

ФОРМИРОВАНИЕ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ РОГОВИЧНЫХ ТОННЕЛЕЙ ДЛЯ ИМПЛАНТАЦИИ РОГОВИЧНЫХ СЕГМЕНТОВ У ПАЦИЕНТОВ С КЕРАТОКОНУСОМ С ПОМОЩЬЮ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА INTRALASE**Надежда Александровна МАСЛОВА, Сергей Викентьевич СУСЛИКОВ***Чебоксарский филиал ФГУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова Росмедтехнологии» 428028, г. Чебоксары, ул. Тракторостроителей, 10*

Проблема восстановления зрения пациентам с кератоконусом весьма актуальна. В статье описывается метод имплантации интрастромальных роговичных сегментов в тоннель, сформированный с помощью фемтосекундного лазера IntraLase, что позволяет добиться формирования тоннеля на строго заданной глубине, нужного диаметра и ширины. Анализ результатов первых 10 операций показал значительное улучшение топографических и биомеханических показателей роговицы, повышение остроты зрения за счет восстановления ее сферичности. Формирование тоннеля фемтосекундным лазером IntraLase делает метод эффективным, предсказуемым, безопасным, а в случае необходимости — обратимым.

Ключевые слова: интрастромальный роговичный сегмент, фемтосекундный лазер, кератоконус.

Кератоконус — двусторонний дистрофический процесс роговицы с ассиметричным прогрессирующим истончением, растяжением, конусовидным выпячиванием и помутнением ее оптической зоны. Актуальность проблемы определяется современными тенденциями к росту заболеваемости, широким возрастным диапазоном, двусторонним поражением органа зрения, а также социальной значимостью в связи с прогрессирующим характером течения, приводящим пациентов к инвалидизации по зрению в молодом и работоспособном возрасте. До настоящего времени кератоконус считался относительно редким заболеванием, преобладающим в южных и восточных странах. Увеличение заболеваемости за последнее десятилетие некоторые авторы связывают с ухудшением экологии, повышением радиационного фона, другие — с появлением более современной и информативной диагностической аппаратуры, позволяющей выявлять болезнь на ранних стадиях [1–4].

Лечение кератоконуса представляет серьезную проблему. На сегодняшний день лечебные и реабилитационные мероприятия сводятся в основном к хирургическому лечению и контактной коррекции зрения. Основным радикальным хирургическим методом пока остается сквозная кератопластика, при которой в 98% случаев достигается прозрачное приживление трансплантата [5–7]. В последнее время при кератоконусе как многообещающую рассматривают методику интраламеллярной тоннельной кератопластики с внедрением интрастро-

мальных роговичных сегментов (ИРС) [8–11]. При этом происходит стабилизация топографии роговицы, повышение как некорригированной, так и корригированной остроты зрения, улучшение переносимости контактных линз и очковой коррекции, а также возможность отсрочить или даже избежать сквозную или глубокую послойную кератопластику. Формирование тоннелей производится вручную, с помощью специального инструмента, что снижает точность дозирования по глубине и увеличивает риск перфорации роговицы.

Для формирования роговичного тоннеля нами использовался фемтосекундный лазер IntraLase, с помощью которого роговичный тоннель может быть сформирован на точно установленной глубине, нужного диаметра и ширины, что значительно облегчает процесс имплантации ИРС.

Цель исследования — оценить эффективность применения фемтосекундного лазера IntraLase для формирования интрастромальных роговичных тоннелей при имплантации роговичных сегментов у пациентов с кератоконусом.

Материалы и методы

Под нашим наблюдением находились 10 человек с кератоконусом 2–3 степени (по классификации Amsler M., дополненной Киваевым с соавторами, 1979): 6 мужчин и 4 женщины в возрасте от 21 до 32 лет. Для оценки результатов до и после операции пациентам выполнялись стандартные и специальные методы исследования, такие как анализ биомеханических свойств роговицы ORA «Nidek» (Япония),

*Маслова Н.А. — врач-офтальмолог высшей категории, рефракционно-лазерного отделения, e-mail: naukachf@pochta.ru
Сусликов С.В. — врач-офтальмолог высшей категории рефракционно-лазерного отделения, e-mail: naukachf@pochta.ru*

исследование aberrаций роговицы (кератотопограф TOMEY-4, OPD-10000 «Nidek», Япония), определение качества зрения по измерению контрастной чувствительности Contrast Glare Tester «Takagi» (Япония), оптическая когерентная томография OCT-3 «Visante», конфокальная биомикроскопия Confoscan 4 (Япония), лазерная тиндалеметрия для определения воспалительной реакции глаза на операцию по количеству клеток и белка во влаге передней камеры на LFCM «COWA».

Техника операции. Формирование роговичного тоннеля выполняли под местной эпibuльбарной анестезией с помощью фемтосекундного лазера, контролирующего формирование тоннеля при помощи компьютерной программы, и стерильного одноразового интерфейса, содержащего сборное аспирационное кольцо, аппланационную линзу, вакуумную трубку и одноразовый шприц. На глаз накладывали вакуумную систему, состоящую из предварительно стерилизованных аспирационных колец, соединенных при помощи вакуумной трубки с одноразовым шприцем, опускали аппланационную линзу, соединенную с лазерной системой, и под контролем компьютерной программы лазерным лучом производили несквозные тоннели посредством двухэтапной резекции. Сначала на заданной глубине (в нашем случае она составила от 300 до 380 мкм, что равнялось 75% толщины роговицы по данным пахиметрии) формировали кольцевидный канал внутренним диаметром 5,1 мм и внешним — 6,8 мм, после чего в радиальном направлении проводили входной разрез длиной 1,2 мм. Ось входного надреза зависела от формы кератоконуса и варьировала от 0 до 180°. Энергия импульса, используемого для создания кольца и входного разреза, составила 1,5–1,8 мкДж. В сформированные таким образом тоннели имплантировали роговичные сегменты, изготовленные ООО Научно-экспериментальное производство «Микрохирургия глаза» из полиметилметакрилата, представляющие собой часть кольца с дугой в 160°, с поперечным сечением в форме полусферы, основанием 0,6 мм, толщиной 200–300 мкм и диаметром 5 мм. В случае необходимости на разрез накладывался один узловый шов нейлон 10–0. Имплантировали 2 интрастромальных роговичных сегмента (рис. 1).

Все исследования выполнены с информированного согласия испытуемых и в соответствии с этическими нормами Хельсинкской Декларации (2000 г.).

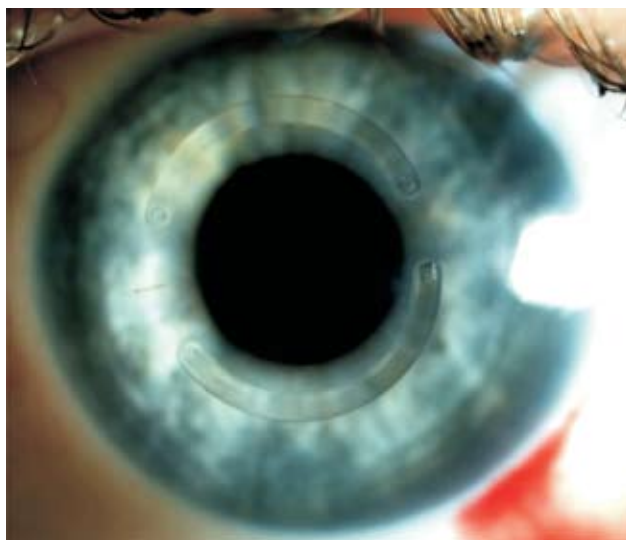


Рис. 1. Глаз пациента И., 25 лет, первые сутки после имплантации ИРС

Статистическую обработку результатов исследования проводили, вычисляя среднее арифметическое значение (M), ошибку среднего арифметического значения (m), и представляли в виде $M \pm m$. Различия между группами оценивали с помощью критерия Стьюдента, достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Послеоперационная реакция глаза соответствовала 0 степени. На следующий день после операции у всех пациентов отмечалось повышение некорригированной остроты зрения с $0,05 \pm 0,04$ до операции до $0,3 \pm 0,1$ после. Роговица оставалась прозрачной за исключением зон эктазии, где наблюдалась легкая вертикальная исчерченность, так называемые линии Фогта, сама же зона эктазии смещалась к центру роговицы, что подтверждалось данными топографии, улучшались параметры кератометрии (с $56,96 \pm 3,27$ D в зоне эктазии до операции до $46,0 \pm 2,0$ D после нее) (рис. 2).

По данным лазерной тиндалеметрии, статистически достоверной разницы между показаниями потока белка и клеток у больных до и после операции выявлено не было, что говорит об отсутствии воспалительной реакции глаза на операцию (табл.). По данным анализатора биомеханических свойств роговицы «ORA», отмечалось статистически значимое повышение фактора резистентности роговицы и корнеального гистерезиса, свидетельствующие об улучшении биомеханических свойств роговицы, повышении ее ригидности (табл.).

Таблица

Количественные характеристики воспалительной реакции и биомеханических свойств роговицы до и после имплантации ИРС

Показатель	До операции	После операции
Поток белка, ф/мс (норма $4,56 \pm 1,8$)	$3,68 \pm 1,75$	$4,34 \pm 1,81$
Поток клеток, клеток/мм ³ (норма $2,38 \pm 2,0$)	$2,64 \pm 1,66$	$3,12 \pm 1,71$
Корнеальный гистерезис (мм рт. ст.)	$7,9 \pm 2,15$	$8,1 \pm 1,64$
Фактор резистентности роговицы (мм рт. ст.)	$5,7 \pm 1,66$	$7,2 \pm 1,41$

В до- и послеоперационном периоде, по данным конфокальной микроскопии, в передних слоях стромы роговицы визуализировались линии растяжения стромы, неполная прозрачность экстрацеллюлярного матрикса, активные кератоциты с видимыми отростками,

плотность эндотелиальных клеток была в пределах возрастной нормы, отмечалось увеличение полимегатизма и полиморфизма клеток эндотелия. Также не были обнаружены воспалительные клетки в оперированных роговицах, хотя и отмечались легкие периангулярные помутнения в прилегающей части роговицы у 1 пациента через месяц после операции.

ОСТ подтвердило правильное расположение сегментов в строме в соответствии с расчетной глубиной (300 ± 10 мкм, остаточная глубина 100 ± 10 мкм), а в месте имплантации — увеличение пахиметрических данных на толщину имплантированного сегмента (на 200 мкм) (рис. 3). Осложнений в ходе операции и в послеоперационном периоде не наблюдалось.

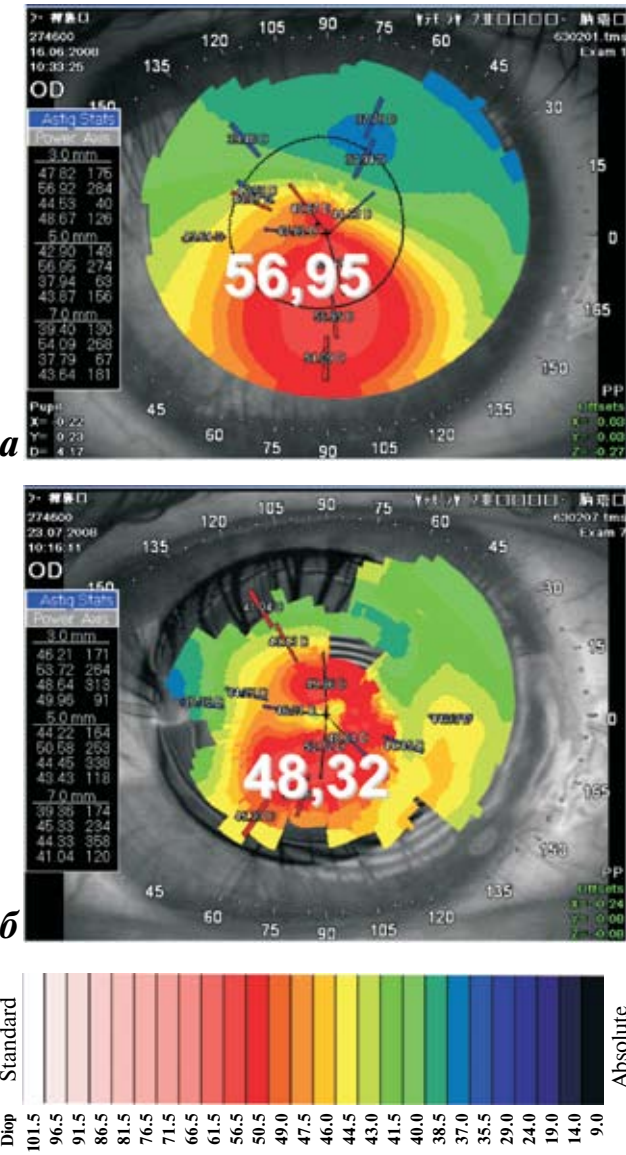


Рис. 2. Кератоподобная диаграмма пациента И., 25 лет: а — до операции, б — после имплантации интрастромальных сегментов

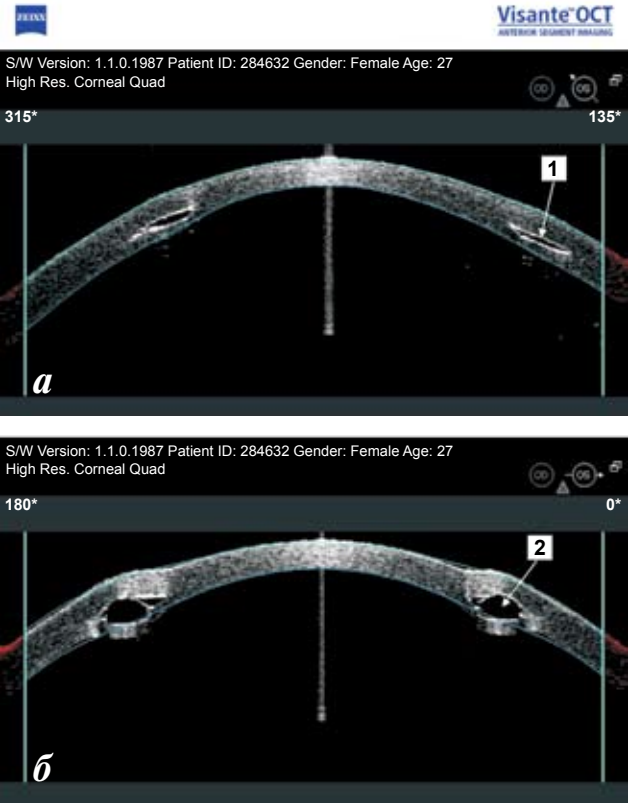


Рис. 3. ОСТ роговицы после формирования тоннеля (1) с использованием INTRALASE: а — до имплантации интрастромальных сегментов, б — после имплантации ИРС (2)

Из субъективных жалоб пациентов следует отметить умеренно выраженный роговичный синдром после операции в течение 10–12 часов, дискомфорт, ореол вокруг источников света, искривление формы предметов, которые постепенно исчезали к 3-му дню после операции.

Заключение

Способ позволяет полностью контролировать глубину, ширину, форму тоннеля, а также внутренний и внешний диаметр кольцевидного канала. Операция имплантации ИРС стабилизирует прогрессирование кератоконуса, возвращает центральной части роговицы сферическую форму и этим позволяет улучшить остроту зрения. Высокая предсказуемость, эффективность, безопасность позволяет считать имплантацию ИРС перспективным методом лечения кератоконуса. Данная операция имеет преимущества: обратимость, короткий реабилитационный период. Сама процедура безболезненна, технически относительно проста, а применение фемтосекундного лазера делает ее более безопасным методом по сравнению с механическим способом формирования интрастромальных тоннелей.

Литература

1. *Rabinovitz Y.S.* Definition, etiology and diagnosis of keratoconus // *Highlights of Ophthalmology, International Edition.* 2004. 21. 241–260.
2. *Аветисов С.Э., Каспарова Е.А., Каспаров А.А.* Кератоконус; принципы диагностики, лазерного и хирургического лечения // *Федоровские чтения-2004: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Новые технологии в лечении заболеваний роговицы».* М., 2004. 21–34.
3. *Аветисов С.Э., Каспарова Е.А., Каспаров А.А.* Keratoconus; principles of diagnostics, laser and surgical treatment // *Fyodorov memorial lectures-2004: all-Russian scientific practical conference with international participation «New technologies in cornea diseases' treatment».* М., 2004. 21–34.
4. *Горскова Е.Н., Севостьянов Е.Н., Гиниатуллин Р.У. и др.* Апоптоз кератоцитов при кератоконусе // *Вестн. офтальмол.* 2002. (4). 36–38.
5. *Горскова Е.Н., Севостьянов Е.Н., Гиниатуллин Р.У. et al.* Apoptosis of keratocytes in keratoconus // *Vestn. Oftalmol.* 2002. (4). 36–38.
6. *Дронов М.М.* Диагностика первичного переднего кератоконуса // *Офтальмохирургия и терапия.* 2004. (3). 2–7.
7. *Дронов М.М.* Diagnosis primary anterior keratoconus // *Oftalmokhirurgiya i terapiya.* 2004. (3). 2–7.
8. *Каспаров А.А., Каспарова Е.А.* Принципы эксимерлазерного и хирургического лечения кератоконуса // *Рефракционная хирургия и офтальмология.* 2002. (3). 21–24.
9. *Каспаров А.А., Каспарова Е.А.* Principles of eximer laser and surgical treatment of keratoconus // *Refraktsionnaya khirurgiya i oftalmologiya.* 2002. (3). 21–24.
10. *Конаева В.Г., Легких Л.С.* Морфологические и математические аспекты эктазии роговицы при кератоконусе // *Федоровские чтения-2004: Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Новые технологии в лечении заболеваний роговицы».* М., 2004. 236–239.
11. *Конаева В.Г., Легких Л.С.* Morphological and mathematical aspects of corneal ectasia in keratoconus // *Fyodorov memorial lectures — 2004: all-Russian scientific practical conference with international participation «New technologies in cornea diseases' treatment».* М., 2004. 236–239.
12. *Мороз З.И., Калинин Ю.Ю., Ковшун Е.В., Борзенко С.А.* Хирургическое лечение осложненных случаев кератоконуса // *2-я междунар. науч. конф. офтальмологов Причерноморья.* Одесса, 2004. 28–29.
13. *Мороз З.И., Калинин Ю.Ю., Ковшун Е.В., Борзенко С.А.* Surgical treatment of complicated cases of keratoconus // *Second international scientific conference of ophthalmologists of the Black Sea region.* Odessa, 2004. 28–29.
14. *Colin J., Cochener B., Savary G., Malet F.* Correcting keratoconus with intracorneal rings // *J. Cataract Refract. Surg.* 2002. 26. (8). 1117–1122.
15. *Гурбанов Р.С., Мороз З.И., Калинин Ю.Ю. и др.* Рефракционные результаты имплантации интрастромальных сегментов из гидрогеля при кератоконусе // *Актуальные проблемы офтальмологии: II Всерос. науч. конф. молодых ученых с участием иностранных специалистов.* М., 2007. 26–27.
16. *Гурбанов Р.С., Мороз З.И., Калинин Ю.Ю. et al.* Refractive results of implantation of intrastromal segments from hydrogel in keratoconus // *Actual problems of ophthalmology: II all-Russian scientific conference of young scientists with participation of foreign specialists.* М., 2007. 26–27.
17. *Двали М.Л., Цинцадзе Н.А., Сибриладзе Б.В. и др.* Интрастромальные роговичные сегменты в лечении кератоконуса // *Федоровские чтения — 2004. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Новые технологии в лечении заболеваний роговицы».* М., 2004. 111–113.
18. *Двали М.Л., Цинцадзе Н.А., Сибриладзе Б.В. et al.* Intrastromal corneal segments in keratoconus treatment // *Fyodorov memorial*

lectures—2004: all-Russian scientific practical conference with international participation «New technologies in cornea diseases' treatment». М., 2004. 111–113.

11. Калинин Ю.Ю., Мороз З.И., Ковшун Е.В., и др. Клинико-функциональные результаты имплантации новой модели интрастромальных роговичных сегментов у пациентов с кератоконусом // Федоровские чтения—2008:

VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. М., 2008. 321–322.

Kalinnikov Y.Y., Moroz Z.I., Kovshun E.V. et al. Clinical functional results of implantation of new model of intrastromal corneal segments in patients with keratoconus // Fyodorov memorial lectures—2008: VII all-Russian scientific practical conference with international participation. М., 2008. 321–322.

FORMING OF INTRASTROMAL CORNEAL TUNNELS FOR IMPLANTATION OF CORNEAL SEGMENTS IN PATIENTS WITH KERATOCONUS USING INTRALASE FEMTOSECOND LASER

Nadezhda Aleksandrovna MASLOVA, Sergey Vikentievich SUSLIKOV

*Cheboksary Branch of the academician S.N. Fyodorov Federal State Institution «Intersectoral Research and Technology Complex «Eye microsurgery» of Rosmedtechnology»
10, Traktorstroitelei str., Cheboksary, 428028*

The problem of vision rehabilitation in patients with keratoconus is very actual. The technique of implantation of intrastromal corneal segments into a tunnel formed by IntraLase femtosecond laser is described in the article. Thus tunnel forming at strictly given depth, with necessary diameter and width can be achieved. Analysis of the results of first 10 surgeries showed significant improvement of topographical and biomechanical indices of cornea, visual acuity increase due to spherical form re-establishment. The technique is effective, predictable, safe and if necessary reversible thanks to tunnel forming by IntraLase femtosecond laser.

Key words: intrastromal cornea segment, IntraLase Femtosecond Laser, keratoconus.

*Maslova N.A. — ophthalmologist of highest category of the refractive laser department, e-mail: naukachf@pochta.ru
Suslikov S.V. — ophthalmologist of highest category of the refractive laser department, e-mail: naukachf@pochta.ru*