

УДК 617.713-089.843

АНАЛИЗ АБЕРРАЦИЙ РОГОВИЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ЦЕЛЬНОГО ИНТРАСТРОМАЛЬНОГО КОЛЬЦА

Синицын М.В., Поздеева Н.А.

Чебоксарский филиал ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, Чебоксары, e-mail: mntksinicin@mail.ru

Цель исследования – провести анализ изменения aberrаций роговичного трансплантата после имплантации в него цельного интрастромального кольца. Диагностическое обследование и хирургическое лечение были выполнены 27 пациентам (27 глаз). У всех пациентов в анамнезе была выполнена сквозная кератопластика. Возраст вошедших в клиническое исследование пациентов составил от 21 до 37 лет. Каждому пациенту была произведена имплантация цельного интрастромального кольца в сквозной роговичный трансплантат. Период динамического наблюдения за прооперированными пациентами – 1 год. Через 1 год после имплантации цельного интрастромального кольца некорригированная острота зрения увеличилась в среднем с $0,15\pm0,05$ до $0,53\pm0,04$, максимальная корригированная острота зрения – с $0,26\pm0,1$ до $0,81\pm0,07$, произошло снижение в фотоптических условиях RMS суммарных роговичных aberrаций (RMS total) в 2,1 раза, роговичных aberrаций высших порядков (RMS HOA) – в 1,8 раза. В мезоптических условиях RMS total и RMS HOA уменьшилась в 2,1 раза. Клинико-функциональный анализ роговичных aberrаций после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат у пациентов после сквозной кератопластики при сроке наблюдения 12 месяцев показал значительное снижение как суммарных роговичных aberrаций, так и aberrаций высших порядков в фото- и мезоптических условиях, что сопровождалось высокими рефракционными результатами.

Ключевые слова: роговичные aberrации, сквозная кератопластика, интрастромальное кольцо.

ANALYSIS OF CORNEAL GRAFT ABERRATIONS AFTER IMPLANTATION OF A WHOLE INTRASTROMAL RING

Sinitsyn M.V., Pozdeyeva N.A.

Cheboksary Branch of the S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution, Cheboksary, e-mail: mntksinicin@mail.ru

To analyze changes in corneal graft aberrations after implantation of a whole intrastromal ring into it. Diagnostic examination and surgical treatment were performed in 27 patients (27 eyes). All patients had a history of penetrating keratoplasty. Patients included in the clinical study were aged 21 to 37 years. Each patient was implanted with a whole intrastromal ring into a penetrating corneal graft. The period of dynamic observation of operated patients is 1 year. 1 year after implantation of the whole intrastromal ring uncorrected visual acuity increased by an average of 0.15 ± 0.05 to 0.53 ± 0.04 , best corrected visual acuity - from 0.26 ± 0.1 to 0.81 ± 0.07 , reduction in photopic conditions of RMS total corneal aberrations (RMS total) by 2.1 times, higher-order corneal aberrations (RMS HOA) by 1.8 times. Under mesopic conditions, RMS total and RMS HOA decreased by 2.1 times. Clinical and functional analysis of corneal aberrations after intrastromal ring implantation into a corneal graft in patients after penetrating keratoplasty with a follow-up period of 12 months showed a significant decrease in both total corneal aberrations and higher-order aberrations in photo- and mesopic conditions, which was accompanied by high refractive results.

Keywords: corneal aberrations, penetrating keratoplasty, intrastromal ring.

Выполнение сквозной или глубокой передней послойной кератопластики неразрывно связано с возникновением индуцированного посткератопластического астигматизма (ПА). Важное значение имеет как степень, так и форма ПА [1]. Чем больше значение ПА и выраженнее его иррегулярность, тем больше индуцированных aberrаций возникает у пациента и, соответственно, больше снижается его острота зрения, что в итоге проводит к неудовлетворенности рефракционным результатом проведенной кератопластики [2, 3]. В настоящее время наиболее популярным методом коррекции ПА и индуцированных

посткератопластических аберраций являются жесткие газопроницаемые склеральные линзы (ЖГСЛ), которые компенсируют любые иррегулярности роговицы за счет расположенного под линзой слёзного мениска [4]. Однако не все пациенты могут носить ЖГСЛ из-за определенных условий труда (повышенная температура в цехах и т.д.), вследствие финансовой ограниченности и т.д. Такой категории пациентов могут помочь хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии. Применение рефракционной лазерной коррекции с персонализированным вариантом абляции позволяет значительно повысить сферичность и регулярность роговичного трансплантата. Однако данный вид хирургической коррекции ограничен толщиной роговичного трансплантата, его диаметром и значением посткератопластической аметропии. Из минусов рефракционной лазерной коррекции наибольшее значение имеет регресс полученного рефракционного результата в отдаленном послеоперационном периоде [2]. При невозможности рефракционной лазерной хирургии в последние годы все большую популярность приобретает метод имплантации интрастромального цельного кольца в роговичный трансплантат. Неоспоримым преимуществом данного метода является коррекция высоких значений ПА и сопутствующей миопии с одновременным усилением биомеханических свойств роговичного трансплантата [5]. Корrigируя посткератопластическую аметропию, имплантированное в роговичный трансплантат кольцо компенсирует и роговичные аберрации, особенно высших порядков [6]. Однако само интрастромальное кольцо также может при расширении зрачка и попадании его в поле зрения пациента индуцировать роговичные аберрации. В литературных источниках отсутствует информация по изменению роговичных аберраций после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат, поэтому их изучение представляется нам достаточно актуальным.

Цель исследования – провести анализ изменения аберраций роговичного трансплантата после имплантации в него цельного интрастромального кольца.

Материал и методы исследования

Было обследовано 27 глаз (27 пациентов). Возраст вошедших в клиническое исследование пациентов составил от 21 до 37 лет (средний возраст составил $28 \pm 5,4$ года), из них 17 мужчин и 10 женщин. На 22 глазах за 6–11 лет до настоящего клинического исследования была выполнена СКП в связи с кератоконусом III–IV стадий, у 5 пациентов – по поводу решетчатой дистрофии роговицы. Все роговичные трансплантаты были прозрачные. Диаметр роговичного трансплантата составлял у 20 глаз 8,0 мм и у 7 глаз – 8,5 мм.

Исследуемым пациентам была произведена имплантация цельного интрастромального кольца MyoRing (Dioptex, Австрия) в кератотрансплантат с применением фемтосекундного лазера (ФСЛ) «ФемтоВизум» 1МГц (Троицк, Россия). Операция была проведена в два

основных этапа. На первом этапе при помощи ФСЛ были сформированы практически замкнутый интрастромальный карман в кератотрансплантате на глубине от 80 до 85% от минимальной его толщины в центре и входной тоннель длиной от 0,5 до 1,0 мм и шириной от 4,0 до 4,5 мм. На втором этапе при помощи специального пинцета, на внутренней поверхности браншей которого имелись углубления для фиксации кольца, имплантировали цельное интрастромальное кольцо с наружным диаметром 5,0 мм, шириной 0,5 мм и высотой от 200 до 360 мкм в сформированный в кератотрансплантате карман через входной тоннель. Подбор параметров цельного кольца рассчитывался исходя из значения сферического и цилиндрического компонентов рефракции. Центрация кольца проводилась с учетом расположения зрительной оси пациента.

Всем пациентам до и после имплантации цельного интрастромального кольца были выполнены диагностические обследования, в которые входили: автоматическая рефракто- и кератометрия, визометрия, биомикроскопия, анализ кератотопографических индексов, среднего значения кератометрии и формы роговичного трансплантата на приборе TMS-4 (Tomey, Япония), измерение RMS aberrаций роговичного трансплантата на приборе Pentacam (Oculus Optikgerate GmbH, Германия), подсчет плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) на приборе Confoscan-4 (Nidek, Япония), оптическая когерентная томограмма (ОКТ) роговичного трансплантата на аппарате Casia-2 (Tomey, Япония). Анализ роговичных aberrаций проводился в 3,0 мм оптической зоне с целью создания условий, приближенных к фотоптическим, без попадания края интрастромального кольца в поле зрения пациента, а также в 6,0 мм зоне – для создания условий, приближенных к мезоптическим, и попадания края интрастромального кольца в поле зрения пациента. Срок наблюдения составил 1 год.

Анализ статистических данных был проведен в программе IBM SPSS Statistics 20. Для оценки нормальности распределений исследуемых параметров нами был использован критерий Шапиро–Уилка. В связи с нормальным распределением значений исследуемых параметров оценку достоверности их изменений до и в различные сроки после операции производили по параметрическому критерию t Стьюдента для зависимых переменных. Среднее значение остроты зрения было пересчитано логарифмически. Значения всех исследуемых параметров были приведены в виде $M \pm \sigma$, где M – среднее арифметическое, σ – стандартное отклонение. При выполнении статистической обработки полученных результатов операций сравнивались исследуемые параметры на следующий день, через 6 и 12 месяцев по сравнению с данными до операции. Различия исследуемых параметров признавались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Интра- и послеоперационных осложнений после имплантации цельного интрастромального кольца в кератотрансплантат отмечено не было. При проведении биомикроскопии в 1-й день после операции визуализировался прозрачный кератотрансплантат, цельное интрастромальное кольцо располагалось симметрично по отношению к зрительной оси пациента (рис. 1).

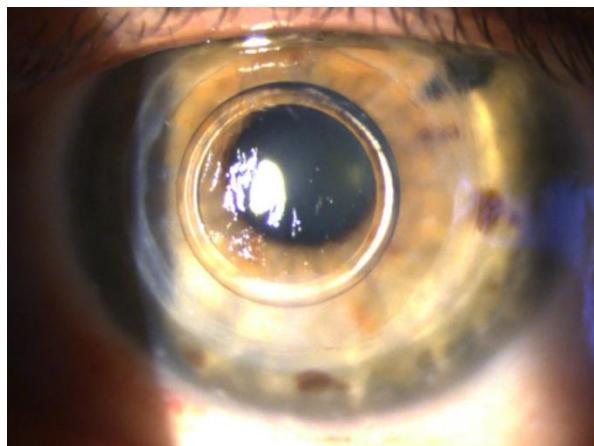


Рис. 1. Фото глаза пациента на 1-й день после имплантации цельного интрастромального кольца в кератотрансплантат с применением фемтосекундного лазера

При осмотре пациентов в 1-й день после операции был отмечен значительный прирост остроты зрения. Некорrigированная острота зрения (НКОЗ) повысилась на $0,23 \pm 0,02$, максимальная корrigированная острота зрения (МКОЗ) – на $0,31 \pm 0,04$, цилиндрический компонент рефракции (ЦКР) снизился на $-4,13 \pm 0,56$ дптр, сферический компонент рефракции (СКР) – на $-10,03 \pm 2,15$ дптр (табл. 1).

Таблица 1

Изменение кераторефракционных параметров до и после имплантации цельного интрастромального кольца в кератотрансплантат с применением фемтосекундного лазера,
 $n=27, M \pm \sigma$

Параметры	До операции	На следующий день		Через 6 месяцев		Через 12 месяцев	
		$M \pm \sigma$	$M \pm \sigma$	p	$M \pm \sigma$	p	$M \pm \sigma$
НКОЗ	$0,14 \pm 0,05$	$0,37 \pm 0,04$	$0,0275$	$0,45 \pm 0,04$	$0,0274$	$0,056 \pm 0,04$	$0,0196$
МКОЗ	$0,23 \pm 0,1$	$0,54 \pm 0,06$	$0,0374$	$0,75 \pm 0,06$	$0,0277$	$0,84 \pm 0,07$	$0,0257$
Кср, дптр	$47,21 \pm 4,11$	$37,49 \pm 2,21$	$0,0133$	$38,53 \pm 3,11$	$0,0174$	$39,59 \pm 3,44$	$0,0122$
SRI	$1,54 \pm 0,43$	$1,32 \pm 0,28$	$0,0272$	$1,25 \pm 0,22$	$0,0236$	$1,15 \pm 0,21$	$0,0248$
SAI	$2,96 \pm 1,1$	$1,81 \pm 0,54$	$0,0226$	$1,61 \pm 0,51$	$0,0273$	$1,49 \pm 0,48$	$0,0289$
СКР, дптр	$-8,19 \pm 2,51$	$1,84 \pm 0,45$	$0,0332$	$0,5 \pm 0,28$	$0,0353$	$-0,4 \pm 0,35$	$0,0348$

ЦКР, дптр	$-5,89 \pm 1,71$	$-1,76 \pm 1,12$	0,0222	$-1,16 \pm 1,01$	0,0276	$-0,98 \pm 0,85$	0,0271
ПЭК, кл/ мм ²	1954 ± 231	1951 ± 226	0,0262	1926 ± 215	0,0256	1899 ± 203	0,0265

Среднее значение НКОЗ возросло через полгода после операции еще на $0,08 \pm 0,04$, МКОЗ – на $0,21 \pm 0,04$, ЦКР повысилось на $-0,6 \pm 0,11$ дптр, СКР снизилось на $1,34 \pm 0,17$ дптр. Спустя 1 год после операции было отмечено повышение НКОЗ еще на $0,11 \pm 0,04$, МКОЗ – на $0,09 \pm 0,05$, ЦКР – еще на $-0,18 \pm 0,16$ дптр, СКР снизился на $-0,9 \pm 0,07$ дптр. Через 1 год после операции коэффициент эффективности (Кэф) составил $2,0 \pm 0,53$, коэффициент безопасности (Кб) – $3,1 \pm 0,55$.

При анализе полученных кератотопографических показателей в 1-е сутки после имплантации цельного интрастромального кольца в кератотрансплантат отмечалось понижение значений индексов асимметрии поверхности роговицы (Surface Asymmetry Index, SAI) на $1,15 \pm 0,24$, регулярности поверхности роговицы (Surface Regularity Index, SRI) – на $0,22 \pm 0,05$, среднего значения кератометрии (Кср) – на $9,72 \pm 2,12$ дптр. Среднее значение SRI спустя полгода наблюдения снизилось еще на $0,07 \pm 0,02$, SAI – на $0,2 \pm 0,03$, Кср возросло на $1,04 \pm 0,31$ дптр. Спустя 1 год после операции значение SRI снизилось еще на $0,1 \pm 0,02$, SAI – на $0,12 \pm 0,03$, Кср выросло еще на $1,06 \pm 0,33$ дптр.

При анализе роговичных aberrаций, измеренных у пациентов в 1-е сутки после операции в 3,0 мм оптической зоне (в фотоптических условиях), RMS суммарных роговичных aberrаций (RMS total) снизилась в 1,7 раза, RMS aberrаций высшего порядка (RMS HOA) – в 1,5, RMS сферических aberrаций (RMS SA) – в 1,3, RMS кома (RMS Coma) – в 1,5, RMS трефойл (RMS Trefoil) – в 1,9 раза (табл. 2).

Таблица 2

Аберрации кератотрансплантата в фото- и мезоптических условиях, измеренные на приборе Pentacam до и после имплантации в него цельного интрастромального кольца с применением фемтосекундного лазера, $n=27$, $M \pm \sigma$

Оптическая зона	Вид aberrации, RMS	Сроки наблюдения			
		До операции	1-й день после операции	Через 6 месяцев	Через 12 месяцев
3,0 мм (фотоптические)					

		M±SD	M±SD	p	M±SD	p	M±SD	p
	Суммарные роговичные аберрации, мкм	2,33±0,73	1,35±0,22	0,0123	1,29±0,22	0,0144	1,1±0,22	0,0164
	Аберрации высшего порядка, мкм	3,23±1,33	2,18±0,29	0,0254	1,95±0,26	0,0246	1,82±0,22	0,0296
	Сферические аберрации, мкм	-0,1±0,05	-0,08±0,03	0,0368	-0,05±0,02	0,0346	-0,03±0,02	0,0396
	Кома, мкм	0,19±0,05	0,13±0,04	0,0189	0,1±0,03	0,0189	0,04±0,03	0,0189
	Трефойл, мкм	0,35±0,12	0,18±0,05	0,0362	0,13±0,05	0,0363	0,18±0,04	0,0396
6,0 мм (мезоптические условия)	Суммарные роговичные аберрации, мкм	4,2±1,23	2,24±0,72	0,0163	2,03±0,69	0,0165	1,83±0,65	0,0142
	Аберрации высшего порядка, мкм	5,2±1,55	2,91±0,86	0,0136	2,55±0,79	0,0145	2,39±0,72	0,0185
	Сферические аберрации, мкм	0,35±0,19	0,58±0,21	0,0156	0,61±0,22	0,0167	0,65±0,24	0,0187
	Кома, мкм	0,94±0,42	0,96±0,44	0,0288	1,01±0,46	0,0294	1,05±0,49	0,0268
	Трефойл, мкм	0,95±0,44	1,04±0,45	0,0356	1,11±0,48	0,0368	1,15±0,49	0,0389

Среднее значение RMS total уменьшилось спустя полгода после операции еще на 0,06±0,04 мкм, RMS HOA – на 0,23±0,03 мкм, RMS SA – на 0,03±0,02 мкм, RMS Coma – на 0,03±0,02 мкм, RMS Trefoil – на 0,05±0,01 мкм. Через 1 год после операции RMS total уменьшилась еще на 0,19±0,04 мкм, RMS HOA – на 0,13±0,04 мкм, RMS SA – на 0,02±0,02 мкм, RMS Coma – на 0,06±0,02 мкм, RMS Trefoil – на 0,05±0,02 мкм.

В 1-е сутки после операции в 6 мм оптической зоне (в мезоптических условиях) RMS total уменьшилась в 1,9 раза, RMS HOA – в 1,8 раза, RMS SA увеличилась на 0,23±0,04 мкм, RMS Coma – на 0,02±0,02 мкм, RMS Trefoil – на 0,09±0,01 мкм. Среднее значение RMS total уменьшилось спустя полгода после операции еще на 0,21±0,03 мкм, RMS HOA – 0,36±0,08 мкм, RMS SA увеличилась на 0,02±0,01 мкм, RMS Coma – на 0,05±0,03 мкм, RMS Trefoil – на

0,07±0,01 мкм. Через 1 год после операции RMS total уменьшилась еще на 0,2±0,05 мкм, RMS HOA – 0,16±0,05 мкм, RMS SA увеличились на 0,04±0,03 мкм, RMS Coma – 0,04±0,03 мкм, RMS Trefoil – 0,04±0,01 мкм.

Правильное положение кольца MyoRing подтверждалось данными ОКТ роговицы (рис. 2).

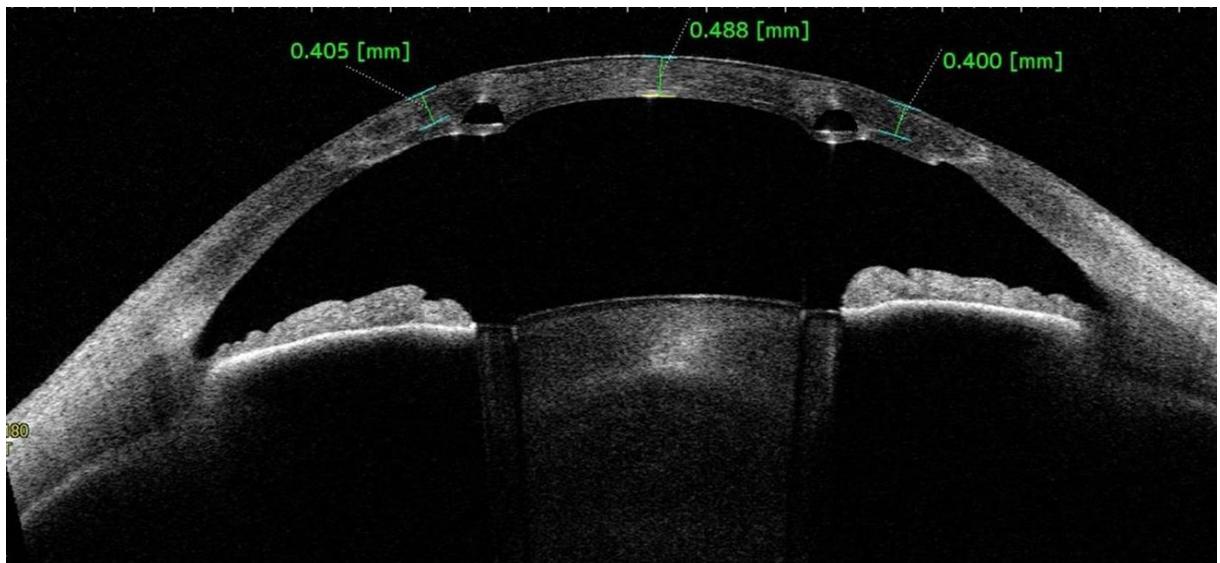


Рис. 2. Оптическая когерентная томограмма кератотрансплантата после имплантации в него цельного интрастромального кольца с применением фемтосекундного лазера. Визуализируется профиль кольца MyoRing, расположенного на глубине 80% от минимальной толщины сквозного кератотрансплантата

На 1-е сутки после имплантации цельного интрастромального кольца среднее значение минимальной толщины роговичного трансплантата (МТРТ) в центре по данным ОКТ роговицы увеличилась на 15±5,2 мкм, что связано с небольшим его отеком из-за промывания интрастромального кармана в конце операции. МТРТ в центре достигла дооперационного значения у пациентов в течение 1 месяца после операции, и больше ее изменений отмечено не было.

Потеря ПЭК через год после имплантации кольца MyoRing в сквозной роговичный трансплантат с применением ФСЛ составила 2,8%, что не превышает физиологической потери.

Заключение. Клинико-функциональный анализ роговичных aberrаций после имплантации интрастромального кольца в роговичный трансплантат у пациентов после сквозной кератопластики при сроке наблюдения 12 месяцев показал значительное снижение как суммарных роговичных aberrаций, так и aberrаций высших порядков в фото- и мезоптических условиях, что сопровождалось высокими рефракционными послеоперационными результатами и улучшением кератотопографических показателей.

Список литературы

1. Сенченко Н.Я., Шантурова О.П., Мищенко О.П., Зайцева К.А. Результаты применения «Материала для восстановления роговицы» при разных видах кератопластики // Практическая медицина. 2017. № 11. С. 88-91.
2. Малюгин Б.Э., Токмакова А.Н., Каримова А.Н. Отдаленные результаты лазерной коррекции астигматизма после сквозной кератопластики у пациентов с кератоконусом // Практическая медицина. 2017. № 9. С. 128-131.
3. Luis E.B., Etxebarria E.J., Santamaría C.A., Feijoo L.R. Irregular corneas: improve visual function with scleral contact lenses. Eye Contact Lens. 2018. vol. 44. no. 3. P. 163-169. DOI: 10.1097/DC.0000000000000340.
4. Kumar M., Shetty R., Lalgudi V.G., Vincent S.J. Scleral lens wear following penetrating keratoplasty: changes in corneal curvature and optics. Ophthalmic Physiol Opt. 2000. vol. 40. no. 4. P. 502-509. DOI: 10.1111/opo.12693.
5. Поздеева Н.А., Куликова И.Л., Синицын М.В., Терентьева А.Е. Коррекция индуцированного астигматизма и сопутствующей миопии высокой степени методом имплантации кольца MyoRing с применением фемтосекундного лазера // Офтальмохирургия. 2020. № 4. С. 73-76. DOI: 10.25276/0235-4160-2020-4-73-76.
6. Тихонова О.И., Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Мягков А.В., Бодрова С.Г., Ситка М.М., Волкова Л.Н. Влияние склеральных линз на функциональные показатели и aberrации у пациентов с иррегулярной роговицей // The EYE ГЛАЗ. 2019. № 2. С. 32-39. DOI: 10.33791/2222-4408-2019-2-32-39.