

ISSN 2072-1757 (print)

ISSN 2307-3217 (online)

Научно-практический медицинский журнал

# ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА



# PRACTICAL MEDICINE

The scientific and practical medical journal

Офтальмология

Ophthalmology

16+

№ 9 (110)' 2017 / том 1

УДК 617.713-007.64-089.843

**Н.А. ПОЗДЕЕВА<sup>1,2</sup>, М.В. СИНИЦЫН<sup>1</sup>, Н.П. ПАШТАЕВ<sup>1-3</sup>**

<sup>1</sup>Чебоксарский филиал МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова МЗ РФ,  
428028, г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, д. 10

<sup>2</sup>Институт усовершенствования врачей МЗ ЧР, 428032, г. Чебоксары, Красная площадь, д. 3

<sup>3</sup>Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова, 428015, г. Чебоксары, Московский пр., д. 15

## Предварительные результаты коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма после интрастромальной имплантации роговичных сегментов с фемтолазерным сопровождением у пациентов с кератоконусом

**Поздеева Надежда Александровна** — доктор медицинских наук, заместитель директора по научной работе, профессор курса офтальмологии ИУВ, тел. (8352) 36-46-96, e-mail: prozdeeva@mail.ru

**Синицын Максим Владимирович** — врач-офтальмолог, тел. +7-927-841-35-43, тел. +7-927-841-35-43, e-mail: mntksinicin@mail.ru

**Паштаев Николай Петрович** — доктор медицинских наук, профессор, директор, заведующий курсом офтальмологии ИУВ, заведующий кафедрой офтальмологии и отоларингологии ЧГУ, тел. (8352) 36-46-88, e-mail: prmntk@chttts.ru

В статье представлен клинико-функциональный анализ эффективности коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма после имплантации интрастромальных роговичных сегментов (ИРС) с фемтолазерным сопровождением у пациентов с кератоконусом (КК) II-III стадии методом лазерной термокератопластики (ЛТК). Нами было прооперировано 7 человек (7 глаз) с КК II-III стадии по классификации Amsler-Krumeich. Всем пациентам была выполнена ЛТК через 6 мес. после интрастромальной имплантации ИРС. Зоны наложения коагулятов располагали в шахматном порядке в 4 ряда в оптической зоне по окружности диаметром от 5,0 до 8,5 мм в проекции слабого меридиана роговицы по данным кератотопограмм. Интра- и послеоперационных осложнений не было. После операции у всех пациентов было отмечено повышение остроты зрения за счет снижения роговичного астигматизма и увеличения регулярности роговицы в центральной оптической зоне, а также увеличение биомеханических свойств роговицы в связи с созданием в ней дополнительно кольца жесткости из коагулятов и имплантируемого ранее ИРС. Таким образом, ЛТК является эффективным и безопасным методом коррекции остаточного роговичного астигматизма после имплантации ИРС, а также дополнительно повышает биомеханические свойства ослабленной роговицы у пациентов с кератоконусом II-III стадии.

**Ключевые слова:** лазерная термокератопластика, кератоконус, интравоговичный сегмент, иррегулярный роговичный астигматизм.

**N.A. POZDEYEVA<sup>1,2</sup>, M.V. SINITSYN<sup>1</sup>, N.P. PASHTAYEV<sup>1-3</sup>**

<sup>1</sup>Cheboksary branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, 10 Traktorostroiteley Pr., Cheboksary, Russian Federation, 428028

<sup>2</sup>Postgraduate Medical Institute, 3 Krasnaya Ploshchad', Cheboksary, Russian Federation, 428032

<sup>3</sup>Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, 15 Moskovskiy Pr., Cheboksary, Russian Federation, 428015

## Preliminary results of correction of residual irregular corneal astigmatism after femtolaser-assisted intrastromal implantation of corneal segments in patients with keratoconus

**Pozdeyeva N.A.** — D. Med. Sc., Deputy Director on Research, Professor of a course in Ophthalmology, tel. (8352) 36-46-96, e-mail: npozdeeva@mail.ru

**Sinitsyn M.V.** — ophthalmologist, tel. +7-927-841-35-43, e-mail: mnthsinicin@mail.ru

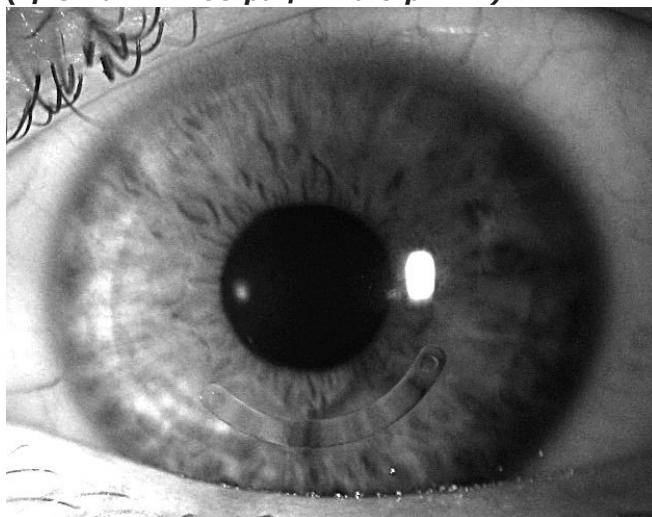
**Pashtayev N.P.** — D. Med. Sc., Professor, Director of Cheboksary branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Head of the course in Ophthalmology of Postgraduate Medical Institute of the Chuvash Republic, Head of the Department of Ophthalmology and Otolaryngology of Chuvash State University, tel. (8352) 36-46-88, e-mail: prmntk@chttts.ru

The article presents a clinical and functional analysis of the efficiency of correction of residual irregular corneal astigmatism after intracorneal segments (ICS) implantation in patients with keratoconus (KC) of II-III stages using laser thermokeratoplasty (LTK). We had operated 7 people (7 eyes) with KC of II-III stages according to Amsler-Krumeich classification. All patients underwent LTK 6 months after the ICS implantation. The coagulation zones were staggered into 4 rows in an optical zone along a circle with a diameter of 5.0 to 8.5 mm in the projection of a weak corneal meridian according to keratotopogram. Intra- and postoperative complications were not observed. After the operation, visual acuity in all patients improved due to a decrease in corneal astigmatism and an increase in the regularity of the cornea in the central optical zone, as well as an increase in the biomechanical properties of the cornea in connection with the creation in it of an additional ring of stiffness from coagulants and an earlier ICS implantation. Thus, LTK is an effective and safe method of correction of residual corneal astigmatism after ICR implantation, and also increases the biomechanical properties of the weakened cornea in patients with KC of II-III stages.

**Key words:** laser thermokeratoplasty, keratoconus, intracorneal segment, irregular corneal astigmatism.

Кератоконус (КК) — это генетически детерминированное дистрофическое заболевание роговицы, характеризующееся нарушением ее биомеханической стабильности за счет структурной дезорганизации коллагеновых волокон, приводящее к оптической неоднородности ткани роговицы с последующим истончением, конусовидным выпячиванием и нарушением прозрачности [1-3]. В последние годы все больший интерес представляет имплантация интрапротивочных сегментов (ИРС) различной длиной дуги и формой поперечного сечения с целью усиления биомеханических свойств ослабленной кератоконусной роговицы за счет создания механического каркаса для зоны кератэкзазии, а также одномоментной коррекции сопутствующих аметропий в связи с улучшением сферичности и уплощением роговичной поверхности [4-8]. Однако, имплантация ИРС не во всех случаях дает выраженный рефракционный эффект из-за остаточного иррегулярного роговичного астигматизма, снижающего остроту зрения, что и обусловило актуальность данного исследования.

**Рисунок 1.**  
Внешний вид глаза на следующий день после имплантации интрастромального сегмента с фемтолазерным сопровождением  
(Цветная иллюстрация на стр. 122)



**Цель работы** — клинико-функциональный анализ эффективности коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма после имплантации ИРС с фемтолазерным сопровождением у пациентов с КК II-III стадии методом лазерной термокератопластики (ЛТК).

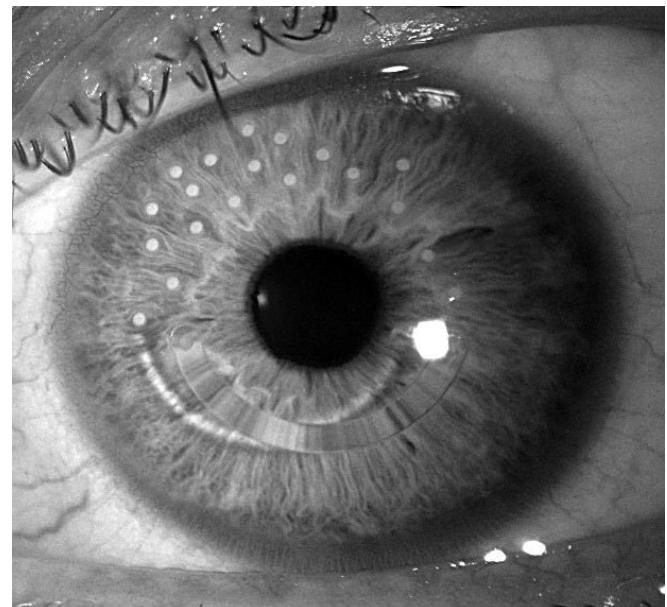
#### Материал и методы

Оперированы 7 человек (7 глаз) с КК II-III стадии по классификации Amsler-Krumeich (1998), из которых 4 мужчины и 3 женщины в возрасте от 21 до 28 лет. У всех пациентов по данным кератотопограмм визуализировалась асимметричная форма кератэкзазии по типу « капли ». На I этапе всем пациентам под местной капельной анестезией был импланти-

#### Рисунок 2.

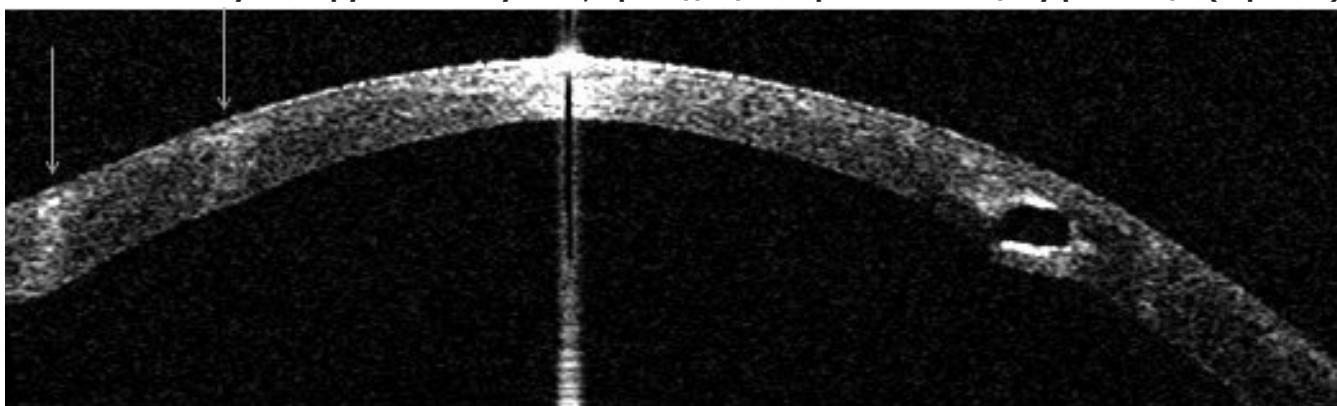
Внешний вид глаза на следующий день после лазерной термокератопластики. Визуализируются коагуляты, расположенные локально в проекции слабого меридиана роговицы и циркулярно между краями интрастромального сегмента

(Цветная иллюстрация на стр. 122)



**Рисунок 3.**

**Оптическая когерентная томография роговицы на следующий день после лазерной термокератопластики. Визуализируются коагуляты, проходящие через всю толщину роговицы (стрелки)**



рован один ИРС (ООО «Научно-экспериментальное производство Микрохирургия глаза», Россия) высотой от 250 до 350 мкм, длиной дуги — от 120 до 160°, шириной — 0,6 мм, перекрывающий зону кератектазии, в интрастромальный тоннель, сформированный с применением фемтосекундного лазера IntraLase FS 60 кГц (AMO, США). II этапом через 6 мес. после имплантации ИРС всем пациентам была выполнена под местной капельной анестезией ЛТК на аппарате «ЛИК-100». В ходе проведения ЛТК использовалось излучение инфракрасного лазера на иттербий-эрбиевом стекле с длиной волны 1,54 мкм, энергия излучения — 160 мДж, диаметром луча 0,3 мм. Излучение лазерной установки направляли на роговицу через трафаретную радиально-кольцевую сетку с размеченной 5,0-8,5 мм оптической зоной по прицельному лучу встроенно-го гелий-неонового лазера малой мощности. Расчет объема операции определяли с учетом локализации участка роговицы со слабой преломляющей способностью и степени роговичного астигматизма по данным компьютерной кератотопограммы. Зоны наложения коагулятов располагались в шахматном порядке в 4 ряда в оптической зоне по окружности диаметром от 5,0 до 8,5 мм с учетом проекции участка со слабой преломляющей способностью. Дистанция между соседними лазерными аппликациями составляло не менее одного диаметра коагулята. Первый ряд наложения коагулятов располагали между концевыми краями ИРС в 5,0 мм оптической зоне, продолжая их по условной циркулярной линии до формирования круга. Второй ряд коагулятов располагали в 6,5 мм оптической зоне, третий ряд коагулятов — в 7,5 мм, четвертый ряд — в 8,5 мм оптических зонах в проекции слабого меридиана роговицы по данным кератотопограммы. Причем, начиная с третьего ряда, уменьшали количество коагулятов в ряду на 2 по сравнению с предыдущим рядом с целью наибольшего воздействия на меридиан роговицы с наименьшим значением кератометрии.

До и после операций всем пациентам проводили визометрию, рефрактokerатометрию, биомикроскопию, компьютерное кератотопографическое исследование на Tomey-5 (Tomey, Япония), оптическую когерентную томографию роговицы на аппарате OCT Visante (Carl Zeiss Meditec Inc., Германия), анализ вязко-эластических свойств роговицы на анализаторе биомеханических свойств глаза ORA (Reichert, США), лазерную тиндалеметрию на

аппарате FC-2000 (Kowa, Япония) и конфокальную микроскопию с подсчетом плотности эндотелиальных клеток на Confoscan-4 (Nidek, Япония). Срок наблюдения составил 7-9 мес.

Статистическую обработку результатов исследования проводили на персональном компьютере с использованием статистической программы Statistica 6.1 (программный продукт «StatSoft», США). Для статистического анализа использовали число наблюдений (*n*), среднее значение (*M*), стандартное отклонение (*SD*). В связи с нормальным распределением значений показателей достоверность различий оценивали по параметрическому критерию *t* для зависимых переменных. Различия изучаемых параметров считали достоверными при *p*<0,05.

### Результаты и обсуждение

Интра- и послеоперационных осложнений после имплантации ИРС с фемтолазерным сопровождением отмечено не было. Ранний послеоперационный период протекал ареактивно. В первые дни после операции у всех пациентов глаза были спокойные. Биомикроскопически в роговице визуализировался ИРС, перекрывающий зону кератектазии (рис. 1).

Среднее значение некорректированной остроты зрения (НКОЗ) через 6 мес. после имплантации ИРС с фемтолазерным сопровождением увеличилось на  $0,12 \pm 0,05$ , корректированной остроты зрения (КОЗ) — на  $0,3 \pm 0,03$ , сферического компонента рефракции (sph) уменьшилось на  $3,31 \pm 0,52$  дптр, среднего значения кератометрии (Кср) — на  $3,8 \pm 1,46$  дптр, цилиндрического компонента рефракции (cyl) — на  $2,18 \pm 0,42$  дптр.

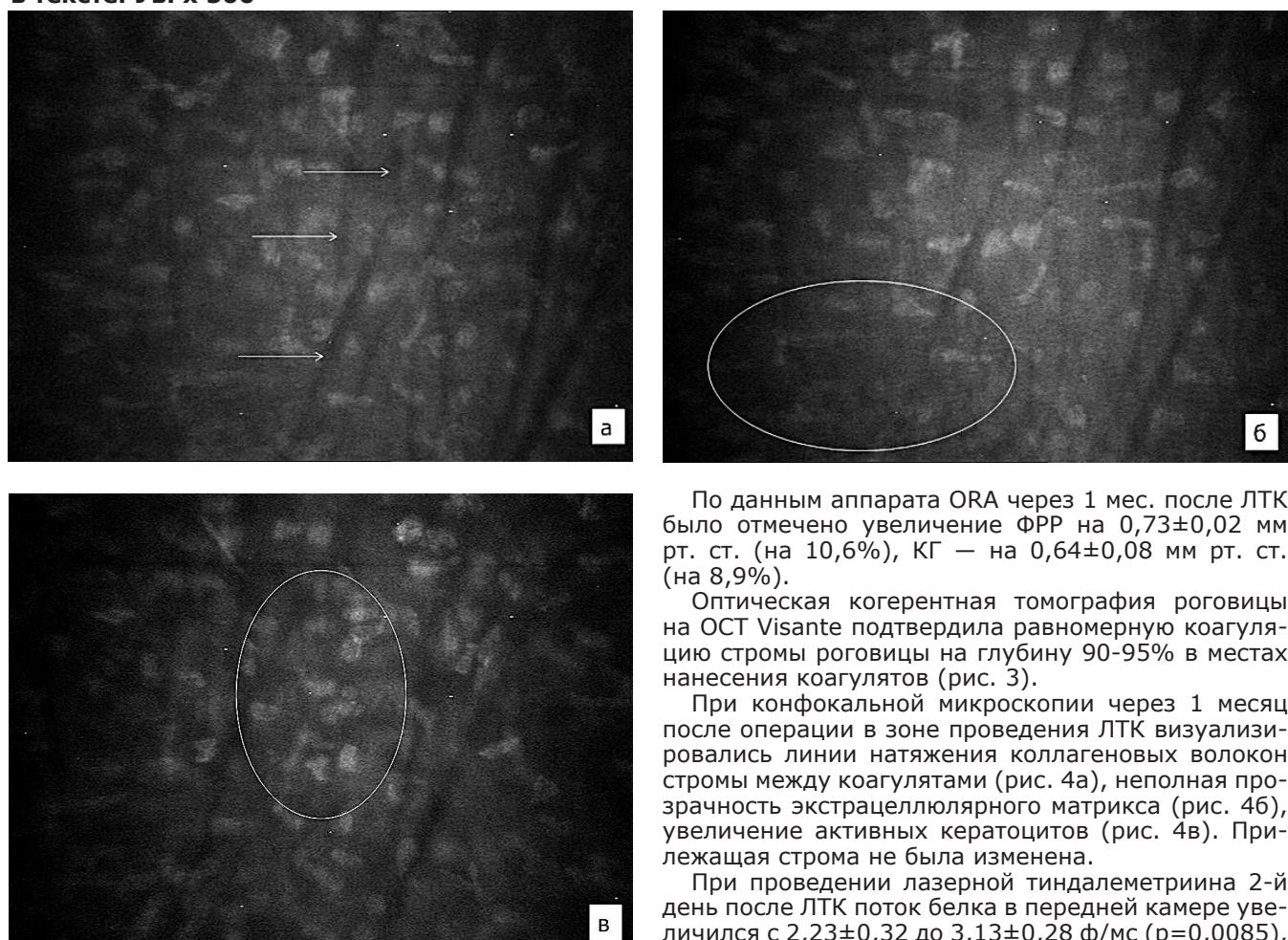
При оценке вязко-эластических свойств роговицы на аппарате ORA через 6 мес. после операции было отмечено увеличение фактора резистентности роговицы (ФРР) на  $1,21 \pm 0,29$  мм рт. ст. (на 21,0%), корнеального гистерезиса (КГ) — на  $1,41 \pm 0,44$  мм рт. ст. (на 24,3%) (см. табл.).

С целью оценки безопасности проведенных операций всем пациентам проводились лазерная тиндалеметрия с исследованием потока белка и клеточной реакции во влаге передней камеры, подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) на аппарате Confoscan-4, а также расчет коэффициента безопасности (КБ).

У всех пациентов на 2-й день после операции поток белка в передней камере увеличился с  $2,11 \pm 0,39$  до  $3,58 \pm 0,54$  ф/мс (*p*=0,0041), количество клеток во влаге передней камеры — с

**Рисунок 4.**

**Конфокальная микроскопия через 1 месяц после лазерной термокератопластики Объяснение в тексте. Ув. х 500**



1,45±0,25 до 2,11±0,42 кл/мм<sup>3</sup> ( $p=0,0026$ ), что укладывалось в границы нормальных значений (поток белка во влаге передней камеры — 4,56±1,8 ф/мс, количество клеток во влаге передней камеры — 2,38±2,0 кл/мм<sup>3</sup>). В течение всего срока наблюдения данные также оставались в пределах нормы. Через 6 мес. после операции достоверно значимого снижения ПЭК в центральной оптической зоне отмечено не было ( $p>0,05$ ). КБ рассчитывался как средний показатель отношения послеоперационного значения КОЗ к предоперационному значению КОЗ (в норме КБ≥1,0). Через 6 мес. после операций КБ составил 3,4±0,41.

Через 6 мес. после имплантации ИРС с фемтолазерным сопровождением с целью коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма и дополнительного повышения биомеханических свойств роговицы всем пациентам была выполнена ЛТК. Интра- и послеоперационных осложнений отмечено не было. Ранний послеоперационный период протекал ареактивно. В первые дни после операции у всех пациентов глаза были спокойные. Биомикроскопически в роговице визуализировались точечные помутнения после ЛТК и ИРС (рис. 2).

Среднее значение НКОЗ через 1 мес. после ЛТК увеличилось на 0,18±0,02, КОЗ — на 0,14±0,03, sph — на 0,96±0,03 дптр, Кср — на 1,8±0,32 дптр, cyl — снизился на 2,15±0,6 дптр (табл. 1). КБ через 1 мес. после операции составил 0,7±0,12.

По данным аппарата ORA через 1 мес. после ЛТК было отмечено увеличение ФРР на 0,73±0,02 мм рт. ст. (на 10,6%), КГ — на 0,64±0,08 мм рт. ст. (на 8,9%).

Оптическая когерентная томография роговицы на OCT Visante подтвердила равномерную коагуляцию стромы роговицы на глубину 90-95% в местах нанесения коагулятов (рис. 3).

При конфокальной микроскопии через 1 месяц после операции в зоне проведения ЛТК визуализировались линии натяжения коллагеновых волокон стромы между коагулятами (рис. 4а), неполная прозрачность экстрацеллюлярного матрикса (рис. 4б), увеличение активных кератоцитов (рис. 4в). Прилежащая строма не была изменена.

При проведении лазерной тиндалеметрии 2-й день после ЛТК поток белка в передней камере увеличился с 2,23±0,32 до 3,13±0,28 ф/мс ( $p=0,0085$ ), количество клеток во влаге передней камеры — с 1,52±0,28 до 2,05±0,31 кл/мм<sup>3</sup> ( $p=0,0064$ ), что укладывалось в границы нормальных значений и не превышало их в течение всего срока наблюдения. Через 1 мес. после операции достоверно значимого снижения ПЭК в центральной оптической зоне отмечено не было ( $p>0,05$ ). КБ через 1 мес. после операции составил 1,28±0,16.

При проведении ЛТК между нанесенными коагулятами образуются линии натяжения коллагеновых волокон, создающие вместе с имплантированным ранее ИРС в роговице кольцо жесткости, дополнительно повышающее ее биомеханические свойства, что подтверждается улучшением показателей ФРР и КГ. За счет локального нанесения коагулятов в участке роговицы со слабой преломляющей способностью повышается регулярность центральной оптической зоны, что приводит к улучшению остроты зрения.

#### Выводы

Лазерная термокератопластика является эффективным и безопасным методом коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма после имплантации интрастромальных сегментов у пациентов с кератоконусом II-III стадии и способствует повышению их трудовой и социальной реабилитации. Выполнение лазерной термокератопластики после имплантации интрастромальных сегментов приводит к усилению биомеханических

**Таблица.**

**Динамика изменений клинико-функциональных данных после лазерной термокератопластики у пациентов с кератоконусом II-III стадии с имплантированными ранее интрастромальными сегментами с фемтолазерным сопровождением (n=7), M±SD**

Параметры	До имплантации ИРС	Через 6 мес. после имплантации ИРС		Через 1 мес. после ЛТК	
	M±SD	M±SD	p	M±SD	p
НКОЗ	0,05±0,02	0,17±0,07	0,0012	0,35±0,05	0,0001
КОЗ	0,2±0,05	0,5±0,08	0,0085	0,64±0,05	0,0002
sph, дptr	4,88±0,92	1,57±0,44	0,0119	2,53±0,46	0,0253
cyl, дptr	5,25±1,55	3,07±1,13	0,0028	0,92±0,53	0,0001
Kср, дptr	54,1±5,75	50,3±4,29	0,0027	51,1±3,97	0,0004
ФРР, мм рт. ст.	5,7±1,16	6,91±0,87	0,0094	7,64±0,85	0,0044
КГ, мм рт. ст.	5,8±1,88	7,21±0,64	0,0069	7,85±0,72	0,0036
ПЭК в центральной зоне, кл/мм <sup>2</sup>	2768±91	2763±94	0,0924	2722±83	0,0886

свойств кератоконусной роговицы и оказывает дополнительный стабилизирующий эффект при кератоконусе.

**ЛИТЕРАТУРА**

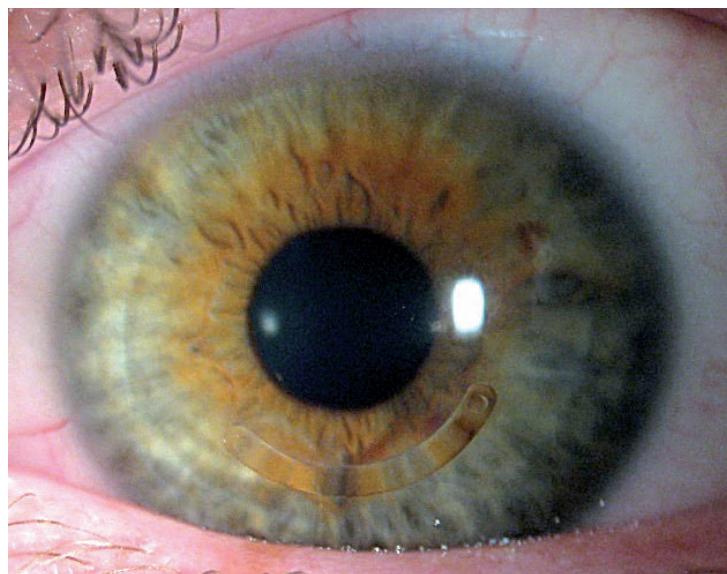
- Ambrosio K.J., Conso R.S., Luz A., Coca V.G. Corneal thickness spatial profile and corneal-volume distribution: tomographic indices to detect keratoconus // J. Cataract. Refract. Surg. — 2006. — №11. — P. 1951-1959.
- Belin M.W., Khachikian S.S., Ambrosio R.J., Salomao M.Q. Keratoconus/Ectasia detection with the Oculus Pentacam: Belin/Ambrosio enhancedectasia display // Highlights of ophthalmology. — 2007. — №6. — Р. 2.
- Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Синицын М.В., Щеглова М.А. Сравнительный анализ отдаленных клинико-функциональных результатов имплантации интрастромальных колец MyoRing по стандартной и оптимизированной технологиям с применением фемтосекундного лазера у пациентов с кератоконусом // Офтальмохирургия. — 2017. — №1. — С. 40-46.
- Сусликов С.В., Маслова Н.А., Паштаев Н.П. Динамика зрительных функций и биомеханических свойств роговицы после лазерной термокератопластики у пациентов с кератоконусом // Офтальмохирургия. — 2009. — №4. — С. 4-10.
- Маслова Н.А., Паштаев Н.П. Отдаленные клинико-функциональные результаты после интрастромальной кератопластики с применением фемтосекундного лазера IntraLaseFS у пациентов с кератоконусом // Офтальмохирургия. — 2011. — №1. — С. 62-66.
- Паштаев Н.П., Синицын М.В., Поздеева Н.А. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов фемтолазерных имплантаций интрастромальных сегментов и колец MyoRing у пациентов с кератоконусом // Офтальмохирургия. — 2014. — №3. — С. 35-41.
- Kubaloglu A., Cinar Y., Sari E.S., et al. Comparison of 2 intrastrromal corneal ring segment models in the management of keratoconus // J. Cataract. Refract. Surg. — 2010. — №6. — P. 978-985.
- Torquetti L., Ferrara G., Almeida F., et al. Intrastrromal corneal ring segments implantation in patients with keratoconus: 10-year follow-up // J. Refract. Surg. — 2014. — №1. — P. 2-26.

**Н.А. ПОЗДЕЕВА, М.В. СИНИЦЫН, Н.П. ПАШТАЕВ**

Предварительные результаты коррекции остаточного иррегулярного роговичного астигматизма после интрастромальной имплантации роговичных сегментов с фемтолазерным сопровождением у пациентов с кератоконусом (стр. 80)

**Рисунок 1.**

Внешний вид глаза на следующий день после имплантации интрастромального сегмента с фемтолазерным сопровождением

**Рисунок 2.**

Внешний вид глаза на следующий день после лазерной термокератопластики. Визуализируются коагуляты, расположенные локально в проекции слабого меридиана роговицы и циркулярно между краями интрастромального сегмента

