0,10; а через 1 год — 0,98 ± 0,07 и 1,00 ± 0,10, выше, чем в группе 1 ( $p < 0,05$ ). При этом до операции бинокулярная НКОЗ вдаль оказалась равной 0,27 ± 0,19; монокулярная — 0,18 ± 0,13. Потери монокулярной МКОЗ вдаль после операции не наблюдалось ни на одном глазу.

Бинокулярная НКОЗ в группе 2 на расстоянии 40 см до операции составляла 0,18 ± 0,08. Через месяц после операции данный показатель был равен 0,51 ± 0,14 и постепенно снижался к 3-му месяцу наблюдения — 0,42 ± 0,17; далее отмечалась стабилизация данных показателей, которые не имели значительных отклонений в течение последующего года наблюдения — 0,37 ± 0,16. Монокулярная НКОЗ вблизи на 40 см до операции составляла 0,10 ± 0,05; через 1 месяц — 0,46 ± 0,22 и снижалась к 3-му месяцу до 0,29 ± 0,18, оставаясь в последующем без динамики в течение года.

На расстоянии 70 см бинокулярная и монокулярная НКОЗ до операции была равна 3,00 ± 0,08 и 0,21 ± 0,08 соответственно, через 1 месяц после операции — 0,60 ± 0,16 и 0,54 ± 0,19; к 3-му месяцу достигала значений, которые не менялись в течение года — 0,46 ± 0,13 и 0,37 ± 0,16.

При сравнении бинокулярной НКОЗ после операции на разных расстояниях двух групп установлено, что через месяц после операции в группе 2 острота зрения вдаль достигала 0,97 ± 0,05 и оставалась стабильной в течение года. В группе 1 через месяц острота зрения составляла 0,57 ± 0,07 ( $p < 0,05$ ), и в течение года отмечалось ее постепенное увеличение, обусловленное более длительной стабилизацией рефракционно-го эффекта.

Бинокулярная НКОЗ в группе 2 на расстояниях 40 и 70 см была ниже ( $p < 0,05$ ), чем в группе 1. При определении НКОЗ вблизи отмечалась уже более высокая острота зрения в группе 1 по сравнению с группой 2: через 1 месяц — 0,77 ± 0,16 и 0,51 ± 0,14; через 3 месяца — 0,78 ± 0,10 и 0,42 ± 0,17; через 1 год — 0,77 ± 0,17 и 0,37 ± 0,16 соответственно.

На расстоянии 70 см бинокулярная НКОЗ в 1-й месяц после операции не имела статистически значимых различий между группами, к 3-му месяцу превалировала в группе 1 на 0,1 и составляла 0,56 ± 0,10; в группе 2 — 0,46 ± 0,13 ( $p > 0,05$ ), уже через 6 месяцев наблюдения оказалась равной 0,65 ± 0,16 и 0,43 ± 0,12 ( $p > 0,05$ ) и не менялась через год после операции. Сравнение показателей некорригированной бинокуляр-

ной и монокулярной остроты зрения в группах отражено на рис. 4 (табл. 1).

Клиническая рефракция в сроки 1 год после операции в группе 1 на доминантном глазу составила  $-0,19 \pm 0,17$  Дптр, на недоминантном —  $-0,79 \pm 0,41$  Дптр.

Распределение результирующей рефракции по отношению к запланированной показано на рис. 5 и 6.

На доминантном глазу 72 % имели запланированную целевую рефракцию — эмметропию, в 20 % случаев наблюдалось отклонение от за-

Таблица 1

Динамика восстановления некорригированной остроты зрения на разных расстояниях в исследуемых группах ( $*p < 0,05$ )

Table 1

The recovery of uncorrected visual acuity at different distances in the study groups ( $*p < 0,05$ )

Сроки наблюдения	До операции, $n = 50$	День полной эпителизации, $n = 50$	1 месяц после операции, $n = 50$	3 месяца после операции, $n = 50$	6 месяцев после операции, $n = 50$	1 год после операции, $n = 50$
Бинокулярное зрение, группа 1						
Даль	$0,65 \pm 0,28$	$0,35 \pm 0,08$	$0,57 \pm 0,07^*$	$0,77 \pm 0,14^*$	$0,87 \pm 0,23^*$	$0,96 \pm 0,16^*$
70 см	$0,21 \pm 0,03$	$0,27 \pm 0,16$	$0,46 \pm 0,14$	$0,56 \pm 0,10$	$0,65 \pm 0,16$	$0,64 \pm 0,15$
40 см	$0,21 \pm 0,12$	$0,55 \pm 0,21$	$0,77 \pm 0,19^*$	$0,78 \pm 0,10^*$	$0,78 \pm 0,12^*$	$0,77 \pm 0,17^*$
Монокулярное зрение (доминантный глаз), группа 1						
Даль	$0,58 \pm 0,29$	$0,28 \pm 0,20$	$0,55 \pm 0,24$	$0,70 \pm 0,20$	$0,81 \pm 0,24^*$	$0,85 \pm 0,23^*$
70 см	$0,19 \pm 0,08$	$0,20 \pm 0,07$	$0,43 \pm 0,07$	$0,50 \pm 0,14$	$0,56 \pm 0,28$	$0,56 \pm 0,20$
40 см	$0,16 \pm 0,1$	$0,50 \pm 0,07$	$0,56 \pm 0,21^*$	$0,60 \pm 0,21$	$0,56 \pm 0,21^*$	$0,51 \pm 0,23$
Монокулярное зрение (недоминантный глаз), группа 1						
Даль	$0,49 \pm 0,27$	$0,23 \pm 0,20$	$0,29 \pm 0,19$	$0,47 \pm 0,25^*$	$0,55 \pm 0,28^*$	$0,60 \pm 0,28^*$
70 см	$0,15 \pm 0,07$	$0,18 \pm 0,15$	$0,37 \pm 0,14$	$0,44 \pm 0,18$	$0,56 \pm 0,21$	$0,56 \pm 0,16$
40 см	$0,14 \pm 0,07$	$0,51 \pm 0,20$	$0,67 \pm 0,19$	$0,74 \pm 0,18$	$0,67 \pm 0,20^*$	$0,64 \pm 0,17^*$
Бинокулярное зрение, группа 2						
Даль	$0,27 \pm 0,19$	—	$0,97 \pm 0,05^*$	$1,00 \pm 0,10^*$	$1,00 \pm 0,10^*$	$1,00 \pm 0,10^*$
70 см	$3,00 \pm 0,08$	—	$0,60 \pm 0,16$	$0,46 \pm 0,13$	$0,43 \pm 0,12$	$0,43 \pm 0,12$
40 см	$0,18 \pm 0,08$	—	$0,51 \pm 0,14$	$0,42 \pm 0,17$	$0,38 \pm 0,16^*$	$0,37 \pm 0,16^*$
Монокулярное зрение, группа 2						
Даль	$0,18 \pm 0,13$	—	$0,87 \pm 0,13$	$0,92 \pm 0,09^*$	$0,98 \pm 0,07^*$	$0,98 \pm 0,07^*$
70 см	$0,21 \pm 0,08$	—	$0,54 \pm 0,19$	$0,37 \pm 0,16$	$0,37 \pm 0,16$	$0,37 \pm 0,16$
40 см	$0,10 \pm 0,05$	—	$0,46 \pm 0,22^*$	$0,29 \pm 0,18$	$0,28 \pm 0,15^*$	$0,28 \pm 0,15^*$

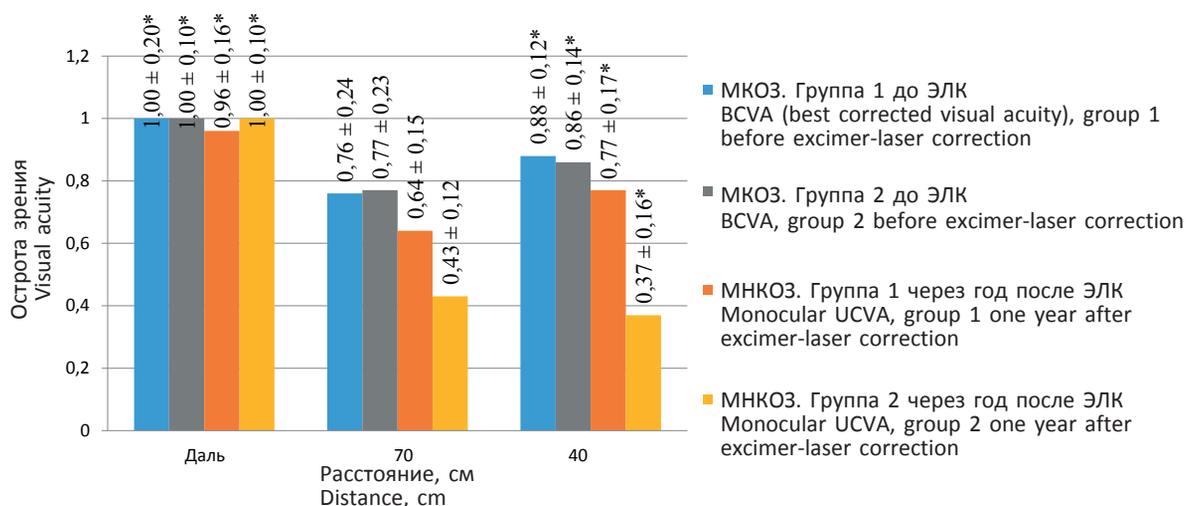


Рис. 4. Сравнение бинокулярной некорригированной остроты зрения на всех расстояниях через 1 год после операции ( $p < 0,05$ )

Fig. 4. Comparison of the binocular uncorrected visual acuity at all distances at 1 year after surgery ( $p < 0.05$ )

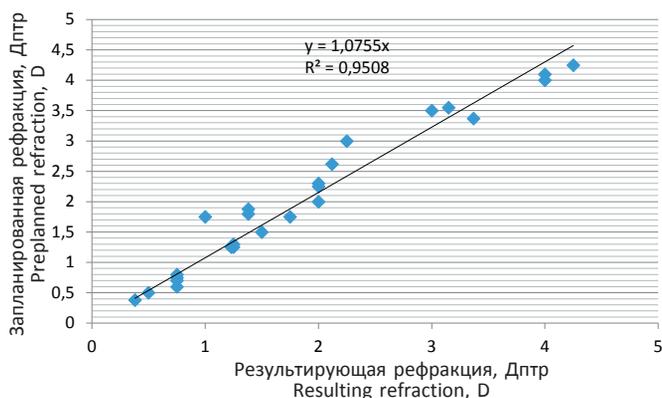


Рис. 5. График распределения клинической рефракции на доминантном глазу в группе 1 через год после операции ( $n = 25$ )

Fig. 5. Distribution of the dominant eye clinical refraction types in group 1 at one year after surgery ( $n = 25$ )

планированной рефракции в сторону миопии на  $-0,5$  Дптр и в 8 % случаев — на  $-0,75$  Дптр. Запланированная целевая рефракция на недоминантном глазу  $\approx -0,75$  Дптр, по результатам нашего исследования в данный диапазон вошло 68 %, отклонение результирующей рефракции от запланированной на  $-0,5$  Дптр было отмечено в 12 % случаев и в 20 % — на  $-0,75$  Дптр. Жалоб на качество зрения вдаль данные пациенты не предъявляли.

Клиническая рефракция в группе 2 через год после операции в среднем по сферозэквиваленту составляла  $0,05 \pm 0,18$  Дптр. Запланированную эметропическую рефракцию наблюдали на 96 % глаз пациентов, и 4 % пациентов имели сдвиг результирующей рефракции в слабую миопию 0,5 Дптр (рис. 7).

Исходно положительная сферическая абберация до операции принимала отрицательный знак после лазерной коррекции и отличалась при переходе от четырёхмиллиметровой зоны к шестимиллиметровой в обеих группах.

Так, в группе 1 до операции среднее значение сферической абберации в четырёхмиллиметровой зоне составило  $0,06 \pm 0,01$  мкм, через год —  $-0,06 \pm 0,05$  мкм ( $p < 0,05$ ), в шестимиллиметровой зоне —  $0,22 \pm 0,02$  мкм, через год —  $-0,22 \pm 0,17$  мкм ( $p < 0,05$ ). При этом сферическая абберация на доминантном глазу менялась следующим образом: в четырёхмиллиметровой зоне до операции —  $0,06 \pm 0,02$  мкм, через год после операции —  $-0,05 \pm 0,02$  мкм, в шестимиллиметровой зоне до операции —  $0,23 \pm 0,06$  мкм, через год наблюдения —  $-0,17 \pm 0,15$  мкм. На недоминантном глазу: в четырёхмиллиметровой зоне до операции сферическая абберация составляла

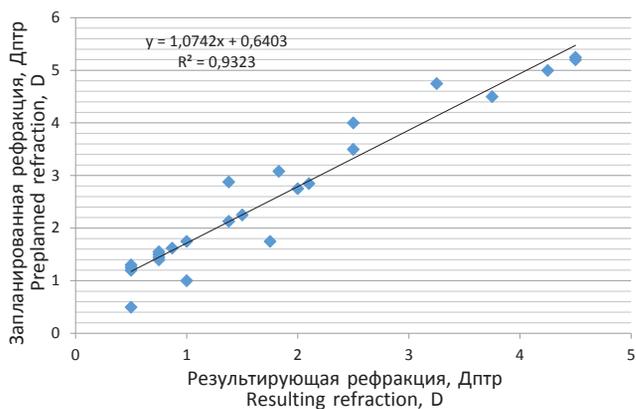


Рис. 6. График распределения клинической рефракции на недоминантном глазу в группе 1 через год после операции ( $n = 25$ )

Fig. 6. Distribution of the nondominant eye clinical refraction types in group 1 at one year after surgery ( $n = 25$ )

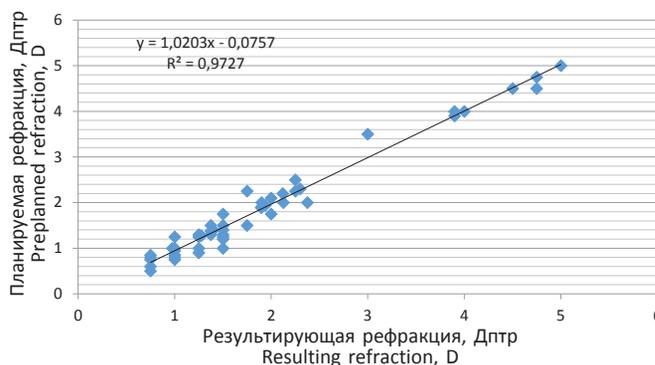


Рис. 7. График распределения клинической рефракции в группе 2 через год после операции ( $n = 50$ )

Fig. 7. Clinical refraction type distribution in group 2 at one year after surgery ( $n = 50$ )

$0,06 \pm 0,02$  мкм, через год после операции сферическая абберация изменялась в отрицательную сторону больше, чем на доминантном, и достигала  $-0,1 \pm 0,04$  мкм, в шестимиллиметровой зоне до операции —  $0,22 \pm 0,08$  мкм, через год —  $-0,27 \pm 0,2$  мкм.

В группе 2 также наблюдалось изменение положительной сферической абберации до операции на отрицательную, но, в отличие от группы 1, сферическая абберация имеет меньшее значение. Так, в четырёхмиллиметровой зоне через год после лазерной коррекции она достигла  $-0,03 \pm 0,03$  мкм, а в шестимиллиметровой зоне —  $-0,10 \pm 0,08$  мкм. Распределение сферической абберации отражено в табл. 2.

При проведении опроса о субъективном качестве зрения по анкете качества зрения (National Eye Institute's Visual function questionnaire) в группе 1 у пациентов выявлены высокое качество зрения и полная удовлетворённость пациентов при вождении автомобиля, особенно в сумерки, полная

Таблица 2

Сферическая аберрация в четырёхмиллиметровой и шестимиллиметровой зонах (\* $p < 0,05$ )

Table 2

Spherical aberration in the four-millimeter and six-millimeter zones (\* $p < 0,05$ )

Срок наблюдения	Сферическая аберрация, мкм (6 мм)	Сферическая аберрация, мкм (4 мм)
Группа 1 ( $n = 50$ )		
До операции	$0,22 \pm 0,02^*$	$0,06 \pm 0,01^*$
Через 6 месяцев после операции	$-0,23 \pm 0,20^*$	$-0,07 \pm 0,05^*$
Через 1 год после операции	$-0,22 \pm 0,17^*$	$-0,06 \pm 0,05^*$
Группа 2 ( $n = 50$ )		
До операции	$0,19 \pm 0,02^*$	$0,03 \pm 0,01^*$
Через 6 месяцев после операции	$-0,15 \pm 0,07$	$-0,03 \pm 0,03$
Через 1 год после операции	$-0,10 \pm 0,08^*$	$-0,03 \pm 0,03^*$

независимость от очков в повседневной жизни, способность выполнять работу на близком расстоянии без очковой коррекции, повышение качества жизни. Так, до операции количество баллов в результате анкетирования составляло  $28,78 \pm 5$ , через 6 месяцев —  $22,9 \pm 4$ , а через год —  $22,4 \pm 4,6$ .

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашем исследовании приведены различные подходы к эксимерлазерной коррекции гиперметропии. При ЛАСИК выкраивается роговичный лоскут, под которым происходит абляция стромы и коррекция только гиперметропии, а при исследуемой нами модификации ФРК на роговице формируется сложный мультифокальный биасферический поверхностный профиль с коррекцией не только гиперметропии, но и пресбиопии. Это и обусловило различия в полученных нами результатах.

Максимальная монокулярная и бинокулярная некорригированная острота зрения выше у пациентов после эксимерлазерной коррекции методом ЛАСИК, при этом не наблюдаются потери строк максимальной остроты зрения вдаль. Прогнозируемость данного метода высокая. Однако при этой методике вмешательства пациенты, имеющие пресбиопию, после коррекции гиперметропии не получают достаточную остроту зрения на близких и средних расстояниях и вынуждены использовать очки для чтения. Статистически достоверно сферическая аберрация в обеих группах менялась с положительной на отрицательную, что обусловлено профилем абляции при коррекции гиперметропии, однако эти изменения в группе 2 оказались недостаточными, и очевидно, что только одно усиление сферической аберрации роговицы не может обеспечить пациенту полную независимость от очков и высокую остроту зрения вблизи. Таким образом, мультифокальный профиль рого-

вицы в сочетании с усиливающейся отрицательной сферической аберрацией от центра к периферии обеспечивает максимальное увеличение глубины фокуса, при этом распределение оптической силы в переходной зоне между центральной и периферической оптическими зонами является непрерывным.

Применение метода ФРК с нанесением мультифокального биасферического профиля на роговицу позволяет провести одномоментную коррекцию гиперметропии и пресбиопии и достичь высокой остроты зрения на всех расстояниях. При этом, вопреки устоявшемуся мнению о сглаживающей роли эпителия при нанесении сложных профилей на роговицу, нам удалось добиться ожидаемого эффекта — и рефракционного и аберрационного. Закономерно, что острота зрения вдаль в этой группе восстанавливалась медленнее, чем при ЛАСИК. Это объясняется созданием мультифокального биасферического профиля и сроками течения репаративных процессов роговицы. К 1-му месяцу после операции бинокулярная некорригированная острота зрения достигает половины от планируемой максимальной остроты зрения и повышается с каждым сроком наблюдения, через год различия в остроте зрения становятся статистически недостоверными от пациентов в группе после ЛАСИК.

Бинокулярная острота зрения вблизи, на расстоянии 40 см, удовлетворяющая потребностям пациентов в работе, достигается уже в день эпителизации (3–4-е сутки после операции) и постепенно повышается, достигая максимума через месяц после операции. Значения некорригированной остроты зрения вблизи у этой группы пациентов достоверно выше, чем после ЛАСИК.

Качество зрения на протяжении года наблюдения у данной группы пациентов не ухудшается,

о чем свидетельствуют высокие баллы анкетирования качества зрения.

Рефракционный результат у 70 % пациентов с мультифокальным профилем в комбинации с ФРК соответствует запланированному, что свидетельствует о достаточно высокой прогнозируемости данной методики, хотя и проигрывает, вполне предсказуемо, по прогнозируемости результатов у пациентов после ЛАСИК.

Таким образом, одномоментная коррекция гиперметропии пресбиопией методом ФРК при нанесении мультифокального биасферического профиля на роговицу с помощью программного обеспечения «Пресбимакс» с формированием незначительной анизометропии (концепция «Микромоновижн») предпочтительна по сравнению с традиционной (ЛАСИК), поскольку позволяет одновременно получать высокую остроту зрения вдаль и вблизи и является эффективным методом хирургического вмешательства при сочетании гиперметропии и пресбиопии.

Целесообразны дальнейшие доработки данного метода и профиля коррекции аметропии и пресбиопии с целью повышения скорости зрительной адаптации в послеоперационном периоде и ускорения восстановления остроты зрения вдаль, а также разработка профилей, которые комбинируются с операциями типа ЛАСИК.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куренков В.В. Руководство по эксимерлазерной хирургии роговицы. – М., 2002. – С. 29–41. [Kurenkov VV. Rukovodstvo po jeksimerlazernoj hirurgii rogovicy. Moscow, 2002. P. 29–41. (In Russ.)]
2. Эскина Э.Н. PresbyMAX — новейшая методика коррекции пресбиопии. Практическое применение эксимерного лазера Амарис Швинд // Новое в офтальмологии. – 2013. – № 1. – С. 48–53. [Jeskina JeN. PresbyMAX – novejšhaja metodika korrekcii presbiopii. Praktičeskoe primenenie jeksimerlogo lazera Amaris Shvind. *Novoe v oftal'mologii*. 2013;(1):48–53. (In Russ.)]
3. Пекарский М. И., Эскина Э.Н. Патоморфологические аспекты воздействия эксимерного лазера на роговицу // Рефракционная хирургия и офтальмология. – 2001. – Т. 1. – № 2. – С. 42–48.

Сведения об авторах:

**Эрика Наумовна Эскина** — д-р мед. наук, профессор кафедры глазных болезней, ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации» ФМБА России; главный врач клиники лазерной медицины «Сфера», Москва. E-mail: erika.eskina@sfe.ru.

**Виктория Анатольевна Паршина** — соискатель на кафедре глазных болезней, ФГБОУ ДПО «Институт повышения квалификации» ФМБА России; врач-офтальмолог клиники лазерной медицины «Сфера», Москва. E-mail: vparshina@sfe.ru.

- [Pekarskij MI, Jeskina JeN. Patomorfologičeskie aspekty vozdeystvija jeksimerlogo lazera na rogovicu. *Refrakcionnaja hirurgija i oftal'mologija*. 2001;1(2):42–48. (In Russ.)]
4. Arba MS, Alió JL. Presbyopic correction on the cornea. *EyeVis (Lond)*. 2014;(1):5.
  5. Baudu P, Penin F, Arba-Mosquera S. Uncorrected binocular performance after bi-aspheric ablation profile for presbyopic corneal treatment using AMARIS with PresbyMax module. *Am J Ophthalmol*. 2013;155(4):636–647. doi: 10.1016/j.ajo.2012.10.023.
  6. Iribarne Y, Juarez E, Arba-Mosquera S, et al. Bi-aspheric ablation profile for presbyopic hyperopic corneal treatments using AMARIS with PresbyMAX module: Multicentric Study in Spain. *Journal of Emmetropia*. 2012;(3):5–16.
  7. Garcia-Gonzalez M, Teus MA, Hernandez-Verdejo JL. Visual outcomes of LASIK-induced monovision in myopic patients with presbyopia. *Ophthalmology*. 2010;150. doi: 10.1016/j.ajo.2010.03.022.
  8. Gil-Cazorla R, Shah S, Naroo SA. A review of the surgical options for the correction of presbyopia. *Br J Ophthalmology*. 2016;100(1):62–70. doi: 10.1136/bjophthalmol-2015-306663.
  9. Habibollahi A, Hashemi H, Seyedian M, et al. One Year Outcomes of Photorefractive Keratectomy with the Application of Mitomycin-C in the Treatment of Mild to Moderate Hyperopia. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2015Oct–Dec;22(4):484–488. doi: 10.4103/0974-9233.167821.
  10. Plaza-Puche AB, Yebana P, Arba-Mosquera S, Alió JL. Three-Year Follow-up of Hyperopic LASIK Using a 500-Hz Excimer Laser System. *J Refract Surg*. 2015Oct;31(10):674–82. doi: 10.3928/1081597X-20150928-06.
  11. Sandoval HP, Donnenfeld ED, Kohnen T, et al. Modern laser in situ keratomileusis outcomes. *J Cataract Refract Surg*. 2016 Aug;42(8):1224–34. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.07.012.
  12. Santhiago MR, Giacomini NT, Smadja D, Bechara SJ. Ectasia risk factors in refractive surgery. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:713–720. doi: 10.2147/OPHT.S51313.
  13. Shabani A, Asani M, Kaçaniku G, et al. Pachymetric Changes of the Cornea Amongst Patients Treated with LASIK. *Acta Inform Med*. 2015 Dec;23(6):352–5. doi: 10.5455/aim.2015.23.352–355.
  14. Tomás-Juan J, Murueta-Goyena Larrañaga A, Hanneken L. Corneal Regeneration After Photorefractive Keratectomy: A Review. *J Optom*. 2015Jul–Sep;8(3):149–69. doi: 10.1016/j.optom.2014.09.001.

Information about the authors:

**Erika N. Eskina** — MD, PhD, DMedSc, professor. Ophthalmology Department, Institute of professional development of the Federal Medical and Biological Agency; Chief Physician of the Laser Surgery Clinic “SPHERE” Moscow, Russia. E-mail: erika.eskina@sfe.ru.

**Victoria A. Parshina** — MD, ophthalmologist, postgraduate researcher. Institute of professional development of the Federal Medical and Biological Agency; Ophthalmology Department, Laser Surgery Clinic “SPHERE” Moscow, Russia. E-mail: vparshina@sfe.ru.