Лихорад Е.Г. ✉, Беляковский П.В., Позняк Н.И.
Центр микрохирургии глаза «Voka», Минск, Беларусь

Имплантация торических ИОЛ у пациентов после ранее выполненной радиальной кератотомии

Конфликт интересов: не заявлен.

Подана: 20.12.2021
Принята: 14.02.2022
Контакты: dr.elenalikhorad@gmail.com

Резюме

Представлены результаты оперативного лечения по поводу катаракты либо с рефракционной целью 20 пациентов (26 глаз) с ранее выполненной радиальной кератотомией. Имплантированы монофокальные торические ИОЛ SN6AT3-8 (Alcon). Расчет силы линз выполнялся по формулам: Holladay II с поправкой на радиальную кератотомию, Hoffer Q, ASCRS IOL calculator. Торический компонент рассчитывался с помощью формулы Barrett. Не отмечено преимуществ при применении вышеуказанных формул в достижении целевой рефракции. Вероятность рефракционных ошибок выше на глазах с высокой иррегулярностью роговицы. Операции выполнялись амбулаторно. В результате хирургического лечения улучшились клинико-функциональные результаты: рефракции, некорригированной и максимально корригированной остроты зрения. Результаты оставались высокими в период наблюдения от 6 до 26 месяцев. Применение монофокальных торических ИОЛ позволяет приблизиться к рефракции цели и получить удовлетворяющий пациента результат хирургии.

Ключевые слова: радиальная кератотомия, монофокальные торические ИОЛ

Likhorad E. ✉, Beliakouski P., Pazniak M.
Eye Microsurgery Center "Voka", Minsk, Belarus

Toric IOL Implantation in Patients with Previously Performed Radial Keratotomy

Conflict of interest: nothing to declare.

Submitted: 20.12.2021
Accepted: 14.02.2022
Contacts: dr.elenalikhorad@gmail.com

Abstract

The results of surgical treatment for cataracts or with a refractive aim of 20 patients (26 eyes) with a previously performed radial keratotomy are presented. Monofocal toric IOL SN6AT3-8 (Alcon) were implanted. The lens power was calculated using the following

formulas: Holladay II corrected for radial keratotomy, Hoffer Q, ASCRS IOL calculator. The toric component was calculated using the Barrett formula. No advantages were noted in the application of the mentioned above formulas in achieving the target refraction. The probability of refractive errors is bigger in eyes with high corneal irregularity. The operations were performed on an outpatient basis. As a result of surgical treatment an improvement in the following clinical and functional results was obtained: refraction, uncorrected and maximally corrected visual acuity. The results remained high during the observation period from 6 to 26 months. The use of monofocal toric IOLs allows to approach the target refraction and obtain a patient-satisfying surgical result.

Keywords: radial keratotomy, monofocal toric IOL

■ ВВЕДЕНИЕ

Применение точного диагностического оборудования, качественных ИОЛ, современных формул расчета ИОЛ (3-е поколение и выше) позволяет достигать прогнозируемого рефракционного результата в хирургии хрусталика. Однако есть категории пациентов, у которых достижение целевой рефракции вызывает определенные сложности. В частности, к такой категории относятся пациенты с ранее перенесенной радиальной кератотомией (РК).

РК для коррекции миопии [1] была самой часто проводимой процедурой в 1970-е и 1980-е гг. В среднем общее количество выполненных операций по всему миру оценивается в сотни тысяч.

РК, или передняя дозированная радиальная кератотомия, – это операция, при которой на периферии прозрачной роговицы специальным алмазным дозиметром делают несквозные микросечения с целью коррекции миопии. Благодаря насечкам центр роговицы становится более плоским, и ее преломляющая сила уменьшается, периферия роговицы становится более крутой. Количество и глубину микросечений рассчитывают с помощью специальных номограмм для каждого пациента индивидуально в зависимости от показателей диагностики.

В настоящее время РК уступила место более современным способам рефракционных операций с более прогнозируемым результатом.

После выполнения РК нередко наблюдается оптическая деформация интерфейса роговицы вследствие снижения биомеханической прочности стромальной ткани, что в большинстве случаев связано с наличием макро- и микроперфораций, полученных в ходе проведения рефракционной хирургии, а также неравномерным процессом рубцевания в каждом отдельно взятом радиальном разрезе [2–5].

Последнее обстоятельство создает проблемы в расчете искусственных хрусталиков у некоторых пациентов с РК [6–9]. Это обусловлено тем, что после РК становятся более плоскими и передняя, и задняя поверхности роговицы в пределах небольшой оптической зоны, что ведет к большой разнице в оптической силе в центре и на периферии. Индекс рефракции при этом не меняется. Вследствие переоценки кривизны роговицы рассчитанная ИОЛ имеет меньшую оптическую силу, что приводит к гиперметропии после имплантации ИОЛ.

Этот синергизм неопределенности формирования точной послеоперационной рефракции и наличия иррегулярного астигматизма сводил на нет желание

большинства офтальмохирургов имплантировать торические ИОЛ, практически возводя в разряд противопоказаний [10].

Но благодаря появлению прогрессивной дооперационной аппаратной диагностики, усовершенствованию формул расчета с целью прогнозирования индуцированного астигматизма и улучшению хирургических техник, для офтальмологов появились новые возможности в расширении показаний к имплантации торических ИОЛ после ранее перенесенных рефракционных операций данного типа [11].

Мы считали целесообразным представить некоторый опыт в хирургии хрусталика после ранее выполненных РК.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проанализировать характер клинико-функциональных изменений после имплантации торических ИОЛ в глазах после ранее выполненных радиальных кератотомий.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Срок обращения пациентов после РК для проведения хирургического лечения по поводу катаракты и коррекции гиперметропического сдвига составил в среднем $25,3 \pm 4,5$ года. В исследование были включены 20 человек (26 глаз), из них 5 женщин и 15 мужчин. С диагнозом «начальная катаракта» – 6 глаз, «незрелая катаракта» – 11 глаз, в 9 случаях операция выполнена с рефракционной целью. Целевая рефракция – эметропия во всех случаях. Средний возраст пациентов $60,35 \pm 7,38$ года.

Пациентам, планирующим оперативное вмешательство, был проведен ряд стандартных диагностических обследований, включающих визометрию, рефрактометрию, тонометрию, кератометрию, биомикроскопию, биометрию, офтальмоскопию, кератотопографическое исследование на приборе WaveLight Oculyzer II. Измерения проводились неоднократно (не менее 5 раз) на разных приборах, данные измерений впоследствии сравнивались.

Все операции выполнены амбулаторно под местной анестезией. Факоэмульсификация катаракты с имплантацией торических ИОЛ у пациентов с ранее перенесенной радиальной кератотомией проводилась в клинике «ВОКА» в период с 2017 по 2021 г. по стандартной технологии.

Операционный доступ выполнялся между кератотомическими насечками, не повреждая рубцовую ткань. Разрезы роговицы выполнялись по стандартной методике: вблизи лимба парацентез выполнялся шириной 1,2 мм, а в прозрачной части роговицы делали ступенчатый разрез шириной 2,2 мм с использованием алмазного лезвия. Разрезы в конце операции были закрыты стромальной гидратацией с использованием сбалансированного солевого раствора. Передний непрерывный капсулорексис выполнялся капсульным пинцетом. Факоэмульсификацию выполняли с применением Centurion Vision System (Alcon, США).

При имплантации торических линз проводилась ручная трехэтапная центрация ИОЛ или применялась автоматическая система с изображением и интраоперационной aberрометрией VERION Image Guided System (Alcon, США) [12].

Перед имплантацией устройство доставки ИОЛ было подготовлено в соответствии с рекомендациями производителя. Хирургическое вмешательство и послеоперационный период протекали без осложнений.

Были имплантированы заднекамерные ИОЛ (SN6AT3 – 8, Alcon, США). Расчет силы линз выполнялся по формулам: Holladay II с поправкой на радиальную кератотомию (используя данные кератометрии биометра Wavelight OB820 и данные кератотопографа Wavelight Oculyzer II для определения наименьшей кривизны роговицы у зрительной оси – топографический метод «озера»), Hoffer Q, ASCRS IOL calculator. Торический компонент рассчитывался с помощью формулы Barrett.

Рефракцией цели являлась эметропия. В ходе нашего исследования проводилось сравнение рефракции цели, планируемое при обсуждении с пациентом, с полученными послеоперационными рефракционными результатами в отдаленном периоде после анализа и расчета по вышеуказанным формулам.

Наибольшую сложность в расчетах представляли собой случаи с высокой иррегулярностью астигматизма, при которой перепад эквивалентных значений роговицы превышал 1,5 диоптрии в пределах одного меридиана.

Пациенты с целью динамического контрольного наблюдения для проведения исследования осматривались на 7-й день после операции и через 6 месяцев (максимальный срок наблюдения составил 26 месяцев). Офтальмологические исследования выполнялись по стандартной методике.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием программ Statistica (версия 12, StatSoft Inc., США), Microsoft Excel 2019. Анализ соответствия вида распределения признаков закону нормального распределения выполнен с использованием критерия Шапиро – Уилка. В зависимости от соответствия/несоответствия вида распределения анализируемых признаков закону нормального распределения в расчетах использованы непараметрические методы (тест Вилкоксона, Манна – Уитни). Меры центральной тенденции и рассеяния данных рассчитывали при помощи методов описательной статистики; количественные параметры в зависимости от вида распределения представлены в виде среднего значения (M) и среднего квадратического отклонения (s) либо в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха ($Q_{25\%}; Q_{75\%}$). Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез принят $p < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Представленные данные (см. таблицу) отражают тот факт, что у пациентов с имплантацией торической ИОЛ в послеоперационном периоде наблюдалось статистически достоверное улучшение как некорригированной, так и максимально корригированной остроты зрения. На основании W-критерия показана принадлежность группы с имплантацией торической ИОЛ к выборке нормальной генеральной совокупности (некорригированная острота зрения (НКОЗ) после операции через 6 месяцев $p \leq 0,05$, $W = 0,895624$, $p = 0,012518$, Shapiro – Wilk test).

В послеоперационном периоде через 7 дней НКОЗ увеличилась в 92,3% случаев (НКОЗ до операции $0,2 \pm 0,17$, НКОЗ через 7 дней после операции – $0,65 \pm 0,18$; $p < 0,05$... $p = 1,4 \times 10^{-5}$, $Z = 4,345466$: Wilcoxon test), через 6 месяцев острота зрения увеличилась в 92,7% случаев (НКОЗ до операции – $0,2 \pm 0,17$, НКОЗ через 7 дней после операции – $0,62 \pm 0,18$; $p < 0,05$... $p = 2,4 \times 10^{-5}$, $Z = 4,228571$: Wilcoxon test).

Максимально корригированная острота зрения (МКОЗ) в послеоперационном периоде через 7 дней увеличилась в 80,8% случаев (МКОЗ до операции – $0,48 \pm 0,22$, МКОЗ после операции – $0,69 \pm 0,17$; $p < 0,05$... $p = 3,01 \times 10^{-4}$, $Z = 3,614286$: Wilcoxon test),

через 6 месяцев острота зрения увеличилась в 96,15% случаев (МКОЗ до операции – $0,48 \pm 0,22$, МКОЗ после операции – $0,77 \pm 0,15$; $p < 0,05$... $p = 6,1 \times 10^{-5}$, $Z = 4,009130$: Wilcoxon test).

Кератотопографическое исследование в послеоперационном периоде выполнялось не всем пациентам, повторное исследование на биометре не проводилось.

Результативность имплантации торической ИОЛ также зависит от точности выравнивания цилиндрической составляющей. Нами отмечено, что у пациентов с ручным и автоматическим позиционированием оси ИОЛ отклонение от запланированного расчета не превышало 5 градусов, что коррелировало с результатами ранее проведенных исследований [12].

Следует отметить, что у пациентов как с ручным, так и с автоматическим позиционированием в послеоперационном периоде в группе с умеренной степенью иррегулярности роговицы получена высокая некорригированная острота зрения.

Клинико-функциональная послеоперационная характеристика пациентов с имплантацией торических ИОЛ после ранее перенесенной РК
Clinical and functional postoperative characteristics of patients with toric IOL implantation after previously undergone radial keratotomy

Показатели	До операции	1 неделя после операции	6 месяцев после операции
	n=26, M±m	n=26, M±m	n=26, M±m
Некорригированная острота зрения (НКОЗ)	$0,2 \pm 0,17$ Min 0,02 Max 0,7	$0,65 \pm 0,18^*$ Min 0,15 Max 1,0	$0,62 \pm 0,18^*$ Min 0,14 Max 1,0
Максимально корригированная острота зрения (МКОЗ)	$0,48 \pm 0,22$ Min 0,15 Max 1,0	$0,69 \pm 0,17^*$ Min 0,4 Max 1,0	$0,77 \pm 0,15^*$ Min 0,4 Max 1,0
Рефракция, sph, D	$-1,67 \pm 3,37$ Min -9,75 Max 4,0	$0,22 \pm 0,77^*$ Min -2,62 Max 1,75	$-0,3 \pm 1,06$ Min -4,0 Max 2,0
Рефракция, cyl, D	$-1,05 \pm 1,4$ Min -4,5 Max 1,5	$-1,13 \pm 0,90$ Min -4,25 Max 1,5	$-1,03 \pm 0,51$ Min -2,75 Max 1,0
Роговичный астигматизм, D (по данным авторефрактокератометра)	$1,53 \pm 0,59$ Min 0,36 Max 3,5	$1,59 \pm 0,77$ Min 0,35 Max 3,41	$1,77 \pm 0,93^*$ Min 0,25 Max 4,31
Роговичный астигматизм, D (по данным кератотопограммы)	$1,53 \pm 0,9$ Min 0,1 Max 7,1		n=10 $1,27 \pm 0,54$ Min 0,2 Max 3,2
Роговичный астигматизм, D (по данным биометра)	$1,47 \pm 0,74$ Min 0,37 Max 3,42		
Сфероцилиндрический эквивалент	$-1,85 \pm 3,39$ Min -11,25 Max 7,0	$-0,34 \pm 0,80$ Min -3,25 Max 1,75	$-0,87 \pm 0,99^*$ Min -4,5 Max 0,63
ПЗО, мм	$26,77 \pm 1,21$ Min 23,91 Max 30,33		

Примечание: * различия исследуемых параметров являются статистически значимыми ($p < 0,05$).

Наши результаты совпадают с литературными сведениями о том, что трехступенчатые методы ручной маркировки приводят к довольно точному позиционированию торических ИОЛ со средним отклонением от целевой оси $4,9 \pm 2,1$ градуса [12], а с применением автоматической системы в большинстве случаев наблюдается отклонение менее 5 градусов от запланированной оси [13–15].

Нами не отмечено заметного преимущества в применении вышеуказанных формул расчета ИОЛ, хотя мы отдаем предпочтение ASCRS IOL calculator из-за, как нам кажется, более вероятного попадания в рефракцию цели.

Современная хирургическая офтальмология предлагает специалистам широкий арсенал возможностей для получения высоких функциональных результатов у пациентов как с катарактой, так и с рефракционной лenseктомией. И в случае с глазами после ранее перенесенной РК появились новые возможности в расширении показаний к имплантации торических ИОЛ после ранее перенесенных рефракционных операций данного типа [9, 11].

Так, ряд авторов выделили критерии отбора пациентов с ранее перенесенной РК для имплантации торических ИОЛ: регулярный астигматизм роговицы в виде галстука-бабочки в центральной 3,0 мм зоне, разница в величине обычного астигматизма роговицы между биометрами IOL Master и Lenstar $\leq 0,75$ D; разница в обычных меридианах астигматизма от двух биометров ≤ 15 градусам [16].

Следует отметить, что количество публикаций по хирургическому ведению пациентов после ранее выполненной радиальной кератотомии немногочисленно. Это связано, на наш взгляд, с определенными трудностями при решении вопроса об оперативном лечении.

Применяемые исследователями диагностические приборы предлагают результаты измерений в разных по ширине зонах (от 1 мм до 8 мм по топографическим картам, 2,5–3,0 мм по данным биометра, 5 мм в авторефрактометрах), что может сказаться не только на появлении гиперметропического провала, но и «недооцененности» астигматизма.

Действительно, по мнению исследователей, предоперационная оценка у пациентов, перенесших РК, более сложна из-за трудности учета преломляющей силы роговицы, что может привести к недооценке показателей выбираемой ИОЛ [17].

Во избежание подобного явления предлагается проводить неоднократные кератометрические исследования в различное время и сравнивать результаты с данными других приборов для установления стабильных и воспроизводимых значений.

При этом важно использование в ходе операций вискоэластиков с высокой молекулярной массой для снятия напряжения роговицы и сохранения эндотелиального слоя. Авторы при этом отметили отсутствие оптимальной формулы для расчета ИОЛ, но положительно высказались о применении персонализированной мультифокальной торической ИОЛ у пациентов после РК [18].

В ходе оперативного лечения 17 глаз после РК хирурги применяли расчет по формуле Double-K и имплантировали 7 моделей мультифокальных ИОЛ. В результате авторы отметили низкую точность расчета силы ИОЛ и не поддержали использование мультифокальных ИОЛ, высказались в пользу применения монофокальных ИОЛ с последующей коррекцией для дали и близи офтальмологическими линзами. Возможно, на выводах авторов сказалось применение 7 различных моделей ИОЛ [19].

В нашем исследовании мы также испытывали трудности при оценке кератометрических данных. Но в качестве имплантируемой линзы отдали предпочтение монофокальной торической ИОЛ Alcon (SN6AT3-T8). В послеоперационном периоде была достигнута некорригированная острота зрения $0,62 \pm 0,18$ и максимально корригированная острота зрения $0,77 \pm 0,15$, удовлетворившая пациентов. Считаем необходимым продолжить поиск оптимальной формулы расчета ИОЛ и имплантируемой модели ИОЛ, чтобы в обширном спектре представленных на рынке средств определить предпочтения в применении наиболее значимых из них для оптимизации не только технических условий хирургии, но и получения высокой остроты зрения у пациентов.

■ ВЫВОДЫ

1. Имплантация монофокальных торических ИОЛ SN6AT3-T8 Alcon у пациентов с катарактой и рефракционной целью после ранее перенесенной радиальной кератотомии, выполненная амбулаторно, является безопасной процедурой, позволяет улучшить зрительные функции и повысить удовлетворенность пациентов полученным результатом.
2. Эффективность устранения астигматизма при имплантации монофокальных ИОЛ с торическим компонентом SN6AT3-T8 (Alcon, США) у пациентов после радиальной кератотомии зависит от величины иррегулярности поверхности роговицы.
3. Выбор формулы для расчета силы ИОЛ у пациентов с ранее перенесенной радиальной кератотомией нуждается в дальнейшем совершенствовании, особенно у пациентов с выраженной иррегулярностью астигматизма.

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Fedorov S.N., Durnev V.V. Application of anterior dose keratotomy for surgical correction of myopia. Topical issues of modern ophthalmology. In the collection of scientific works. 1977; 2:21–24. (in Russian)
2. Avetisov S.E., Antonov A.A., Vostruhin S.V. Progressive hypermetropia after radial keratotomy: possible causes. *Bulletin of ophthalmology*, 2015; 2:13–18. (in Russian)
3. Deitz M.R., Sanders D.R. Progressive hyperopia with long-term following of radial keratotomy. *Arch. Ophthalmol.*, 1985;103(6):782–784.
4. Sawelson H., Marks R.G. Five-year results of radial keratotomy. *Refract. Corneal Surg.*, 1989;5(1):8–20.
5. Waring G.O., Lynn M.J., McDonnell P.J. Results of the prospective evaluation of radial keratotomy (PERK) study 10 years after surgery. *Arch. Ophthalmol.*, 1994;112(10):1298–1308.
6. Behl S., Kothari K. Rupture of a radial keratotomy incision after 11 years during clear corneal phacoemulsification. *J. Cataract Refract. Surg.*, 2001;27(7):1132–1134.
7. Chen L., Mannis M.J., Salz J.J. et al. Analysis of intraocular lens power calculation in postradial keratotomy eyes. *J. Cataract Refract. Surg.*, 2003;29(1):65–70.
8. Freeman M., Kumar V., Ramanathan U.S. et al. Dehiscence of radial keratotomy incision during phacoemulsification. *Eye*, 2004;18(1):101–103.
9. Gusev Yu.A., Belikova E.I., Tret'yak E.B., Zhezheleva L.V. Modern approaches to intraocular correction of postoperative aphakia in patients after keratorefractive surgery. *Ophthalmology*. 2015;12(3):12–21. (in Russian). <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2015-3-12-21>
10. Hill W.E. IOL Calculations after refractive surgery. *Advanced ocular care*. 2011;Nov/Dec.:17–19.
11. Guell J.L. Astigmatism: currently available lenses can provide significant visual benefits. *Eurotimes*, 2012;17(11):13.
12. Belyakovskij P.V., Poznyak N.I. Optimization of intraocular lens implantation. *Ophthalmology. Eastern Europe*, 2018;8(4):454–462. (in Russian)
13. Visser N, Berendschot TT, Bauer NJ, Jurich J, Kersting O, Nuijts RM. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2011;37:1394–402.
14. Hura AS, Osher RH. (2017) Comparing the zeiss callisto eye and the alcon verion image guided system toric lens alignment technologies. *J Refract Surg*. 2017;33:482–487.
15. Hatch KM, Woodcock EC, Talamo JH. Intraocular lens power selection and positioning with and without intraoperative aberrometry. *J Refract Surg*. 2015;31:237–42.
16. Caiado Canedo AL, Wang L, Koch DD, Mohtaseb ZA. Accuracy of Astigmatism Correction with Toric Intraocular Lens Implantation in Eyes with Prior Radial Keratotomy. *J Cataract Refract Surg*. 2021 Aug 18. doi: 10.1097/jjcrs.0000000000000779.
17. Frings A, Hold V, Steinwender G, El-Shabrawi Y, Ardjomand N. Use of true net power in intraocular lens power calculations in eyes with prior myopic laser refractive surgery. *Int Ophthalmol*. 2014 Oct;34(5):1091–6. doi: 10.1007/s10792-014-9916-x.
18. Nuzzi R, Monteu F, Tridico F. Implantation of a Multifocal Toric Intraocular Lens after Radial Keratotomy and Cross-Linking with Hyperopia and Astigmatism Residues: A Case Report. *Case Rep Ophthalmol*. 2017;8(2):440–445. doi: 10.1159/000479813
19. Martín-Escuer B, Alfonso JF, Fernández-Vega-Cueto L, Domínguez-Vicent A, Montés-Micó R. Refractive correction with multifocal intraocular lenses after radial keratotomy. *Eye (Lond)*. 2019;33(6):1000–1007. doi: 10.1038/s41433-019-0364-8