<https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-102-105>

Применение персонализированной абляции для устранения интраоперационных осложнений кераторефракционных вмешательств. Клинический случай

Н.В. Ходжабекян, А.Т. Ханджян, А.В. Иванова✉, К.Б. Летникова, А.С. Скларова

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Цель работы — оценить возможности применения персонализированной абляции (на основе FinalFit) для оптической реабилитации пациента с погрешностями поверхности роговицы, индуцированными интраоперационным повреждением роговичного лоскута микрокератомом в ходе эксимер-лазерной коррекции зрения методом ЛАСИК. **Материал и методы.** В НМИЦ ГБ им. Гельмгольца пациенту с таким осложнением была проведена фототерапевтическая кератэктомия (ФТК) в сочетании с топографически ориентированной фоторефракционной кератэктомией (ФРК). **Результаты.** Некорригированная острота зрения через 2 мес после операции повысилась с 0,15 до 1,0; показатель сферического компонента рефракции изменился с -3,5 до +1,0 дптр; показатель цилиндрического компонента рефракции уменьшился с 1,75 до 0,25 дптр. Анализ aberromетрических данных показал снижение показателей RMS с 2,19 до 0,61 дптр, Total HOAs — с 2,281 до 0,829, Tilt — с 0,406 до 0,313; HOA — с 1,152 до 0,247, Coma — с 0,298 до 0,124, Trefoil — с 1,088 до 0,094, SA — с 0,127 до 0,021 дптр. **Заключение.** На примере данного клинического случая доказана целесообразность и эффективность проведения ремоделирования роговицы для компенсации индуцированных погрешностей ее поверхности путем эксимер-лазерной коррекции зрения по программе ФТК (Flex scan) + FinalFit.

Ключевые слова: персонализированная абляция; фоторефракционная кератэктомия; аберрации

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Ходжабекян Н.В., Ханджян А.Т., Иванова А.В., Летникова К.Б., Скларова А.С. Применение персонализированной абляции для устранения интраоперационных осложнений после рефракционных вмешательств. Клинический случай. Российский офтальмологический журнал. 2021; 14 (3): 102-5. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-102-105>

Treating intrasurgical complications of corneal refractive operation with customized ablation. A clinical case

Narine V. Khodzhabekyan, Anush T. Khandzhyan, Anastasia V. Ivanova✉, Kseniya B. Letnikova, Anna S. Sklyarova

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia
nastya911@list.ru

Purpose: to evaluate the prospects of customized Finalfit based ablation for optical rehabilitation of a patient with corneal surface errors caused by intrasurgical microtome-induced damage of a corneal flap during a LASIK excimer laser correction of vision. **Material and methods.** In Helmholtz Center, a patient with such damage was given a phototherapeutic keratectomy (PTK) combined with topography-guided photorefractive keratectomy. **Results.** In two months after the surgery, the patient's uncorrected visual acuity rose from 0.15 to 1.0; the

spherical component of refraction changed from -3.5 to $+1.0$ D, the cylindrical component of refraction fell from 1.75 to 0.25 D. Aberrometry demonstrated a decrease of RMS from 2.19 to 0.61 D, Total HOAs from 2.281 to 0.829 ; Tilt from 0.406 to 0.313 ; HOA from 1.152 to 0.247 , Coma from 0.298 to 0.124 , Trefoil from 1.088 to 0.094 , SA from 0.127 to 0.021 . **Conclusion.** The clinical case demonstrates the expediency and efficiency of corneal remodeling for the rehabilitation of induced errors of the corneal surface by excimer laser correction of vision based on PTK (Flex scan) + FinalFit after corneal refractive surgery.

Keywords: customized ablation; PTK; aberrations

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Khodzhbekyan N.V., Khandzhyan A.T., Ivanova A.V., Letnikova K.B., Sklyarova A.S. Treating intrasurgical complications of corneal refractive operation with customized ablation. A clinical case. Russian ophthalmological journal. 2021; 14 (3): 102-5 (In Russian). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2021-14-3-102-105>

Концепция персонализированного или управляемого по волновому фронту профиля абляции в роговичной рефракционной хирургии была предложена М. Mrochen и соавт. в 2000 г. [1]. Известно, что традиционная (стандартная) абляция устраняет aberrации низших порядков (дефокус и астигматизм) и индуцирует повышение уровня aberrаций высших порядков [2, 3]. При этом операции, выполняемые с применением персонализированного профиля абляции, высокоэффективны, предсказуемы и безопасны при коррекции aberrаций и низших, и высших порядков, обеспечивают некорректированную послеоперационную остроту зрения 1,0 и выше, снижают вероятность возникновения гало- и глэр-эффектов, сохраняют у пациентов высокое качество зрения и контрастную чувствительность [4–6].

Большое число исследований последних лет показывает, что персонализированная абляция высокоэффективна также в оптической реабилитации пациентов с иррегулярной поверхностью роговицы, например после кераторефракционных операций, при рубцовых изменениях и кератектазиях различного генеза [7–10].

ЦЕЛЬ работы — оценить возможности применения персонализированной абляции (по программе FinalFit) для оптической реабилитации пациента с индуцированными погрешностями поверхности роговицы, вызванными интраоперационным повреждением роговичного лоскута микрокератомом в ходе эксимер-лазерной коррекции зрения методом ЛАСИК.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В феврале 2020 г. в НМИЦ ГБ им. Гельмгольца обратился пациент Т. мужского пола 39 лет с диагнозом: «OU — миопия слабой степени, сложный миопический астигматизм, состояние после эксимер-лазерной коррекции зрения методом ЛАСИК». Пациент предъявлял жалобы на

низкую остроту зрения, монокулярное двоение OS, которые он отмечал сразу после операции. Из анамнеза заболевания: «OU — диагноз «миопия» с 15 лет, 26.06.2019 проведена эксимер-лазерная коррекция зрения по методу ЛАСИК в частной офтальмологической клинике Москвы. По данным выписки, дозировки операции: OD sph $-1,0$ cyl $-0,75$ ax 160° ; OS sph $-1,0$ cyl $-0,5$ ax 10° .

Офтальмологическое обследование включало визометрию, авторефрактометрию, биомикроскопию, офтальмоскопию, исследование на шеймпфлюг-анализаторе Galilei G6 (Ziemer, Швейцария), конфокальную микроскопию ConfoScan4 (Nidek, Япония), aberрометрию OPD-scan III (Nidek, Япония), оптическую когерентную томографию (ОКТ) роговицы Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Германия).

При первичном офтальмологическом осмотре данные авторефрактометрии: OD sph $-0,25$ cyl $-0,25$ ax 0° , OS sph $-3,5$ cyl $-1,75$ ax 20° ; данные кератометрии: OD $K_{r1} = 39,5$ $K_{r2} = 40,25$; OS $K_{r1} = 41,75$ $K_{r2} = 43,50$. Visus OD = 1,0; OS = 0,15 с/к sph $-3,5$ cyl $-1,75$ ax $20^\circ = 0,4$. Status oculorum: OD — лоскут адаптирован, роговица прозрачная, OS — лоскут адаптирован, белесоватые вакуоли в субэпителиальном пространстве (включения) в оптической зоне. Поверхность роговицы Sol. Fluoresceini не окрашивается, отмечается неравномерное перераспределение красителя по поверхности эпителия (рис. 1). Данные шеймпфлюг-анализатора: OS — показатели кератометрии составили Flat Simk $41,71$ ID — 55° , Steep Simk $42,02$ D — 145° , толщина роговицы — 629 мкм. По данным aberрометрии: RMS = $2,19$ D, Total HOAs = $2,281$, а также Tilt = $0,406$; High = $1,152$, Coma = $0,298$, Trefoil = $1,088$, SA = $0,127$ (рис. 2).

Данные конфокальной биомикроскопии: между слоем базального эпителия и передней стромы визуализируются гиперрефлективные включения овальной формы с четкими

Рис. 1. Биомикроскопическая картина роговицы до лечения

Fig. 1. Biomicroscopy of the cornea before treatment

Рис. 2. Показатели качества зрения до лечения

Fig. 2. Optical quality parameters before treatment

границами, плотность кератоцитов передней стромы снижена, наблюдается гиперрефлексивность экстрацеллюлярного матрикса (рис. 3). По данным ОКТ роговицы в оптической зоне отмечается иррегулярность внутренней поверхности лоскута, в толще которого визуализируются гиперрефлексивные включения с четкими границами (рис. 4).

Пациенту была назначена местная кортикостероидная и репаративная терапия в течение месяца по схеме, без положительной динамики.

20.07.2020 пациенту была проведена фототерапевтическая кератэктомия (ФТК) в сочетании с топографически ориентированной фоторефракционной кератэктомией (ФРК). Анализ кератотопографической карты и волнового фронта проводился на aberрометре. При оценке аксиальной карты учитывался перепад рефракции в проекции зрачка и разница в оптической силе меридианов с максимальной и минимальной рефракцией. Расчет параметров абляции проводился с помощью программы FinalFit эксимер-лазерной установки NIDEK NAVEX Quest, которая генерирует алгоритм и карту лазерного воздействия для каждого пациента, учитывая все возможные рефракционные аномалии конкретной роговицы.

Под контролем компьютерной программы проводилась поверхностная абляция — ФТК на глубину 60 мкм в пределах заранее определенной оптической зоны (8,5 мм) с целью дезэпителизации роговицы. Далее прицельный луч лазера совмещался со зрительной осью глаза и проводилась персонализированная эксимер-лазерная профилированная абляция (ФРК) в пределах заранее определенной оптической зоны в соответствии с заданными параметрами (расчет дозирования проводился с учетом поправочного коэффициента ФТК и составил: $\text{cyl} -1,90$ дптр $\text{ax } 13^\circ$). В послеоперационном периоде назначали инстилляцию кортикостероидных, антибактериальных, репаративных и увлажняющих препаратов. Режим стероидной терапии назначался на 80 дней по убывающей схеме.

Рис. 3. Конфокальная биомикроскопия роговицы до лечения
Fig. 3. Confocal biomicroscopy of the cornea before treatment

Рис. 4. ОКТ роговицы до лечения
Fig. 4. OCT of the cornea before treatment

Рис. 5. Биомикроскопическая картина роговицы после лечения
Fig. 5. Biomicroscopy of the cornea after treatment

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Интраоперационных осложнений не наблюдалось. Полная эпителизация у пациента отмечена на 4-й день со дня операции. По окончании лечения $\text{Visus OS} = 1,0$; авторефрактометрия $\text{OS sph} +1,00 \text{ cyl} +0,25 \text{ ax } 0^\circ$. Status oculorum: OS — лоскут адаптирован, поверхность роговицы гладкая, флер в оптической зоне $+0,25$, вакуоли отсутствуют (рис. 5). По данным шеймпфлюг-анализатора показатели кератометрии OS составили: Flat Simk $37,86 \text{ D} - 135^\circ$, Steep Simk $39,02 \text{ D} - 45^\circ$, толщина роговицы — 522 мкм. Анализ aberрометрических данных показал снижение показателей RMS с 2,19 до 0,61 D, Total HOAs — с 2,281 до 0,829; Tilt — с 0,406 до 0,313; High — с 1,152 до 0,247, Coma — с 0,298 до 0,124, Trefoil — с 1,088 до 0,094, SA — с 0,127 до 0,021 (рис. 6). По данным конфокальной биомикроскопии: клетки поверхностного и базального эпителия — без особенностей, плотность кератоцитов передней стромы снижена, визуализируются единичные гиперрефлексивные кератоциты (до 4–5 клеток в поле зрения) (рис. 7). По данным ОКТ роговица структурна, границы лоскута в оптической зоне не визуализируются (рис. 8).

Проведение ФТК в сочетании с топографически ориентированной ФРК привело к улучшению профиля роговицы, исчезновению вакуолей в субэпителиальном пространстве, увеличению функциональных показателей органа зрения с повышением некорригированной остроты зрения до 1,0, оптимизации показателей волнового фронта с достоверным уменьшением роговичной RMS (роговичных и общих aberраций высших порядков).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере конкретного клинического случая доказана целесообразность и эффективность проведения ремоделирования роговицы с целью компенсации индуцированных погрешностей ее поверхности в ходе эксимер-лазерной коррекции зрения по программе ФТК (Flex scan) + FinalFit.

Рис. 6. Показатели качества зрения после лечения
Fig. 6. Optical quality parameters after treatment

Рис. 7. Конфокальная биомикроскопия роговицы после лечения

Fig. 7. Confocal biomicroscopy of the cornea after treatment

Рекомендуется учитывать поправочный коэффициент при деэпителизации методом ФТК с целью исключения индуцированной гиперметропии. Проведение эксимер-лазерной коррекции зрения пациентам среднего возраста (старше 35 лет) с миопией слабой степени (в данном случае всего sph -1,0 cyl -0,75 ax 160°; OS sph -1,0 cyl -0,5 ax 10°) нецелесообразно либо показано с применением monovision.

Литература/References

1. Mrochen M., Kaemmerer M., Seiler T. Wavefront-guided laser in situ keratomileusis: early results in three eyes. *J. Refract. Surg.* 2000; 16 (2): 116–21.
2. Oshika T., Klyce S.D., Applegate R.A., Howland H.C., El Danasoury M.A. Comparison of corneal wavefront aberrations after photorefractive keratectomy and laser in situ keratomileusis. *Am. J. Ophthalmol.* 1999; 127 (1): 1–7.
3. Moreno-Barriuso E., Lloves J.M., Marcos S., et al. Ocular aberrations before and after myopic corneal refractive surgery: LASIK-induced changes

measured with laser ray tracing. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 2001; 42 (6): 1396–403.

4. Nuijts R.M., Nabar V., Hament W.J., Eggink F.A. Wavefront-guided versus standard laser in situ keratomileusis to correct low to moderate myopia. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2002; 28 (11): 1907–13. doi: 10.1016/S0886-3350(02)01511-0
5. Vongthongsri A., Phusitphoykai N., Naripthapan P. Comparison of wavefront-guided customized ablation vs conventional ablation in laser in situ keratomileusis. *J. Refract. Surg.* 2002; 18 (3 Suppl.): 332–5.
6. Schweigerling J., Snyder R.W., Lee J.H. Wavefront and topography: kerato-induced corneal changes demonstrate that both are needed for customized ablation. *J. Refract. Surg.* 2002; 18 (5 Suppl.): 584–8.
7. Kanellopoulos J. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J. Refract. Surg.* 2009; 25: 812–8. doi: 10.3928/1081597X-20090813-10
8. Ghanem R.C., Ghanem V.C., Ghanem E.A., et al. Corneal wavefront-guided photorefractive keratectomy with mitomycin-C for hyperopia after radial keratotomy: two-year follow-up. *J. Cataract Refract. Surg.* 2012 Apr; 38 (4): 595–606. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.11.032
9. Reinstein D.Z. Improved effectiveness of transepithelial PTK versus topography-guided ablation for stromal irregularities masked by epithelial compensation. *Refract. Surg.* 2013; 29 (8 Aug.): 526–33. doi: 10.3928/1081597X-20130719-02
10. Hanna R., Mimouni M., Plaza A.B., Alió J.L. Factors predicting successful customized excimer laser treatment in irregular corneas. *J. Cataract. Refract. Surg.* 2020; 46 (2 Feb.): 241–9. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000043

Вклад авторов в работу: Н.В. Ходжабекян — разработка концепции и дизайна исследования, выполнение хирургических манипуляций, финальная подготовка статьи к публикации; А.Т. Ханджян, А.В. Иванова — разработка концепции и дизайна исследования, написание текста статьи; К.Б. Летникова, А.С. Слярова — сбор, обработка материала и их интерпретация.

Author's contribution: N.V. Khodzhbekyan — concept and design of the study, surgical treatment, final preparation of the article for publication; A.T. Khandzhyan, A.V. Ivanova — concept and design of the study, writing of the article; K.B. Letnikova, A.S. Sklyarova — collection, processing and interpretation of the data.

Поступила: 09.10.2020. Переработана: 15.10.2020. Принята к печати: 16.10.2020

Originally received: 09.10.2020. Final revision: 15.10.2020. Accepted: 16.10.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ/INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

ФГБУ «НМИЦ глазных болезней им. Гельмгольца» Минздрава России, ул. Садовая-Черногрозская, д. 14/19, Москва, 105062, Россия

Нарине Владимировна Ходжабекян — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргоники

Ануш Тиграновна Ханджян — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Анастасия Владимировна Иванова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии рефракции, бинокулярного зрения и офтальмоэргоники

Ксения Борисовна Летникова — канд. мед. наук, научный сотрудник отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Анна Сергеевна Слярова — канд. мед. наук, врач-офтальмолог отдела патологии сетчатки и зрительного нерва

Для контактов: Анастасия Владимировна Иванова, nasty911@list.ru

Helmholtz National Medical Research Center of Eye Diseases, 14/19, Sadovaya-Chernogryazskaya St., Moscow, 105062, Russia

Narine V. Khodzhbekyan — Cand. of Med. Sci., leading researcher, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Anush T. Khandzhyan — Cand. of Med. Sci., senior researcher, department of pathology of retina and optic nerve

Anastasia V. Ivanova — Cand. of Med. Sci., researcher, department of refraction pathology, binocular vision and ophthalmoeconomics

Ksenya B. Letnikova — Cand. of Med. Sci., researcher, department of pathology of retina and optic nerve

Anna S. Sklyarova — Cand. of Med. Sci., ophthalmologist, department of pathology of retina and optic nerve

Contact information: Anastasia V. Ivanova, nasty911@list.ru