

Интрастромальное укрепление роговицы по технологии «БЛОК» при эктазии после ЛАЗИК при ограничении ее толщины и неэффективности кросслинкинга (клиническое наблюдение)

Г.А. Осипян^{1,2}В.М. Шелудченко¹Юсеф Наим Юсеф^{1,2}Х. Храйстин^{1,2}

Р.А. Джалили¹, Е.И. Краснолуцкая¹, С.В. Ермакова¹

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

² ООО «Научно-практический центр восстановления зрения»
ул. Лобачевского, 108, Москва, 119361, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2021;18(3S):746–752

Введение. Ятрогенные кератэктазии — заболевания роговицы, возникающие в результате применения рефракционных операций, наиболее часто после laser *in situ* keratomileusis (LASIK), выполняемых при хирургической коррекции аметропии, а также после травмы, сквозной и послойной кератопластики. При кератэктазии после лазерного кератомилеза отмечаются следующие изменения: увеличение кератометрических показателей в центральных и нижних отделах роговицы, уменьшение толщины стромы и миопический сдвиг рефракции, прогрессирующее нарушение зрительных функций: снижение некорригированной остроты зрения, монокулярная диплопия и невозможность адекватной сфероцилиндрической коррекции. Основными факторами риска развития кератэктазии после операции ЛАСИК считаются тонкое роговичное ложе или маленькая остаточная толщина стромы роговицы (RST — residual stromal thickness), реоперация ЛАСИК (доноррекция) в анамнезе, а также исходные дооперационные особенности корнеальной топограммы (нерегулярность, «галстук-бабочка» со сдвигом книзу). **Методы.** Пациенту со вторичной кератэктазией, ранее перенесшему операцию ЛАСИК и кросслинкинг, у которого обнаружили прогрессирующую вторичную кератэктазию и снижение зрительных функций роговицы, произвели имплантацию аллотрансплантата индивидуальной формы (форма кольца Ландольта толщиной 300 мкм на глубину 290 мкм) по технологии бандажной кератопластики. Выкраивание трансплантата и тоннель для его имплантации были выполнены с помощью фемтосекундного лазера. Оценивали данные визометрии и кератотопографии. **Результаты.** В результате формирования бандажки улучшились функции глаза, а эктазия не прогрессировала в течение 6 месяцев. Острота зрения возросла с 0,15 до 0,66, среднее значение кератометрии составило 40,35 дптр при исходном 44,8 дптр, минимальная толщина роговицы сохранилась на уровне 440 мкм. **Заключение.** Предложенная хирургическая технология БЛОК позволяет получить эффективный результат в случае кератэктазии после ЛАСИК, что выражается в повышении зрительных функций, укреплении роговицы и нормализации ее поверхности, а также обеспечивает гарантии снижения дальнейшего прогрессирования эктазии.

Ключевые слова: кератонкус, ЛАЗИК, вторичная кератэктазия, кросслинкинг, бандажная лечебно-оптическая кератопластика, фемтосекундный лазер, БЛОК

Для цитирования: Осипян Г.А., Шелудченко В.М., Юсеф Наим Юсеф, Храйстин Х., Джалили Р.А., Краснолуцкая Е.И., Ермакова С.В. Интрастромальное укрепление роговицы по технологии «БЛОК» при эктазии после ЛАЗИК при ограничении ее толщины и неэффективности кросслинкинга (клиническое наблюдение). *Офтальмология*. 2021;18(3S):746–752. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-746-752>

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

Конфликт интересов отсутствует



Intrastromal Strengthening of the Cornea by Technology BLOK in Case of Ectasia after LASIK with Limited Thickness and Inefficiency of Cross-Linking (Clinical Observation)

G.A. Osipyan^{1,2}, V.M. Sheludchenko¹, Yusef Naim Yusef^{1,2}, Kh. Khraystin^{1,2}, R.A. Dzhaliili¹, E.I. Krasnolutsкая¹, S.V. Ermakova¹

¹ Research Institute of Eye Diseases

Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation

² Center Vision Recovery

Lobachevskogo str., 108, Moscow, 119361, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2021;18(3S):746-752

latrogenic keratectasia is a corneal disease caused by refractive surgery, most frequently after laser *in situ* keratomileusis (LASIK) as a surgical correction of ametropia, and also after injuries, penetrating and lamellar keratoplasty. The following changes are noted in case of keratectasia after laser keratomileusis: an increase in keratometric indices in the central and lower parts of the cornea, a decrease in stromal thickness and a myopic shift in refraction, a progressive impairment of visual functions — a decrease in uncorrected visual acuity, monocular diplopia and an inability of spherocylindrical correction. A thin corneal bed or small residual stromal thickness, re-surgery LASIK in anamnesis, and also the initial preoperative features of the corneal topogram (Irregularity, asymmetric bow tie pattern) are considered to be the main risk factors of keratectasia after LASIK surgery. **Methods.** A patient with secondary keratectasia who had previously undergone LASIK and crosslinking was found to have progressive secondary keratectasia and decreased visual functions. An individual allograft was implanted (the form of a Landolt ring, 300 μm, at a depth of 290 μm) using the technology of bandage keratoplasty. Cutting transportat graft and tunnels for implantation were produced with the help of femtosecond laser. The data of visometry and keratotopography were evaluated. **Results.** As a result of the formation of the bandage, the functions of the eyes improved, and ectasia did not progress for 6 months. Visual acuity increased from 0.15 to 0.66, the average value of keratometry was 40.35 diopters, with the initial 44.8 diopters. The minimal corneal thickness remained at 440 μm. **Conclusion.** The proposed surgical technology BLOK allows to get an effective result in case of keratectasia after LASIK, which is manifested in improving visual functions, strengthening the cornea and normalizing its surface, as well as provides reduction of the further progression of keratectasia.

Keywords: keratoconus, LASIK, secondary keratectasia, crosslinking, bandage lamellar-optical keratoplasty, femtosecond laser, BLOK

For citation: Osipyan G.A., Sheludchenko V.M., Yusef Naim Yusef, Khraystin Kh., Dzhaliili R.A., Krasnolutsкая E.I., Ermakova S.V. Intrastromal Strengthening of the Cornea by Technology BLOK in Case of Ectasia after LASIK with Limited Thickness and Inefficiency of Cross-Linking (Clinical Observation). *Ophthalmology in Russia*. 2021;18(3S):746-752. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2021-3S-746-752>

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

There is no conflict of interests

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные успехи последних лет в области рефракционной хирургии роговицы, не удается избежать грозного, но, к счастью, редкого осложнения — вторичной кератэктазии [1–4]. При этом важно понимать, что ни одна из существующих технологий операции не устраняет риск такого осложнения. Пожалуй, наиболее часто применяемой рефракционной операцией в мире по-прежнему остается ЛАСИК. Отсюда и наибольшая частота кератэктазий после него [5, 6]. В настоящей работе мы представляем клинический случай после перенесенной операции ЛАСИК с выполненным кросслинкингом и продолжающимся прогрессированием кератэктазии. В конечном результате пациенту была выполнена межслойная роговичная имплантация алломатериала.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Пациент И. 1988 г.р. в 2019 году обратился в НИИ глазных болезней с жалобами на прогрессирующее снижение зрения на правом глазу. Из анамнеза: с 13 лет

миопия высокой степени на обоих глазах. В 2010 году была проведена операция ЛАСИК, острота зрения после операции составила 1,0 для каждого глаза. Через один год после операции пациент отметил прогрессирующее снижение зрения на правом глазу, зрение на левом глазу оставалось стабильным. При обращении к врачу в 2018 году на правом глазу была выявлена вторичная кератэктазия. В том же году была проведена процедура кросслинкинга на обоих глазах по стандартному протоколу, и, несмотря на это, зрение на правом глазу продолжало снижаться.

При обращении пациенту, помимо стандартных офтальмологических исследований (биомикроскопия, визометрия, рефрактометрия, тонометрия), были выполнены дополнительные обследования: ОКТ, кератотопография, по результатам которых был подтвержден диагноз: состояние после ЛАСИК, вторичная кератэктазия правого глаза, состояние после кросслинкинга роговицы.

При биомикроскопии роговицы правого глаза обнаружен рубец кнаружи от парацентральной зоны (рис. 1). На момент обращения острота зрения на правом глазу

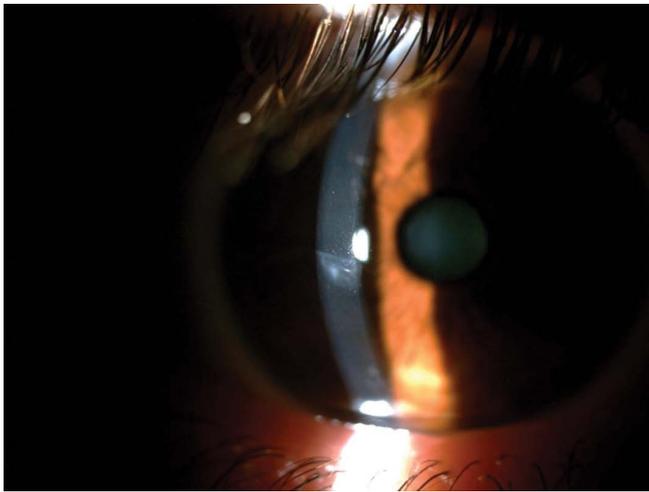


Рис. 1. Фото правого глаза до операции БЛОК (стрелкой указана зона рубца)

Fig. 1. Photo of the right eye before the BLOK (the arrow indicates the scar area)

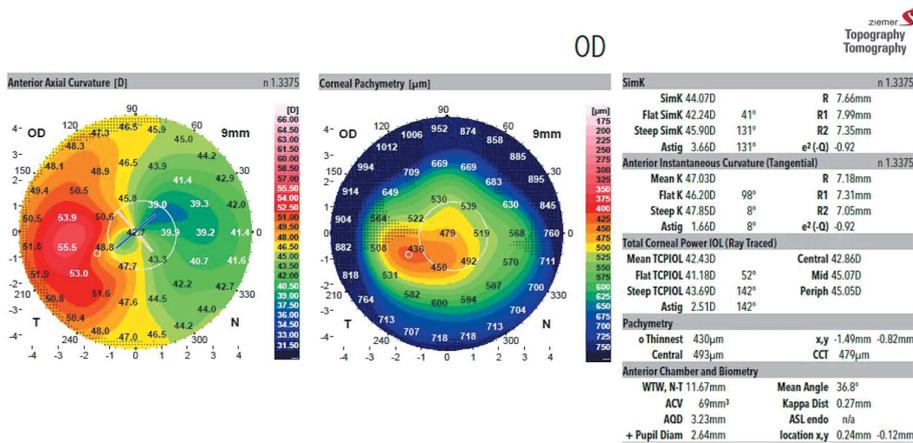


Рис. 2. Кератотопограмма правого глаза до операции БЛОК (карта толщины роговицы и рефракции). Зона кератэктазии ярко-красного цвета

Fig. 2. Keratotopograph of the right eye before BLOK (corneal thickness map and refraction). Area of keratectasia of bright red color

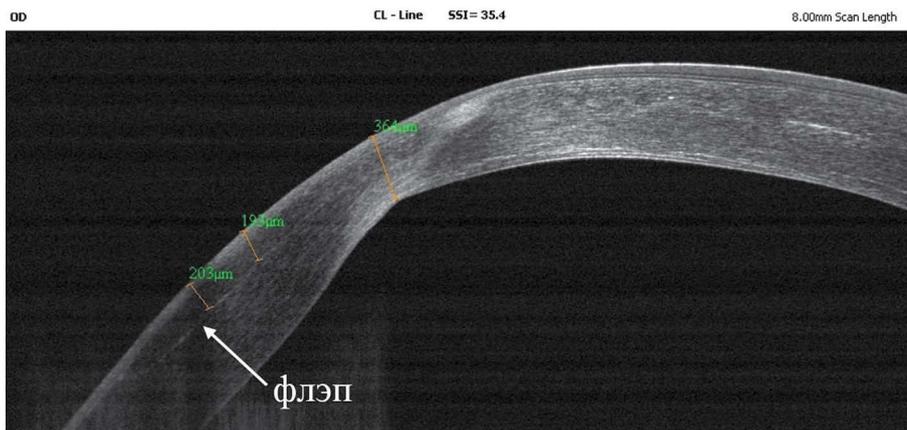


Рис. 3. ОКТ переднего отрезка правого глаза до операции (зона рубца)

Fig. 3. OCT of the anterior segment of the right eye before surgery (scar zone)

Таблица 1. Визометрические и кератотопографические показатели до операции БЛОК

Table 1. Visual acuity and keratotomy before BLOK (bandage therapeutic-optical keratoplasty)

Показатели / Parameters	ОД / OD	ОС / OS
Острота зрения без коррекции / с коррекцией / Visual acuity without correction and with correction	0,15/0,7	0,8/1,0
Максимальная рефракция роговицы в оптической зоне (дптр) / The maximal corneal refraction in the optical zone (diopter)	50,6	44,8
Минимальная рефракция роговицы в оптической зоне (дптр) / The minimal corneal refraction in the optical zone (diopter)	39	43
Средняя рефракция роговицы в оптической зоне (дптр) / The average corneal refraction with an optical zone (diopter)	44,8	43,9
Минимальное значение пахиметрии (мкм) / The minimal pachymetry (µm)	364	489

без коррекции составляла 0,15, с коррекцией — sph +1,5 cyl -7,0 ax 40 = 0,7; на левом глазу — 0,8, с коррекцией cyl -1,25 ax 165 = 1,0. Данные кератотопограммы правого глаза: Kmax — 50,6 дптр, Kmin — 39 дптр, Km — 44,8 дптр (рис. 2). С помощью ОКТ определена глубина рубцового поражения (до десцеметовой мембраны) (рис. 3). Минимальная толщина роговицы в зоне рубца составляла 364 мкм. Учитывая прогрессирующее снижение зрения на правом глазу и отсутствие помутнений в оптической зоне, пациенту была предложена операция БЛОК (бандажная лечебно-оптическая кератопластика).

Особенностью пациентов после ЛАСИК является наличие крышки (флэпа), который во время предполагаемых хирургических манипуляций может сместиться. Наша задача заключалась в создании кольцевидного кармана в глубоких слоях роговицы таким образом, чтобы образованное ложе находилось глубже, чем нижняя граница флэпа. По данным ОСТ, толщина флэпа составила около 200 мкм (рис. 3), а минимальная толщина роговицы — 364 мкм. Учитывая эти данные, во избежание нарушения интерфейса зоны флэпа была рассчитана глубина межслойного расслоения, которая составила 290 мкм.

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИИ БЛОК

Учитывая данные кератотопограммы, мы определили зону

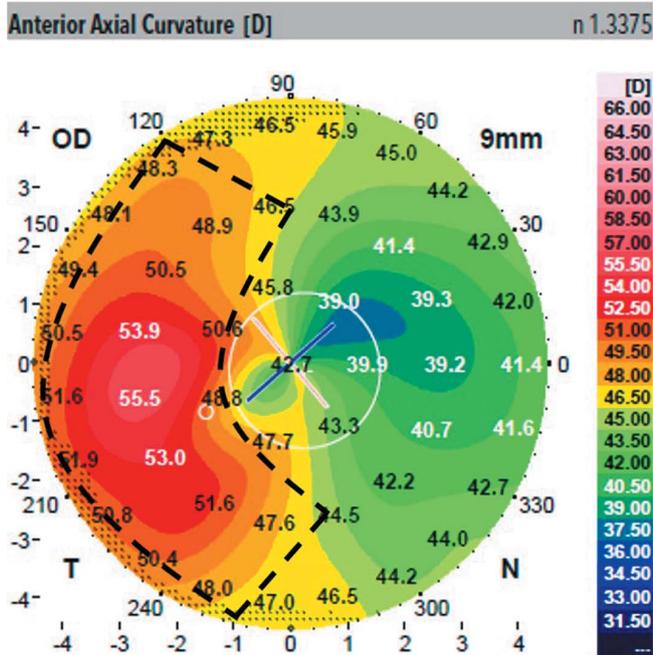


Рис. 4 Кератотопограмма правого глаза до операции БЛОК (пунктиром показана зона предполагаемого межслойного расслоения роговицы и введения аллотрансплантата)

Fig. 4. Keratotopogram of the right eye before BLOK (dotted line shows the area of the corneal interlayer exfoliation and allograft insertion)

выполнения межслойного расслоения и расположения аллотрансплантата (рис. 4).

С помощью фемтосекундного лазера изготовили полуслойный «лентовидный» трансплантат в виде полукольца (по типу кольца Ландольта) толщиной 300 мкм, диаметрами 3,0 и 8,5 мм. В роговице реципиента, используя фемтосекундный лазер, на глубине 290 мкм и диаметрами 3,0 и 8,7 мм сформировали кольцевидный интраламеллярный карман. Более подробно наша техника описана в предыдущих работах [7–10].

С учетом площади кератэктазии, определенной на кератотопограмме, на роговице пациента разместили сектор влияния. Через небольшой радиальный надрез передней стенки кармана трансплантат ввели в интраламеллярный карман роговицы реципиента и, в соответствии с нанесенными индикационными метками, разместили его в проекции зоны эктазии (рис. 5).

На этапе расслоения роговицы с помощью фемтосекундного лазера мы получили перфорацию десцеметовой мембраны (ДМ) в проекции рубца. Несмотря на это, операция завершилась успешно, поскольку трансплантат, имплантированный в слои роговицы, полностью блокировал зону перфорации.

В послеоперационном периоде пациенту проводили инстилляционную терапию, которая включала комбинированные (антибактериальный препарат и глюкокортикоид) и нестероидные противовоспалительные препараты. Операция была проведена амбулаторно.



Рис. 5. Интраоперационное фото правого глаза на этапе введения аллотрансплантата в сформированный межслойный карман

Fig. 5. Intraoperative photo of the right eye at the stage of allograft insertion into the formed interlayer pocket

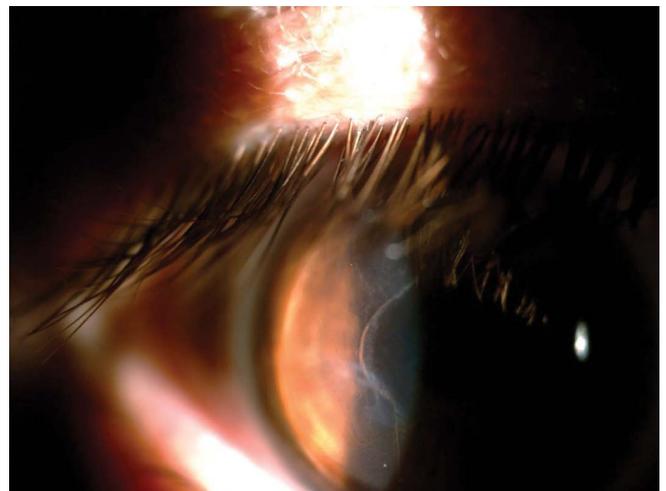


Рис. 6А. Фото глаза на первые сутки после операции

Fig. 6A. Photo of the eye on the first day after surgery



Рис. 6Б. ОКТ картина на первые сутки после операции

Fig. 6Б. OCT image on the first day after surgery

В первые сутки после операции отмечался локальный отек трансплантата и собственной роговицы (рис. 6А, Б), который сохранялся более 5 дней из-за интраоперационной перфорации роговицы.

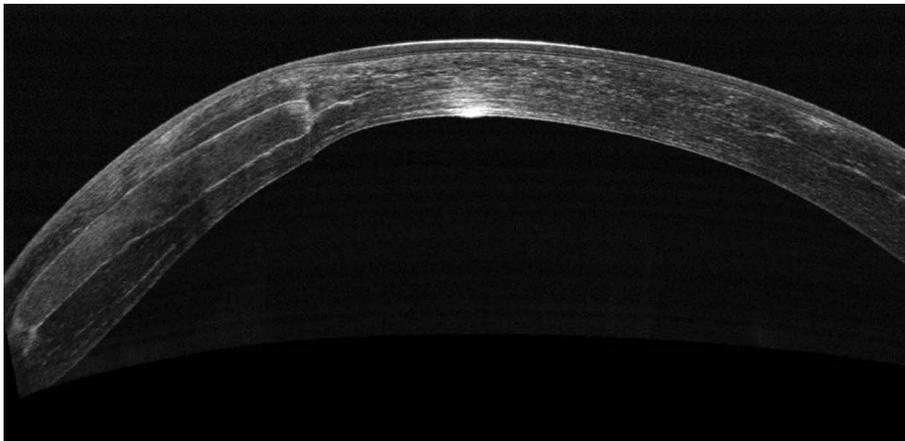


Рис. 7. ОКТ картина через 7 дней после операции

Fig. 7. OCT image after 7 days after surgery

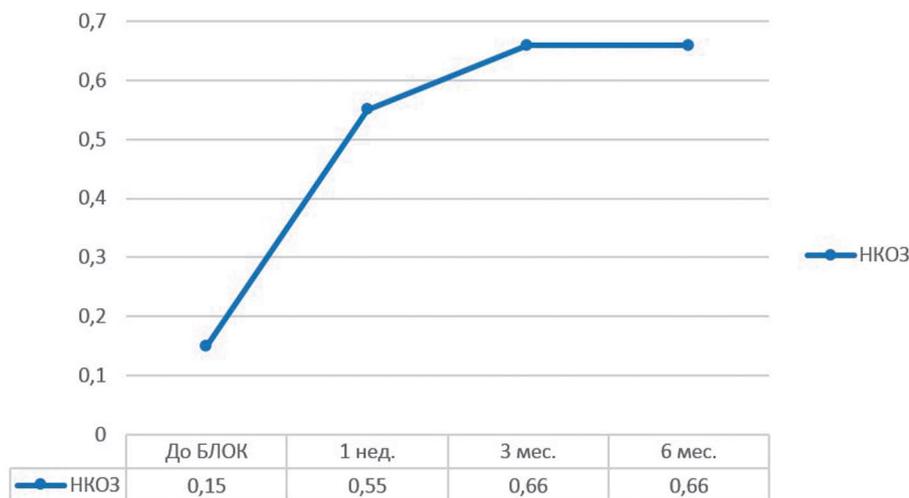


Рис. 8. График динамического изменения НКОЗ до и после операции БЛОК

Fig. 8. Graph of dynamic change of BCVA (best corrected visual acuity) before and after BLOK

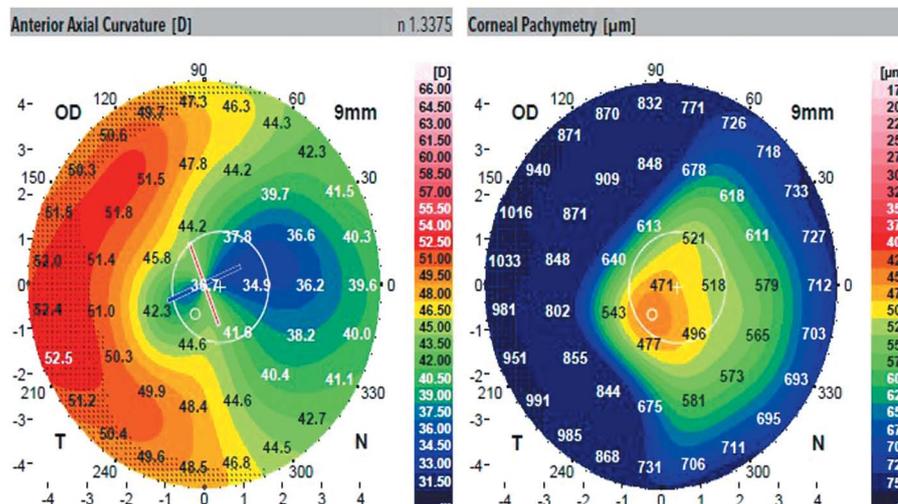


Рис. 9. Кератотопограмма правого глаза через 6 мес. после операции БЛОК (карта толщины роговицы и рефракции)

Fig. 9. Keratotopogram of the right eye 6 months after (corneal thickness and refraction map)

К лечению были добавлены парабульбарные инъекции глюкокортикостероидов. На фоне проводимого лечения отек значительно уменьшился к 7 дню (рис. 7). По мере уменьшения отека наблюдалось повышение остроты зрения с 0,15 до 0,55.

Срок наблюдения после БЛОК составил 6 месяцев. Кератометрические и функциональные показатели улучшились по сравнению с дооперационными данными (рис. 8–10). НКОЗ выросла с 0,15 до 0,55 в течение 1 недели после операции. К 6 месяцам наблюдения НКОЗ составила 0,66, мы также наблюдали незначительное увеличение КОЗ с 0,6 до 0,7 в дальнейшем. Кератометрические показатели были следующими: K_{max} уже на первой неделе снизился с 50,6 до 48,1 дптр, K_{min} — с 39 до 37,8 дптр, K_m — с 44,8 до 42,95 дптр. К 3-му месяцу эти показатели изменились: K_{max} снизился с 48,1 до 45 дптр, K_{min} — с 37,8 до 35,9 дптр, K_m — с 42,95 до 40,45 дптр. К 6-му месяцу K_{max} составлял 45,8 дптр, K_{min} — 34,9 дптр, K_m — 40,35 дптр. При этом минимальная толщина роговицы на первой неделе после операции составила 495 мкм, через 1 месяц — 449 мкм, через 3 месяца — 446 мкм, через 6 месяцев — 440 мкм.

Существующие методы стабилизации роговицы при кератэктазии после ЛАСИК очень отличаются. К ним относятся сквозная кератопластика, имплантация интракорнеальных синтетических сегментов, процедура кросслинкинга и некоторые комбинации [11–15]. Настоящий клинический случай имеет свои особенности. Во-первых, сама по себе кератэктазия сформировалась довольно поздно, а именно через 7 лет после первичной операции. Во-вторых, примененный метод кросслинкинга в этом случае не дал стабилизирующего эффекта в течение года после его

выполнения. Наконец, анатомические рубцы, широкая зона эктазии и малая толщина роговицы обусловили невозможность применения интракорнеальных пластиковых сегментов. Таким образом, использованная техника, по нашему мнению, была наиболее адекватной в данном клиническом варианте и позволила получить эффективный результат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение метода бандажной лечебно-оптической кератопластики по оригинальной методике (интракорнеальная имплантация фемтосформированного широкого аллотрансплантата) при кератэктазии и неэффективности других известных методов (имплантация роговичных сегментов, кросслинкинг) позволяет добиться сохранения высоких зрительных функций и стабилизирует состояние роговицы в зоне кератэктазии. Прогрессирование эктазии может быть предотвращено, так как имплантируемый интрастромальный трансплантат локализуется в наиболее нестабильной зоне эктазии и имеет значительную площадь. Этим технология БЛОК отличается от технологии имплантации роговичных сегментов. Самым важным является

то, что пациент может на длительный период улучшить качество своей жизни.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Шелудченко В.М. — научное редактирование;
Осипян Г.А. — научное редактирование; написание текста;
Джалили Р.А. — написание текста;
Юсеф Наим Юсеф — техническое редактирование, оформление библиографии;
Храйстин Х. — сбор и обработка материала. статистическая обработка, подготовка иллюстраций, техническое редактирование, оформление библиографии;
Краснолуцкая Е.И. — сбор и обработка материала. статистическая обработка, подготовка иллюстраций.

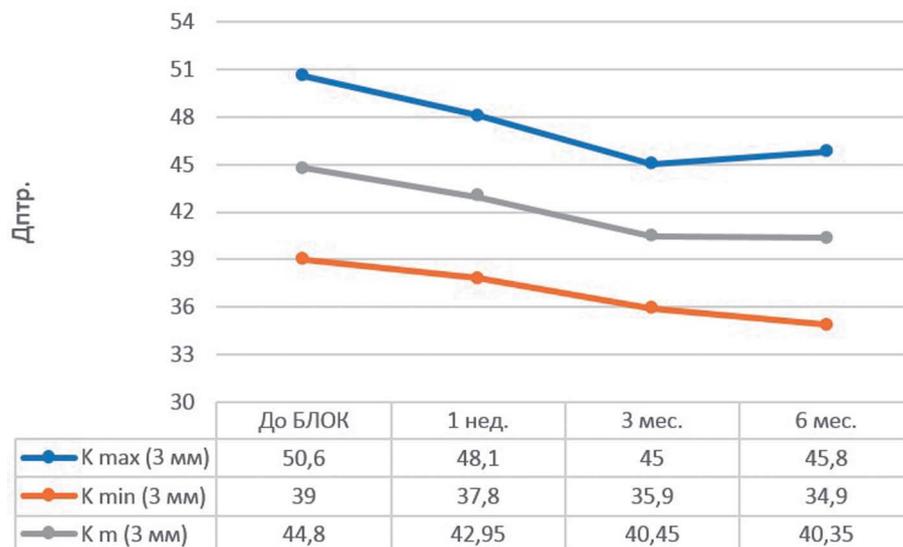


Рис. 10. График динамического изменения кератометрических показателей до и после операции БЛОК

Fig. 10. Graph of dynamic changes in keratometric parameters before and after surgery

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Binder P.S., Lindstrom R.L., Stulting R.D., Donnenfeld E., Wu H., McDonnell P., Rabinowitz Y. Keratoconus and corneal ectasia after LASIK. Comment in Ectasia following laser in situ keratomileusis. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(11):2035-2038. DOI: 10.1016/j.jcrs.2005.12.002
- Randleman J.B. Post-laser in-situ keratomileusis ectasia: current understanding and future directions. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17(4):406-412. DOI: 10.1097/01.icu.0000233963.26628.f0
- Seiler T., Quirke A.W. Iatrogenic keratectasia after LASIK in a case of forme fruste keratoconus. *J.Cataract Refract. Surg.* 1998;24(7):1007-1009. DOI: 10.1016/s0886-3350(98)80057-6
- Speicher L., Göttinger W. Progressive corneal ectasia after laser in situ keratomileusis (LASIK). *Klin.Monatsbl. Augenheilkd.* 1998;213(4):247-251.
- Klein S.R., Epstein R.J., Randleman J.B., Stulting R.D. Corneal ectasia after laser in situ keratomileusis in patients without apparent preoperative risk factors. *Cornea.* 2006;25(4):388-403. DOI: 10.1097/01.icu.0000222479.68242.77
- Bohac M., Koncarevic M., Pasalic A., Biscevic A., Merlak M., Gabric N., Patel S. Incidence and Clinical Characteristics of Post LASIK Ectasia: A Review of over 30,000 LASIK Cases. *Semin Ophthalmol.* 2018;33(7-8):869-877. DOI: 10.1080/08820538.2018.1539183
- Шелудченко В.М., Осипян Г.А., Юсеф Н.Ю., Храйстин Х., Алхарки Л., Джалили Р.А. Бандажная лечебно-оптическая кератопластика в лечении ятрогенной кератэктазии. *Вестник офтальмологии.* 2019;135(5):171-176. [Sheludchenko V.M., Osipyany G.A., Yusef N.Yu., Khraystin Kh., Alharki L., Dzhaliili R.A. Bandage lamellar-optical keratoplasty for post-excimer laser keratectasia. *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii.* 2019;135(5):171-176 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2019135052171
- Мамиконян В.Р., Осипян Г.А., Храйстин Х. Бандажная лечебно-оптическая кератопластика при прогрессирующей пеллюцидной маргинальной дегенерации роговицы (предварительное сообщение). *Вестник офтальмологии.* 2018;134(5):174-177. [Mamikonyan V.R., Osipyany G.A., Khraystin Kh. Bandage therapeutic-optical keratoplasty in treatment of progressing pellucid marginal corneal degeneration (a preliminary report). *Annals of Ophthalmology = Vestnik oftalmologii.* 2018;134(5):174-177 (In Russ.)]. DOI: 10.17116/oftalma2018134051174
- Мамиконян В.Р., Осипян Г.А., Храйстин Х., Карамян А.А., Розина В.Н. Бандажная лечебно-оптическая кератопластика при пеллюцидной маргинальной дегенерации роговицы. *Точка зрения. Восток — Запад.* 2018;(1):18-21. [Mamikonyan V.R., Osipyany G.A., Khraystin Kh., Karamyan A.A., Rozinova V.N. Bandage therapeutic-optical keratoplasty in case of pellucid marginal corneal degeneration. East-West. Point of View = *Tochka zreniya. Vostok — Zapad.* 2018;(1):18-21 (In Russ.)]. DOI: 10.25276/2410-1257-2018-1-18-21
- Осипян Г.А., Храйстин Х. Возможности межслойной кератопластики в реабилитации пациентов с кератоконусом. *Офтальмология.* 2019;16(2):169-173. [Osipyany G.A., Khraystin K. Possibilities of Intralaminar Keratoplasty in Rehabilitation of Keratoconus Patients. *Ophthalmology in Russia = Oftalmologiya.* 2019;16(2):169-173 (In Russ.)]. DOI: 10.18008/1816-5095-2019-2-169-173
- Colin J. Intacs inserts for treating keratoconus: one-year results. *Ophthalmology.* 2011;118(8):1409-1414. DOI: 10.1016/S0161-6420(11)00646-7
- Alio J.L. One or 2 intacs segments for the correction of keratoconus. *J Cataract. Refract. Surg.* 2005;31(5):943-953. DOI: 10.1016/j.jcrs.2004.09.050
- Hashemi H., Alvani A., Seyedian M.A., Yaseri M., Khabazkhoob M., Esfandiari H. Appropriate Sequence of Combined Intracorneal Ring Implantation and Corneal Collagen Cross-Linking in Keratoconus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Cornea.* 2018 Dec;37(12):1601-1607. DOI: 10.1097/ICO.0000000000001740
- Hafezi F., Kanellopoulos J., Wiltfang R., Seiler T. Corneal collagen crosslinking with riboflavin and ultraviolet A to treat induced keratectasia after laser in situ keratomileusis. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007;33(12): 2035-2040. DOI: 10.1016/j.jcrs.2007.07.028
- Jacob S., Patel S.R. Corneal allogenic intrastromal ring segments (CAIRS), combined with corneal cross-linking for keratoconus. *J Refract Surg.* 2018 May 1;34(5):296-303. DOI: 10.3928/1081597x-20180223-01

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 ООО «Научно-практический центр восстановления зрения»
 Осипян Григорий Альбертович
 кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела патологии роговицы
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
 ул. Лобачевского, 108, Москва, 119361, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-1056-4331>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 Шелудченко Вячеслав Михайлович
 доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом офтальмоореабилитации
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация.
<https://orcid.org/0000-0001-5958-3018>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 ООО «Научно-практический центр восстановления зрения»
 Юсеф Наим Юсеф
 доктор медицинских наук, директор, главный врач Центра восстановления зрения
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
 ул. Лобачевского, 108, Москва, 119361, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 ООО «Научно-практический центр восстановления зрения»
 Храйстин Хусам
 исследователь отдела современных методов лечения в офтальмологии
 врач-офтальмолог Центра восстановления зрения
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
 ул. Лобачевского, 108, Москва, 119361, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-6837-8008>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 Джалили Рубаба Али Кызы
 аспирант
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0002-4126-7276>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 Краснолуцкая Елизавета Игоревна
 аспирант
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация
<https://orcid.org/0000-0001-9681-4129>

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
 Ермакова Софья Владимировна
 ординатор
 ул. Россолимо, 11а, б, Москва, 119021, Российская Федерация

ABOUT THE AUTHORS

Research Institute of Eye Diseases
 Center Vision Recovery
 Osipyany Grigoriy A.
 PhD, senior researcher at Corneal Pathology Department, Ophthalmic surgeon at Center Vision Recovery
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
 Lobachevskogo str., 108, Moscow, 119361, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-1056-4331>

Research Institute of Eye Diseases
 Sheludchenko Vyacheslav M.
 MD, Professor, head of the Ophthalmic Rehabilitation Department
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-5958-3018>

Research Institute of Eye Diseases
 Center Vision Recovery
 Yusef Naim Yusef
 MD, Professor, director, medical director at Center Vision Recovery
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
 Lobachevskogo str., 108, Moscow, 119361, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0003-4043-456X>

Research Institute of Eye Diseases
 Center Vision Recovery
 Khraystin Khusam
 laboratory assistant, Department of Modern Treatment Methods in Ophthalmology
 ophthalmologist at Center Vision Recovery
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
 Lobachevskogo str., 108, Moscow, 119361, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-6837-8008>

Research Institute of Eye Diseases
 Dzhallili Rubaba Ali kyzy
 postgraduate
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0002-4126-7276>

Research Institute of Eye Diseases
 Krasnolutsckaya Elizaveta I.
 postgraduate
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation
<https://orcid.org/0000-0001-9681-4129>

Research Institute of Eye Diseases
 Ermakova Sofya V.
 resident
 Rossolimo str., 11A, B, Moscow, 119021, Russian Federation