

Функциональные результаты оптимизированной асферической технологии с использованием номограммы в сравнении с асферическим и стандартным алгоритмом у пациентов с миопией на отечественной эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум»

И.А. Мушкова¹, А.Н. Каримова¹, Е.Г. Погодина², В.Г. Мовшев³

¹ ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Москва;

² ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России, Оренбургский филиал;

³ ООО «Оптосистемы», Московская область, Троицк

РЕФЕРАТ

Цель. Сравнение функционально-оптической зоны (ФОЗ) пространственно-контрастной чувствительности (ПКЧ) в условиях различной степени освещенности, оценка эффективности, безопасности, предсказуемости и стабильности при коррекции миопии на установке «Микроскан-Визум».

Материал и методы. Проведен анализ результатов операций ФемтоЛазик у 130 пациентов с миопией (130 глаз), которые были разделены на группы: группа исследования «Номограмма» (50 глаз) – расчет производился по разработанной авторами номограмме; группа сравнения «Асферическая» (30 глаз), где Q был -0,2; группа контроля «Стандартная» (50 глаз) – по стандартной методике.

Результаты. В группе «Номограмма» НКОЗ вдаль $1,08 \pm 0,04$, «Асферическая» – $1,06 \pm 0,02$, «Стандартная» – $1,04 \pm 0,03$. В группе «Номограмма» средняя величина ФОЗ $5,71 \pm 0,09$ мм, в группе «Асферическая» – $5,61 \pm 0,12$ мм, в группе «Стандартная» – $5,38 \pm 0,75$ мм. Статистически достоверные отличия в величине ФОЗ между группами «Асферическая» и «Номограмма» в области средней и высокой миопии составляют $5,18 \pm 0,12$ и $5,52 \pm 0,08$ мм соответственно. Острота

Офтальмохирургия. 2019;4: 16–24.

зрения во всех условиях освещения выше дооперационной к 6 мес. во всех группах, кроме «Стандартной». Анализ ПКЧ в фотопических условиях с засветом и без показал рост во всех группах на всех частотах. В мезопических условиях без засвета для групп «Асферическая» и «Номограмма» к 6 мес. выявлено восстановление ПКЧ с различием на частоте 18 цикло/град, где в группе «Асферическая» произошло некоторое снижение, а в группе «Номограмма» – превышение. В мезопических условиях с засветом в группах «Асферическая» и «Номограмма» значения ПКЧ увеличились на высоких частотах почти в 2 раза относительно дооперационного уровня, а также в 2 раза увеличились значения группы «Номограмма» относительно группы «Асферическая».

Выводы. В группе «Номограмма» выявлены наилучшие показатели ПКЧ, остроты зрения в условиях различной освещенности, эффективности, безопасности, предсказуемости и стабильности по сравнению с группами сравнения и контроля.

Ключевые слова: асферическая абляция, коническая константа, эксимерлазерная коррекция миопии, номограмма. ■

Авторы не имеют финансовых или имущественных интересов в упомянутых материале и методах.

ABSTRACT

Functional results of the optimized aspherical technology using nomogram in comparison with aspherical and standard algorithm in patients with myopia in application of the domestic excimer laser unit «MicroScan-Vizum»

I.A. Mushkova¹, A.N. Karimova¹, E.G. Pogodina², V.G. Movshev³

¹ S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Moscow;

² Orenburg branch of S.Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution;

³ ООО «Optosystems», Troitsk, Moscow region

Purpose. Comparison of FOZ (Functional-Optical Zone), Spatial-Contrast Sensitivity (SCS) under various illumination conditions, evaluation of efficacy, safety, predictability and stability in correction of myopia using the MicroScan-Vizum unit in patients of comparative, control and main study groups.

Material and methods. The results of FemtoLasik operations were analyzed in 78 patients with myopia (130 eyes), which were divided into the following groups: «Nomogram» (50 eyes) – the calculation was made according to the nomogram developed by the authors; «Aspheric» (30 eyes), where Q was 0.2; «Standard» (50 eyes) – using the standard method.



Results. In the Nomogram group, the uncorrected visual acuity (UCVA) was 1.08 ± 0.04 , the Aspheric group – 1.06 ± 0.02 , the Standard group – 1.04 ± 0.03 . In the Nomogram group, average FOZ (functional-optical zone) value was 5.71 ± 0.09 mm, in the Aspheric group – 5.61 ± 0.12 mm, in the Standard group – 5.38 ± 0.75 mm. Statistically significant differences in FOZ values between the Aspheric and Nomogram groups in the area of moderate and high myopia were 5.18 ± 0.12 mm and 5.52 ± 0.08 mm, respectively. The visual acuity in all light conditions by 6th month was higher than the preoperative one in all the groups except the Standard group.

In the SCS analysis under photopic conditions with and without light a growth of indicators in all groups at all frequencies was observed.

By 6th month under mesopic conditions without light for the Aspheric and Nomogram groups a SCS recovery was noted, with difference at 18

cyclo/deg frequency, with a slight decrease for the Aspheric group, and an increase for the Nomogram group. In the mesopic conditions with light in the Aspheric and Nomogram groups, the SCS values increased on high frequencies almost twice as opposed to the preoperative level, and also the values of the Nomogram group increased twofold as opposed to those of the Aspheric group.

Conclusion. The Nomogram group showed the best characteristics of efficiency, safety, predictability and stability as opposed to the comparative and control groups.

Key words: *aspheric ablation, conic constant, excimer laser correction of myopia, nomogram.* ■

No author has a financial or proprietary interest in any material or method mentioned.

Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2019;4: 16–24.

АКТУАЛЬНОСТЬ

После проведения эксимерлазерной коррекции рефракционных нарушений для пациента важно получить не только максимальные количественные показатели зрения, но и сохранить высокое качество зрения. Качество зрения определяется на 50% остротой зрения и на 50% зависит от наличия высокой степени контрастной чувствительности, так называемых «тонких» функций зрения (Jack Holladay MD PhD, XX Congress European Society of Cataract and Refractive Surgeons (ESCRS), 2002). В настоящее время полученные высокие результаты остроты зрения в рефракционной хирургии не привели пациентов к полной удовлетворенности исходом лечения [1, 2]. Пациенты предъявляют жалобы на снижение зрения в сумерках, в условиях недостаточного освещения, на расплывчатость контуров предметов, высокую слепимость, на проблемы с вождением автомобиля в ночное время [3–5]. Оценка возможностей органа зрения с позиций требований профессии, спорта, применительно к способности вождения автотранспорта, к возможностям трудоустройства, к зрительной работоспособности пациентов, к срокам восстановления зрительных функций после операции привела к необходимости оптимизации алгорит-

мов эксимерлазерной коррекции [6]. Известно, что при эксимерлазерной коррекции миопии формируется более плоская поверхность роговицы. Она может приобрести форму сферы или сплюснутого эллипсоида. Это приводит к возникновению сферических аберраций при расширенном зрачке, что наиболее существенно сказывается на качестве сумеречного и ночного зрения. Чем больше степень коррекции миопии, тем больше отклонение от первоначальной формы роговицы на периферии оптической зоны, тем в большей степени возникают положительные сферические аберрации на границе воздействия. То есть с возрастанием объема миопической коррекции происходит прогрессивное увеличение показателя асферичности (Q-фактора) в сторону плюсовых значений с соответствующим уменьшением величины ФОЗ против заданной оптической зоны. Увеличение диаметра входного зрачка более, чем ФОЗ, снижает качество зрения, потому что прогрессивно увеличиваются сферические аберрации [7–9]. Новые стратегии управления асферичностью, предложенные на современном этапе для применения в эксимерлазерных системах, способствуют относительному расширению ФОЗ при миопическом ЛАЗИК [10–12]. Асферический профиль абляции, ориентированный по Q-фактору, как по-

казано в статье Майчук с соавт. [13], направлен на решение данной проблемы при коррекции миопии на отечественной эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум». Асферический алгоритм позволяет предкомпенсировать возникающие в результате коррекции миопии положительные сферические аберрации, способствует увеличению ФОЗ, улучшает функциональные результаты и помогает решить проблему качества зрения в условиях различной степени освещенности и в ночное время [14, 15]. В программном обеспечении отечественной эксимерлазерной установки «Микроскан-Визум» асферические рефракционные операции рассчитываются по схеме «сфера–минус–эллипсоид» с заданным положительным или отрицательным значением Q-фактора. В данной установке, в настоящее время, при коррекции миопии с использованием асферического алгоритма абляции устанавливается величина Q-фактора -0,2. Выбор этого значения основан на средних значениях Q-фактора в популяции людей и результатах расчетов полной математической модели оптического тракта глаза [13].

Для корреспонденции:

Погодина Елена Геннадьевна,
врач-офтальмолог.
ORCID ID: 0000-0002-3772-6759
E-mail: elenapogodina56@yandex.ru

Таблица 1

Исходные параметры пациентов по группам

Table 1

Initial parameters of patients, groupwise

Группа Group	Показатели Parameters								
	Число глаз Number of eyes	Число пациентов Number of patients	Возраст, лет Age, years	Оптическая зона, мм Optical zone, mm	Sph до операции, дптр Sph pre-op., D	Cyl до операции, дптр Cyl pre-op., D	Q - фактор целевой Q - target factor	НКОЗ до опер UCVA pre-op.	МКОЗ до опер BCVA pre-op
Группа исследования «Номограмма» Study Group «Nomogram»	50	27	24,5±7,6 от 17 до 32	6,46±0,34 от 6,0 до 7,5	-4,34±1,62 от -1,00 до -7,50	-0,66±0,70 от 0,0 до -2,50	-0,30±0,12 от -0,2 до -0,4	0,06±0,05 от 0,04 до 1,20	0,94±0,10 от 0,4 до 1,2
Группа сравнения «Асферическая» Comparative Group «Aspheric»	30	22	23,6±6,1 от 17 до 30	6,67±0,27 от 6,5 до 7,5	-3,27±1,29 от -0,50 до -5,75	-0,40±0,60 от 0,0 до -1,75	-0,2	0,07±0,06 от 0,03 до 0,30	0,95±0,07 от 0,8 до 1,0
Группа контроля «Стандартная» Control Group «Standard»	50	29	24,4±4,7 от 17 до 34	6,46±0,31 от 6,0 до 7,0	-4,81±1,64 от -1,75 до -7,75	-0,62±0,77 от 0,0 до -2,5	0	0,05±0,03 от 0,01 до 0,20	0,95±0,08 от 0,7 до 1,0

В некоторых клинических ситуациях встает проблема безопасного и эффективного использования асферического алгоритма. Нет показаний и противопоказаний к использованию асферического алгоритма, не рассчитана величина Q-фактора в зависимости от степени миопии, не изучено влияние исходной кератометрии при его применении [16]. Ограничения по использованию асферического алгоритма абляции на отечественной эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум» при коррекции миопии явились поводом для оптимизации технологии асферической абляции.

ЦЕЛЬ

Провести сравнительную оценку величины ФОЗ, показателей остроты зрения и ПКЧ в условиях различной степени освещенности, оценить эффективность, безопасность, предсказуемость и стабильность при коррекции с использованием оптимизированной асферической технологии

по номограмме и асферической методики с Q-фактором, равным -0,2, на отечественной эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум» в сравнении со стандартным лечением у пациентов с миопией.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов операций ФемтоЛазик на 130 глазах 130 пациентов с миопией, которые были разделены на следующие группы, что показано в *табл. 1*.

В основной группе исследования операции выполнялись по следующему принципу: дополнительный параметр Q выбирался согласно разработанной номограмме зависимости от сферозэквивалента (СЭ) и исходной кератометрии (*табл. 2*), рассчитанной по формулам:

$$K = 37 - 39 \text{ дптр} \quad Q\text{-фактор} = -0,1876 + 0,01913 \cdot SE;$$

$$K = 40 - 46 \text{ дптр} \quad Q\text{-фактор} = -0,1443 + 0,03127 \cdot SE;$$

$$K = 47 - 49 \text{ дптр} \quad Q\text{-фактор} = -0,2624 - 0,01700 \cdot SE.$$

В группе сравнения величина Q-фактора во всех случаях состави-

ла -0,2. В группе контроля операции выполнялись по стандартной технологии. Анализировались ФОЗ, острота зрения и ПКЧ в условиях различной степени освещенности. Результаты проведенных рефракционных операций в перечисленных группах оценивались согласно общепринятым международным критериям эффективности, безопасности, предсказуемости и стабильности [17, 18]. Роговичный клапан формировался с помощью фемтолазерной установки Ziemer FEMTO LDV Z2 (Швейцария), этап абляции выполнялся на эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум». Перед операциями и в сроки 1, 3, 6 мес. всем пациентам проводилось комплексное офтальмологическое обследование. ФОЗ высчитывалась по специальной методике расчета ФОЗ, описанной в работе Camellin M., Arba Mosquera S. [8]. Для вычисления ФОЗ использовалась модернизированная программа Кераскан (ООО «Оптосистемы», Россия). Исследование передней поверхности роговицы проводилось на кератотопографах TMS 4, TMS 5 (Tomey,

Таблица 2

**Номограмма зависимости рассчитанной конической константы
от сферозэквивалента рефракции и исходной степени кератометрии**

Table 2

**Nomogram of the dependence of the calculated conic constant
on refraction spherical equivalent and the initial degree of keratometry**

Сферозэквивалент рефракции Refraction spherical equivalent	Кератометрия I 37–39 дптр Keratometry I 37–39 D	Кератометрия II 40–46 дптр Keratometry II 40–46 D	Кератометрия III 47–49 дптр Keratometry III 47–49 D
-1,0	-0,20	-0,18	-0,24
-2,0	-0,22	-0,21	-0,22
-3,0	-0,24	-0,24	-0,21
-4,0	-0,26	-0,27	-0,19
-5,0	-0,28	-0,30	-0,17
-6,0	-0,30	-0,33	-0,15
-7,0	-0,32	-0,36	-0,13
-8,0	-0,34	-0,40	-0,12

Япония), PENTACAM (Oculus, Германия). Визоконтрастометрию проводили на аппарате Ортекс 6500 (Stereo optical Company, США) с исследованием остроты зрения вдаль (3 м) в фотопических (85 cd/m) и мезопических (3,0 cd/m) условиях, с засветом и без него. Проверку проводили монокулярно до операции – с максимальной очковой коррекцией, после операции – без коррекции. Исследовали показатели ПКЧ в фотопических и мезопических условиях с засветом и без него, проверяли остроту зрения в условиях дневного освещения с засветом и без него, а также низкоконтрастную остроту зрения в условиях засвета и без него. Для определения ПКЧ использовалась таблица синусоидальных решеток, разделенных на 5 уровней пространственных частот и 9 уровней контраста, расположенных в убывающем порядке с шагом 0,15 log. Пространственные частоты были представлены низкими (1,5 цикл/град), средними (3 и 5 цикл/град) и высокими частотами (12 и 18 цикл/град). Оценка результатов проводилась программой, которая пересчитывала количество правильных ответов пациента на каждой пространственной частоте в соответствующее количество баллов, баллы переводились в логарифмические

единицы при помощи формулы логарифма 10 порядка.

Статистический анализ результатов исследований проведен с помощью специализированного программного обеспечения, в частности исходные таблицы были подготовлены в табличном редакторе Excel, построение графиков, группировок, оценка средних и расчет критериев схожести средних в статистическом пакете STATISTICA. Полученные данные обрабатывали методами описательной (дескриптивной) статистики, представляли в виде средней арифметической величины M (Mean) и стандартного отклонения – SD (Standard Deviation) или стандартной ошибки среднего SE (Standard Error). Для сравнения средних и оценки достоверности различий использовали t-критерий Стьюдента как для повторной, так и бесповторной выборки, а также F-статистику Фишера для трех групп одновременно (однофакторный дисперсионный анализ). Критический уровень статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали равным 0,01. При невозможности параметрического анализа применялся критерий Вилкоксона, U-статистика Манна-Уитни или ANOVA Краскела-Уоллиса.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов выполненных операций, согласно стандартам рефракционной хирургии, представлен на рис. Оценка эффективности показала, что в группе «Номограмма» средняя послеоперационная НКОЗ вдаль – 1,08±0,04, острота зрения 1,0 или лучше – 47 глаз (93,0%), из них – 1,2 или лучше – в 27%. В группе «Асферическая» средняя послеоперационная НКОЗ – 1,06±0,02. В 93% (28 глаз) острота зрения составила 1,0 или лучше, из них 1,2 или лучше – в 24%. В «Стандартной» группе средняя послеоперационная НКОЗ – 1,04±0,03. Острота зрения была 1,0 или лучше в 84,0% (42 глаза), из них 1,2 или лучше – в 23%. При анализе безопасности потеря 2 строк отмечена в 2-х случаях (4,4%) в группе «Асферическая» по причине синдрома «сухого глаза». В процентном выражении прибавка строк НКОЗ больше всего была в группе «Номограмма» – 60 против 37,8% в «Асферической» и 36,4% в «Стандартной» группах. Предсказуемость сферозэквивалента в пределах ±0,5 дптр была выше в группе «Номограмма» в 84% против 60% в «Асферической» и 63,6% в «Стандартной». По-

Таблица 3

Средние значения ФОЗ в группе «Асферическая» и «Номограмма» в зависимости от исходной кератометрии

Table 3

Average FOZ values in groups «Aspheric» and «Nomogram», depending on initial keratometry

	Асферическая Aspheric	Номограмма Nomogram
ФОЗ (плоская роговица), мм FOZ (flat cornea), mm	5,326±0,100 мм	5,356±0,100 мм
ФОЗ (нормальная роговица), мм FOZ (normal cornea), mm	5,430±0,102 мм	5,517±0,092 мм
ФОЗ (крутая роговица), мм FOZ (steep cornea), mm	5,093±0,080 мм	5,543±0,109 мм

Отдельный анализ результатов оценки ФОЗ в группе «Асферическая» и «Номограмма» с учетом исходной кератометрии показал, что в направлении от плоской к нормальной роговице отмечена тенденция увеличения ФОЗ в обеих группах. В случаях исходно крутой роговицы использование Q-фактора -0,2 ведет к резкому уменьшению ФОЗ, а использование номограммы позволяет сохранить величину ФОЗ стабильной (табл. 3).

По данным литературы, первой зрительной функцией, которая подвергается влиянию измененного абберрационного баланса роговицы после рефракционных вмешательств, является пространственная контрастная чувствительность в скотопических условиях, низкоконтрастная острота зрения [14, 15, 19, 20]. Оценка результатов исследования остроты зрения в условиях различной степени освещенности во всех группах показала, что как при фотопических, так и при мезопических условиях с засветом и без наблюдается статистически значимый рост средних значений остроты зрения в послеоперационный период по сравнению с дооперационным. В мезопических условиях с засветом и без к 6 мес. наблюдался дальнейший рост средних значений в группах «Асферическая» и «Номограмма» в отличие от группы «Стандартная», где показатели несколько регрессировали. Во всех условиях освещения показатели

остроты зрения к 6 мес. наблюдения были выше в группе «Номограмма». Результаты представлены в табл. 4.

В послеоперационном периоде отмечено изменение показателей ПКЧ во всех 3 группах (табл. 5). В фотопических условиях с засветом и без засвета к 6 мес. значения ПКЧ во всех группах полностью восстанавливаются, превышая дооперационные показатели, с опережением в группе «Номограмма». В мезопических условиях без засвета в группе «Стандартная» через 6 мес. после операции показатели ПКЧ восстановились лишь на низких частотах, неполное восстановление дооперационных параметров контрастной чувствительности для средних и высоких частот с почти 2-кратным снижением показателей ПКЧ на частоте 18 цикло/град. В то же время для групп «Асферическая» и «Номограмма» в мезопических условиях без засвета к 6 мес. после операции наблюдалось восстановление контрастной чувствительности на всех пространственных частотах, кроме высоких (18 цикло/град), где были отмечены отличия. В группе «Номограмма» превышение ПКЧ дооперационного уровня, а в группе «Асферическая» некоторое снижение исходных показателей ПКЧ. В мезопических условиях с засветом в группе «Стандартная» отмечалось снижение показателей на всех частотах по сравнению с дооперационными значениями к 6 мес. Для групп «Асферическая» и «Номограм-

ма» отмечалось восстановление контрастной чувствительности на всех пространственных частотах, с превышением почти в 2 раза на высоких частотах значений ПКЧ относительно дооперационного уровня и в группе «Номограмма» относительно группы «Асферическая».

ВЫВОДЫ

Анализ полученных данных показал, что результаты в группе исследования «Номограмма» имеют наилучшие показатели эффективности, безопасности, предсказуемости сферозквивалента и стабильности по сравнению с группами сравнения и контроля.

Сравнительная оценка величины функциональной оптической зоны показала, что использование номограммы для выбора Q-фактора при коррекции миопии средней и высокой степени с достоверностью приводит к увеличению ФОЗ примерно на 0,33 мм; в случаях исходно крутой роговицы использование неизменного Q-фактора ведет к резкому уменьшению ФОЗ, а использование номограммы позволяет сохранить величину ФОЗ стабильной.

При исследовании остроты зрения и ПКЧ в мезопических условиях с засветом и без к 6 мес. произошло более значимое повышение показателей зрения в группе «Номограмма».

Таблица 4

Средние значения остроты зрения по модифицированной таблице ETDRS по группам на разных стадиях наблюдения

Table 4

Average values of visual acuity as per modified ETDRS table by groups at different stages of observation

Условия освещенности Light conditions	Периоды обследования Examination periods	Группа «Стандартная» «Standard» group	Группа «Номограмма» «Nomogram» group	Группа «Асферическая» «Aspheric» group
		Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average
FN – фотопические условия без засвета	До операции МКОЗ Before the operation BCVA	0,97±0,06	0,97±0,05	0,95±0,04
	1 мес. после операции НКОЗ 1 month after the operation BCVA	1,10±0,06	0,97±0,05	1,17±0,1
	6 мес. после операции НКОЗ 6 months after the operation UCVA	1,07±0,11	1,19±0,09	1,11±0,07
FG – фотопические условия с засветом	До операции МКОЗ Before the operation BCVA	1,01±0,05	1,24±0,07	1,01±0,05
	1 мес. после операции НКОЗ 1 month after the operation UCVA	1,14±0,11	1,04±0,05	1,15±0,07
	6 мес. после операции НКОЗ 6 months after the operation UCVA	1,17±0,11	1,24±0,08	1,17±0,09
MN – мезопические условия без засвета	До операции МКОЗ Before the operation BCVA	0,80±0,08	1,24±0,07	0,85±0,05
	1 мес. после операции НКОЗ 1 month after the operation UCVA	0,85±0,05	0,86±0,04	0,87±0,07
	6 мес. после операции НКОЗ 6 months after the operation UCVA	0,82±0,08	0,87±0,08	0,88±0,07
MG – мезопические условия с засветом	До операции МКОЗ Before the operation BCVA	0,63±0,06	0,90±0,05	0,69±0,04
	1 мес. после операции НКОЗ 1 month after the operation UCVA	0,86±0,09	0,70±0,05	0,73±0,05
	6 мес. после операции НКОЗ 6 months after the operation UCVA	0,80±0,08	0,76±0,07	0,83±0,05

ЛИТЕРАТУРА

1. Hays RD, Tarver ME, Spritzer KL et al. Assessment of the Psychometric Properties of a Questionnaire Assessing Patient-Reported Outcomes With Laser In Situ Keratomileusis (PROWL). JAMA Ophthalmol. 2017;135(1): 3-12. doi:10.1001/jamaophthalmol.2016.4597.

2. Трубилин В.Н., Шуккин С.Ю. Субъективные результаты эксимерлазерной коррекции близорукости. Обзор литературы. Офтальмология. 2012;9(3): 4-8. [Trubilin VN, Shchukin SYu. Subjective results of excimer laser correction of myopia. Literature review. Oftal'mologiya. 2012;9(3): 4-8. (In Russ.)] doi: org/10.18008/1816-5095-2012-3-4-8.

3. Абельский Д.Е. Оценка качества зрения у пациентов после коррекции миопической рефракции методом фемто-ЛАСИК. Здоровоохранение (Минск). 2016;2: 73-8. [Abel'skii DE. Vision quality assessment in patients after correction of myopic refraction using the femto-LASIK method. Zdravookhraneniye (Minsk). 2016;2: 73-8. (In Russ.)]

4. He L, Manche EE. Prospective Randomized Contralateral Eye Evaluation of Subjective Quality of

Vision after Wavefront-Guided or Wavefront-Optimized Photorefractive Keratectomy. Journal of Refractive Surgery. 2014;30(1): 6-12.

5. Moshifar M, Shah TJ, Skanchy DF, Linn SH, Durrie DS. Meta-analysis of the FDA Reports on Patient Reported outcomes Using the Three latest Platforms for Lasik. Journal of Refractive Surgery. 2017;33(6): 362-8. doi:10.3928/1081597X-20161221-02.

6. Першин К.Б. Клинико-физиологическое и офтальмо-эргономическое обоснование критериев восстановления функционального состояния зрительного анализатора после коррекции близорукости методами ФРК и ЛАСИК. Автореф. дис. ... д-ра мед. наук М., 2000. [Pershin KB. Clinical, physiological and ophthalmic-ergonomic substantiation of the criteria for the restoration of the functional state of the visual analyzer after myopia correction by the methods of PRK and LASIK. Abstr. of a thes. Dr. Med. Sc. Moscow, 2000. (In Russ.)]

7. Holladay JT, James JA. Topographic changes in corneal asphericity and effective optical zone after laser in situ keratomileusis. J Cataract Refract Surg. 2002;28(6): 942-7.

8. Camellin M, Arba Mosquera S. Aspheric Optical Zones: The Effective Optical Zone with the SCHWIND AMARIS. Journal of Refractive Surgery. 2011;27(2): 135-46. doi:10.3928/1081597X-20100428-03.

9. Блинкова Е.С., Фокин В.П., Солодкова Е.Г. Способ расчета диаметра оптической зоны роговицы и его влияние на уровень аберраций после ЛАЗИК. Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии. Сб. науч. статей. 2012: 184-8. [Blinkova ES, Fokin VP, Solodkova EG. The method of calculating the diameter of the optical zone of the cornea and its effect on the level of aberrations after LASIK. Coll. of sc. Articles: Sovremennye tekhnologii kataraktal'noi i refraktsionnoi khirurgii. 2012:184-8. (In Russ.)]

10. Arbelaez MC, Vidal C, Arba Mosquera S. Comparison of LASEK and LASIK with Thin and Ultrathin Flaps After Excimer Laser Ablation with the SCHWIND Aspheric Ablation Profile. Journal of Refractive Surgery. 2011;27(1): 38-48. doi:10.3928/1081597X-20100406-01.

11. Chayet A, Bains HS. Prospective, Randomized, Double-blind, Contralateral Eye Comparison of Myopic LASIK With Optimized Aspheric or Prolate Ablations. Journal of Refractive Surgery. 2012;28(2): 112-9. doi:10.3928/1081597X-20111219-01.

12. Vega-Estrada A, Alió JL, Arba Mosquera S, Moreno LJ. Corneal higher order aberrations after LASIK for high myopia with a fast repetition rate excimer laser, optimized ablation profile, and femtosecond laser-assisted flap. Journal of Refractive Surgery. 2012;28(10): 689-96. doi:10.3928/1081597X-20120921-03.

Таблица 5

Показатели ПКЧ до и после рефракционных операций с различными профилями абляции в различных условиях освещенности до и через 6 мес. после операции

Table 5

Spatial contrast sensitivity before and after refractive operations with different ablation profiles in different light conditions before the operation and 6 months after it

Условия освещенности Light conditions	Частота Frequency	Группа «Стандартная» «Standard» group		Группа «Номограмма» «Nomogram» group		Группа «Асферическая» «Aspheric» group	
		до операции before operation	6 мес. после операции 6 months after operation	до операции before operation	6 мес. после операции 6 months after operation	до операции before operation	6 мес. после операции 6 months after operation
		Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average	Средняя со стандартным отклонением от средней Average with standard deviation from the average
FN – фотопические условия без засвета	1,5	59,56±4,82	64,22±10,55	61,83±6,55	70,83±6,32	62,41±4,89	66,62±5,02
	3	85,89±7,47	92,56±7,20	97,92±9,16	113,00±11,12	92,14±7,11	100,14±7,53
	6	89,78±11,22	109,56±9,56	112,17±9,62	126,17±11,18	107,91±7,46	116,67±8,69
	12	26,78±5,78	37,22±6,36	41,92±4,38	49,50±8,41	40,55±3,55	44,62±5,56
	18	9,44±2,36	11,78±1,91	13,58±2,26	20,25±3,06	11,24±1,67	15,52±2,13
FG – фотопические условия с засветом	1,5	61,00±6,38	74,11±9,34	80,42±5,91	84,08±4,31	79,32±4,98	82,05±3,75
	3	85,67±11,42	102,67±5,67	115,08±9,49	127,50±9,01	107,91±7,40	113,95±7,17
	6	71,78±13,10	111,11±6,68	108,67±14,14	137,83±9,42	107,95±10,70	133,95±8,19
	12	21,33±6,01	38,33±8,09	36,75±6,75	51,42±4,82	34,18±4,39	45,62±3,77
	18	9,67±2,86	11,44±4,38	15,17±5,06	19,92±3,31	15,57±3,18	16,57±2,17
MN – мезопические условия без засвета	1,5	64,33±7,86	67,22±7,69	72,58±5,64	85,67±6,64	66,77±4,60	78,19±5,24
	3	86,22±12,06	67,22±4,04	72,75±12,37	105,58±9,23	77,59±7,90	98,90±6,42
	6	53,11±11,17	50,56±9,35	73,50±13,61	78,83±9,17	60,95±8,54	64,29±6,33
	12	12,78±2,69	9,44±4,06	20,17±9,48	22,42±2,51	18,77±5,30	19,67±1,83
	18	2,89±1,53	0,89±0,59	5,00±3,78	5,83±1,14	4,33±2,37	4,10±0,88
MG – мезопические условия с засветом	1,5	54,22±4,98	33,44±3,76	51,08±5,22	65,92±5,75	50,41±3,92	63,67±4,50
	3	57,67±3,36	37,89±4,25	71,92±12,75	81,75±7,40	66,91±7,96	75,43±5,81
	6	32,22±5,85	22,67±3,06	42,83±4,98	66,92±12,49	36,18±3,55	58,19±7,51
	12	11,44±2,43	5,00±2,06	8,67±2,50	16,42±1,59	7,09±1,75	13,00±1,39
	18	1,78±1,18	0,44±0,44	1,17±0,80	3,50±0,96	0,86±0,49	1,57±0,71

13. Майчук Н.В., Дога А.В., Тахчиди Н.Х. Новый подход к повышению качества зрения у пациентов с кераторефракционными нарушениями. Практическая медицина. 2012;59(4): 45–8. [Maichuk NV, Doga AV, Takhchidi NKH. A new approach to improving the quality of vision in patients with keratorefractive disorders. *Prakticheskaya meditsina*. 2012;59(4): 45–8 (In Russ.)]

14. Jimenez JR, Alarcón A, Anera RG, Jiménez del Barco L. Q-optimized Algorithms: Theoretical Analysis of factors Influencing Visual Quality After Miopic Corneal Refractive Surgery. *Journal of Refractive Surgery*. 2016;32(9): 612–7. doi:10.3928/1081597X-20160531-01.

15. Yoon G, MacRae S, Williams DR, Cox IG. Causes of spherical aberration induced by laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31: 127–35.

16. Погодина Е.Г., Мушкова И.А., Каримова А.Н., Мовшев В.Г. Номограмма для асферических операций при коррекции миопии на эксимерлазерной установке «Микроскан-Визум». *Практическая медицина*. 2018;16(4): 44–6. [Pogodina EG, Mushkova IA, Karimova AN, Movshev VG. Nomogram for aspherical operations with myopia correction on the Microscan-Vision excimer laser system. *Prakticheskaya meditsina*. 2018;16(4): 44–6 (In Russ.)]

17. Reinstein DZ, Waring GO. 3rd. Graphic reporting of outcomes of refractive surgery. *J Refract Surg*. 2009;25(11): 975–8. doi:10.3928/1081597X-20091016-01.

18. Dupps WJ Jr, Kohonen T, Mamalis N et al. Standardized graphs and terms for refractive surgery results. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37(1): 1–3.

19. Raymond A. Applegate Glenn Fry Award Lecture 2002: Wavefront Sensing, Ideal Corrections, and Visual Performance. *Optometry and Vision Science*. 2004;81(3): 167–77.

20. Yamane N, Miyata K, Samejima T et al. Ocular higher order aberrations and contrast sensitivity after conventional laser in situ Keratomileusis. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 2004;45(11): 3986–90.

Поступила 20.06.2019