

УДК 617.713-007-089

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
КОРРЕКЦИИ АСТИГМАТИЗМА ПОСЛЕ СКВОЗНОЙ КЕРАТОПЛАСТИКИ
МЕТОДОМ ИМПЛАНТАЦИИ ИНТРАСТРОМАЛЬНЫХ РОГОВИЧНЫХ
СЕКМЕНТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ФЕМТОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРА**

Н.А. Поздеева, И.Л. Куликова, А.Е. Терентьева, М.В. Синуцын

*Чебоксарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова»
Минздрава России*

В статье представлен анализ клинико-функциональных результатов коррекции астигматизма у 12 пациентов после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера. Через 6 мес. после операции отмечалась высокая рефракционная эффективность (повышение остроты зрения, уплощение и повышение регулярности роговичного трансплантата) и безопасность при коррекции индуцированного посткератопластического астигматизма.

Ключевые слова: астигматизм после сквозной кератопластики, имплантация интрастромальных роговичных сегментов, фемтосекундный лазер.

DOI 10.19163/1994-9480-2020-4(76)-169-172

**PRELIMINARY CLINICAL AND FUNCTIONAL RESULTS OF ASTIGMATISM
CORRECTION AFTER PENETRATING KERATOPLASTY BY THE METHOD
OF THE INTRASTROMAL CORNEAL SEGMENTS IMPLANTATION
WITH THE APPLICATION OF A FEMTOSECOND LASER**

N.A. Pozdeeva, I.L. Kulikova, A.E. Terentyev, M.V. Sinitsyn

*The Cheboksary of FSAI «NMRC «ISTC «Eye Microsurgery» named after academician S.N. Fedorov»
of Public Health Ministry of the Russian Federation*

The article presents an analysis of the clinical and functional results of astigmatism correction in 12 patients after penetrating keratoplasty by implantation of intrastromal corneal segments using a femtosecond laser. High refractive efficiency (increased visual acuity, flattening and increased regularity of the corneal graft) and safety in the correction of induced postkeratoplastic astigmatism were noted six months after the operation.

Key words: astigmatism after through keratoplasty, implantation of intrastromal corneal segments, femtosecond laser.

Выполнение сквозной кератопластики (СКП) неразрывно связано с возникновением индуцированного астигматизма различной степени. Высокие значения астигматизма снижают зрение и являются причиной неудовлетворенности пациента послеоперационным результатом [4]. По данным различных авторов, астигматизм 5,00 дптр и более диагностируется после сквозной кератопластики у 15–27 % пациентов [3]. В настоящее время для коррекции посткератопластического астигматизма широкое распространение получили эксимер-лазерные операции [5].

В то же время описаны случаи разрыва посткератопластического рубца при незавершенном типе рубцевания, регресс рефракционного результата, невозможность полной коррекции при высоких значениях послеоперационной аметропии, а также риск развития вторичной кератэктазии [6]. В последние годы для коррекции посткератопластического астигматизма широко применяется метод имплантации интрастромальных роговичных сегментов (ИРС). Способ выполняется для коррекции посткератопластического астигматизма при симметричном типе

кератотопограммы и позволяет повысить остроту зрения за счет уплощения роговицы между ИРС, восстановления ее сферичности и регулярности [1, 2, 7]. В связи с этим поиск оптимального способа коррекции астигматизма после сквозной кератопластики является достаточно актуальным у пациентов данной группы, так как важно не только снизить его степень, но и обеспечить стабильность формы роговичного трансплантата.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Анализ клинико-функциональных результатов коррекции астигматизма после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследованы 12 пациентов (12 глаз), которые были прооперированы в Чебоксарском филиале ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова в период с 2018 по 2019 год методом имплантации интрастромальных

роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера (ФСЛ) с целью коррекции посткератопластического астигматизма. У всех пациентов в анамнезе ранее проведенная сквозная кератопластика по поводу кератоконуса далеко зашедшей стадии. После СКП прошло от 2 до 8 лет, в среднем $(3,4 \pm 2,1)$ года. Возраст пациентов варьировал от 28 до 45 лет и составил в среднем $(34,5 \pm 5,8)$ года. Срок наблюдения составил 6 месяцев.

По данным биомикроскопического исследования во всех случаях роговичный трансплантат был прозрачен, рубец состоятелен. Величина сферического компонента рефракции (sph) варьировала от $-4,75$ до $+6,0$ дптр. В большинстве случаев (7 глаз) была выявлена миопическая рефракция, в 3 случаях – гиперметропическая рефракция. В 2 случаях значение сферического компонента равнялось нулю.

Помимо стандартных методов обследования были выполнены специальные исследования: пахиметрия роговицы (Visante OCT, Zeiss, Германия), анализ биомеханических свойств роговицы (ORA, Reichert, США), эндотелиальная микроскопия (Tomey, Япония), лазерная тиндалеметрия (FCM) (FC-2000, Кова Япония).

Имплантация ИРС с применением ФСЛ проводилась под местной капельной анестезией 0,4%-м раствором инокаина. I этапом в пределах роговичного трансплантата формировали интрасромальный туннель с внутренним диаметром 5,0 мм, наружным – 6,2 мм, на глубине 80 % от минимальной толщины роговичного трансплантата с использованием фемтосекундного лазера «ФемтоВизум» 1МГц (Троицк, Россия).

II этапом в сформированный туннель с помощью пинцета имплантировали ИРС. Всем пациентам были имплантированы ИРС производства ООО НЭП «Микрохирургия глаза», изготовленные из полиметилметакрилата. Высота имплантированных в ходе исследования ИРС варьировала от 250 до 350 мкм, длина дуги – от 90 до 120° в зависимости от величины сферозэквивалента рефракции и данных кератотопограммы.

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ Statistica 10 («StatSoft», США) и Microsoft Office Excel 2007 («Microsoft», США). Для статистического анализа использовали – число наблюдений (n), среднее арифметическое (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 $p < 0,05$.

Индекс эффективности высчитывался по отношению некорригированной остроты зрения

(НКОЗ) после операции к корригированной остроте зрения (КОЗ) до операции, индекс безопасности – по отношению КОЗ после операции к КОЗ до операции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Интра- и послеоперационных осложнений не наблюдалось. На следующий день после операции пациенты отмечали субъективное улучшение зрения. При биомикроскопии глаза были спокойные, ИРС располагались симметрично в роговичном трансплантате (рис.)

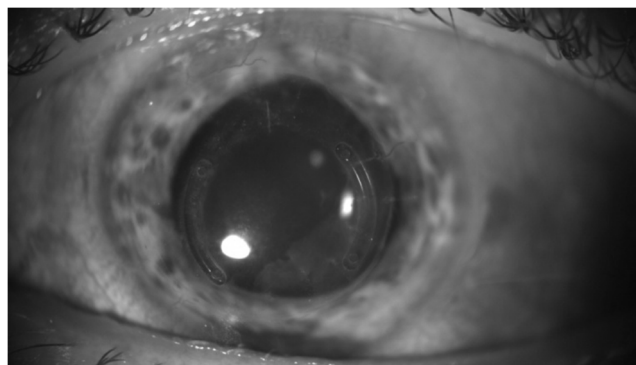


Рис. Внешний вид глаза на следующий день после имплантации ИРС в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера

Некорригированная острота зрения (НКОЗ) увеличилась на $(0,12 \pm 0,07)$, корригированная острота зрения (КОЗ) – на $(0,10 \pm 0,13)$; сферический компонент рефракции (sph) снизился на $(0,03 \pm 0,07)$ дптр, цилиндрический компонент (cyl) снизился на $(-3,90 \pm 1,76)$ дптр за счет уплощения роговицы в проекции расположения сегмента (см. табл.).

Через 6 мес. после операции НКОЗ увеличилась еще на $(0,30 \pm 0,07)$, КОЗ увеличилась еще на $(0,20 \pm 0,01)$, sph снизился еще на $(0,08 \pm 0,13)$ дптр, cyl снизился еще на $(-2,30 \pm 0,22)$ дптр. Индекс безопасности составил 1,33, индекс эффективности – 0,66.

По данным оптической когерентной томографии минимальная толщина роговицы над сегментами после операции в среднем составила $(375,4 \pm 36,5)$ мкм, через 6 мес. снизилась до $(315,0 \pm 92,0)$ мкм за счет уплотнения волокон стромы, расположенных над ИРС. Минимальное значение пахиметрии в центральной зоне в первые дни после операции увеличилось на $(37,70 \pm 25,40)$ мкм, что связано с незначительным отеком стромы роговицы. Через 6 месяцев этот показатель достиг дооперационных значений.

Преломляющая сила роговицы по данным кератотопографии снизилась на следующий день

после операции на $(3,89 \pm 0,27)$ дптр, через 6 мес. снизилась еще на $(2,00 \pm 3,21)$ дптр за счет уплотнения роговичного трансплантата. SRI на следующий день после операции снизился на $(1,05 \pm 0,05)$ и больше не менялся; SAI увеличился в среднем на $(0,47 \pm 0,38)$ на следующий день после операции и еще на $(0,21 \pm 0,55)$ через 6 мес. после операции. С первых дней после операции отмечалось увеличение показателей вязко-эластических свойств роговицы.

Данные клинико-функциональных показателей до и в разные сроки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера ($n = 12$), $M \pm SD$

Параметры	До операции	1 день после операции	Через 6 мес.	p
НКОЗ	$0,08 \pm 0,07$	$0,20 \pm 0,14$	$0,50 \pm 0,36$	0,01
КОЗ	$0,30 \pm 0,20$	$0,40 \pm 0,07$	$0,60 \pm 0,28$	0,02
Sph, дптр	$1,16 \pm 3,98$	$1,13 \pm 3,31$	$1,05 \pm 3,18$	0,07
Cyl, дптр	$-10,25 \pm 4,80$	$-6,30 \pm 3,04$	$-4,00 \pm 2,82$	0,01
Кср, дптр	$43,59 \pm 3,90$	$39,70 \pm 4,17$	$37,50 \pm 0,96$	0,03
SRI	$1,19 \pm 0,45$	$0,96 \pm 0,46$	$0,91 \pm 0,48$	0,01
SAI	$0,84 \pm 0,22$	$1,31 \pm 0,60$	$1,52 \pm 1,15$	0,01
КГ, мм рт. ст.	$7,9 \pm 1,5$	$8,2 \pm 1,27$	$9,40 \pm 1,13$	0,02
ФРР, мм рт. ст.	$7,00 \pm 1,81$	$7,40 \pm 1,87$	$8,4 \pm 2,4$	0,04
Минимальное значение пахиметрии в центре, мкм	$520,8 \pm 35,1$	$558,5 \pm 29,0$	$527,0 \pm 45,4$	0,05
ПЭК, кл/мм ²	$1521,0 \pm 527,2$	$1440,4 \pm 840,8$	$1475,5 \pm 419,3$	0,04
FCM Поток белка, ф/мс	$4,00 \pm 1,94$	$9,40 \pm 1,33$	$3,60 \pm 0,75$	0,06
Количество клеток, кл/мм ³	$1,01 \pm 0,24$	$2,24 \pm 0,88$	$1,20 \pm 0,75$	0,07

Корнеальный гистерезис (КГ) увеличился на $(0,30 \pm 0,33)$ мм рт. ст., фактор резистентности роговицы (ФРР) на $(0,44 \pm 0,03)$ мм рт. ст. Через 6 мес. показатели увеличились еще на $(1,20 \pm 0,14)$ мм рт. ст. и на $(0,96 \pm 0,53)$ мм рт. ст. Повышение биомеханических свойств роговичного трансплантата за счет создания в нем после имплантации ИРС дополнительного «каркаса жесткости» позволяет добиться большей его послеоперационной стабильности. Плотность эндотелиальных клеток несколько снизилась

сразу после операции – на $(80,6 \pm 313,6)$ кл/мм² и достигла дооперационных значений через 6 месяцев. По данным лазерной тиндалеметрии поток белка в передней камере в первые дни после операции увеличился на $(5,40 \pm 0,61)$ ф/мс, количество клеток – на $(1,23 \pm 0,64)$ кл/мм³, которые достигли нормы к 3-му дню после операции и больше ее не превышали в течение всего периода наблюдения. Отсутствие воспалительной реакции глаз по данным биомикроскопии, лазерной тиндалеметрии и снижения ПЭК свидетельствует о безопасности выполненных операций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод имплантации интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера продемонстрировал: высокую рефракционную эффективность (повышение остроты зрения, уплотнение и повышение регулярности роговичного трансплантата) и безопасность при коррекции индуцированного посткератопластического астигматизма, повышение биомеханических свойств роговичного трансплантата. Необходимо дальнейшее наблюдение за отдаленными клинико-функциональными результатами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Сеницын М.В. Сравнительный анализ роговичных аберраций после фемтолазерной имплантации интрастромальных сегментов и колец при кератоконусе // Вестник офтальмологии. – 2017. – № 3. – С. 3–8.
2. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Сеницын М.В. Сравнительный анализ-отдаленных клинико-функциональных результатов имплантаций интрастромальных сегментов и колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера у пациентов с кератоконусом // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2017. – № 2. – С. 84–87.
3. Слонимский Ю.Б., Слонимский А.Ю., Джафарли Т.Б. и др. Рефракционный статус и его динамика после сквозной пересадки роговицы. Анализ многолетних наблюдений // VI Российский симпозиум по рефракционной и пластической хирургии глаза: сб. ст. – М., 2002. – С. 27–29.
4. Horackova M., Loukotova V., Hlinomazova Z., et al. Long-term results of the postoperative ametropia correction after perforating keratoplasty using the LASIK method // Cesk. Slov. Oftalmol. – 2008. – Vol. 64, no 1. – P. 3–10.
5. Kuryan J., Channa P. Refractive surgery after corneal transplant // Ophthalmology. – 2010. – Vol. 21, no 4. – P. 259–264. – doi: 10.1097/ICU.0b013e32833a9abb.
6. Lee H.S., Kim M.S. Factors related to the correction of astigmatism by LASIK after penetrating keratoplasty // J Refract Surg. – 2010. – Vol. 26, no. 12. – P. 960–965. – doi: 10.3928/1081597X-20100212-07.
7. Lisa C., Miriam G., David M., et al. Femtosecond laser-assisted intrastromal corneal ring segment implantation

for high astigmatism correction after penetrating keratoplasty // *Cataract Refract Surg.* – 2013. – Vol. 39, no. 7. – P. 1660–1667. – doi: 10.1016/j.jcrs.2013.04.038.

REFERENCES

1. Pashtaev N.P., Pozdeeva N.A., Sinitsyn M.V. Sravnitel'nyy analiz rogovichnykh aberratsiy posle femtolazernoy implantatsii intrastromal'nykh segmentov i kolets pri keratokonuse [Comparative analysis of corneal aberrations after femtolaser implantation of intrastromal segments and rings with keratoconus]. *Vestnik oftal'mologii* [Bulletin of Ophthalmology], 2017, no. 3, pp. 3–8. (In Russ., abstr. in Engl.).

2. Pashtaev N.P., Pozdeeva N.A., Sinitsyn M.V. Sravnitel'nyy analizotdalennykh kliniko-funktsional'nykh rezul'tatov implantatsiy intrastromal'nykh segmentov i kolets MyoRing s primeneniye femtosekundnogo lazera u patsiyentov s keratokonusom [Comparative analysis of distant clinical and functional results of implantation of intrastromal segments and MyoRing rings using a femtosecond laser in patients with keratoconus]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Journal of Volgograd State Medical University], 2017, no. 2, pp. 84–87. (In Russ., abstr. in Engl.).

3. Slonimskiy Yu.B., Slonimskiy A.Yu., Dzhafarli T.B., et al. Refraktsionnyy status i yego dinamika posle skvoznoy peresadki rogovitsy. Analiz mnogoletnikh nablyudeniy [Refractive status and its dynamics after through transplantation cornea. Analysis of long-term observations]. *VI Rossiyskiy simpozium po refraktsionnoy i plasticheskoy khirurgii glaza: sb. st.* [VI Russian symposium on refractive and plastic eye surgery: Sat.St.]. Moscow, 2002, pp. 27–29. (In Russ., abstr. in Engl.).

4. Horackova M., Loukotova V., Hlinomazova Z., et al. Long-term results of the postoperative ametropia correction after perforating keratoplasty using the LASIK method. *Cesk. Slov. Oftalmol.*, 2008, vol. 64, no 1, pp. 3–10.

5. Kuryan J., Channa P. Refractive surgery after corneal transplant. *Ophthalmology*, 2010, vol. 21, no 4, pp. 259–264. doi: 10.1097/ICU.0b013e32833a9abb.

6. Lee H.S., Kim M.S. Factors related to the correction of astigmatism by LASIK after penetrating keratoplasty. *J Refract Surg.*, 2010, vol. 26, no. 12, pp. 960–965. doi: 10.3928/1081597X-20100212-07.

7. Lisa C., Miriam G., David M., et al. Femtosecond lase-assisted intrastromal corneal ring segment implantation for high astigmatism correction after penetrating keratoplasty. *Cataract Refract Surg.*, 2013, vol. 39, no. 7, pp. 1660–1667. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.04.038.

Контактная информация

Поздеева Надежда Александровна – д. м. н., профессор курса офтальмологии ГАУ ДПО Институт усовершенствования врачей Минздрава Чувашии, директор Чебоксарского филиала ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, e-mail: prozdeeva@mail.ru