

## **Оптимизация расчета оптической силы торической ИОЛ у пациентов с катарактой и измененной топографией роговицы**

Начиная с первого упоминания Shimizu K. (1994) о возможности имплантации торической ИОЛ [19], в последующем было доказано, что применение данного вида линз в хирургии катаракты является высокоэффективным, безопасным способом коррекции исходного роговичного астигматизма [4, 6, 7, 9-11]. Многочисленными авторами показана предсказуемость коррекции астигматизма при соблюдении точности измерения преломляющих свойств роговицы и правил позиционирования торической ИОЛ [2, 3, 8, 12, 13, 18, 22], при этом идеальными условиями для имплантации торической ИОЛ является наличие регулярного роговичного астигматизма.

В случаях сочетания катаракты со стационарным кератоконусом, краевой дегенерацией или изменением топографии роговицы вследствие перенесенных операций (сквозная кератопластика, LASIK и др.) или травм также возможна имплантация торической ИОЛ [1, 5, 14, 15, 21]. Вместе с тем, наличие иррегулярного астигматизма, явления мультифокальности и деформации роговицы во многом осложняют точность калькуляции оптической силы ИОЛ. Для исключения возможных послеоперационных рефракционных ошибок вычисление векторных кератометрических различий предложено проводить с учетом данных оптической биометрии (IOL-Master), двухзональной автоматической кератометрии (Lenstar LS-900), Пласидо-корнеотопографии в сочетании с технологией Шеймпфлюг-измерений [12, 15-17, 20]. Однако пошаговый алгоритм расчетов торических ИОЛ у пациентов с катарактой в сложных ситуациях отсутствует.

### **Цель**

Изучить эффективность коррекции астигматизма у пациентов с катарактой и измененной роговицей на основе модифицированных подходов к расчетам оптической силы торической ИОЛ.

### **Материал и методы**

Торическая ИОЛ (модели Acrysof IQ Toric и Rayner T-Flex) была имплантирована 86 пациентам (121 глаз) в возрасте от 15 до 58 лет с катарактой и различными исходными изменениями роговицы:

- после лазерных операций на роговице (LASIK, ФПК) – 16 пациентов (24 глаза);
- после радиальной и радиально-тангенциальной кератотомии – 31 пациент (44 глаза);
- после сквозной кератопластики – 9 пациентов (10 глаз);
- после кераринга – 4 пациента (6 глаз);
- при стационарном кератоконусе – 8 пациентов (15 глаз);
- при индуцированных эктазиях роговицы (после LASIK) – 7 пациентов (9 глаз);
- при травматических рубцовых изменениях роговицы – 11 пациентов (13 глаз).

Для оценки кератометрических показателей наряду со стандартными методами (кераторефрактометрия и оптическая биометрия) исследовали оптические характеристики роговицы с помощью комплексного топографического сканера Pentacam с использованием программ Refractive, Holladay EKR Detail Report и Fourier-Analysis.

В зависимости от метода расчета оптической силы торической ИОЛ пациенты были разделены на 2 группы.

В 1 группе (30 пациентов, 47 глаз) для расчета оптической силы торической ИОЛ применялись стандартные подходы, т.е. использовались данные кератотопографии с определением преломляющих свойств роговицы по главным меридианам в зоне исследования 4,5 мм по программе Holladay EKR Detail Report (Pentacam).

Во 2 группе (56 пациентов, 74 глаза) алгоритм расчета торической ИОЛ был оптимизирован и включал следующие этапы. Первоначально оценивали оптические характеристики роговицы в целом по результатам сканирования ее фронтальной и задней поверхности (Pentacam).

Далее определяли актуальную зону (АЗ) роговицы. Эта зона вблизи центра зрачка, которая является наиболее оперативной для удовлетворения зрительных задач пациента в фотопических условиях. Важно отметить, что у всех пациентов размеры и топографическое расположение этой зоны значительно различаются, зависят от положения апекса роговицы и диафрагмальной функции зрачка. Поскольку при измененном ландшафте роговицы ее верхушка, как правило, смещена относительно зрительной оси, то определение актуальной зоны имеет важное прогностическое значение для получения корректных данных.

На следующем этапе, во избежание рефракционных сюрпризов, исследовали не только преломляющую способность роговицы в каждой точке сканирования, но и особенности распределения оптических свойств роговицы вдоль основных меридианов, т.е. оптический профиль роговицы и регулярность астигматизма в актуальной зоне. При выраженной иррегулярности астигматизма предпочтение отдавали монофокальным ИОЛ.

Полученные данные, в зависимости от модели ИОЛ, вносили в IOLMaster, для того чтобы рассчитать сферический компонент оптической силы линзы, а затем в On-Line калькулятор фирмы производителя ИОЛ. В ряде случаев использовали также On-Line калькулятор ASCRS для пациентов после рефракционных операций. Рефракцию цели определяли индивидуально в каждом конкретном случае.

Группы пациентов по дооперационным показателям остроты зрения и рефракции достоверных различий не имели. У пациентов 1-й группы острота зрения вдаль без коррекции составила в среднем  $0,07 \pm 0,02$  усл. ед., с коррекцией –  $0,72 \pm 0,15$  усл. ед.; сферический компонент рефракции SE составил  $(-1,26 \pm 5,22)$  дптр, цилиндрический –  $(-5,51 \pm 1,59)$  дптр. У пациентов 2-й группы острота зрения вдаль без коррекции была  $0,08 \pm 0,06$  усл. ед., с коррекцией –  $0,74 \pm 0,14$  усл. ед. Рефракционные параметры пациентов 2-й группы были следующие: сферический компонент рефракции SE –  $(-0,71 \pm 6,26)$  дптр, цилиндрический компонент  $(-5,62 \pm 1,82)$  дптр.

Длительность послеоперационного наблюдения пациентов составила от 1 до 4 лет.

Результаты операций оценивали по достигнутой остроте зрения, отклонению субъективной рефракции от рефракции цели и стабильности оптического результата, а также по коэффициенту эффективности (равному отношению послеоперационной некорригированной остроты зрения к дооперационной корригированной остроте зрения).

Были вычислены средние арифметические  $M$ , стандартные отклонения от среднего  $s$ . Между группами проведен сравнительный анализ с применением критерия Манна-Уитни.

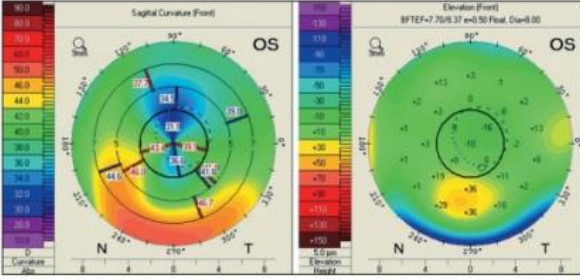
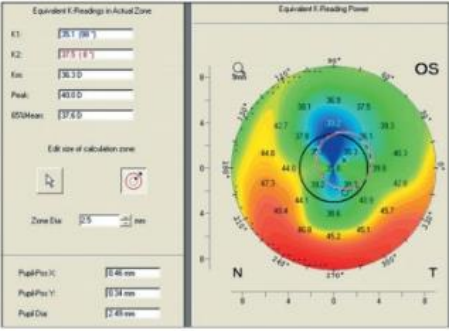
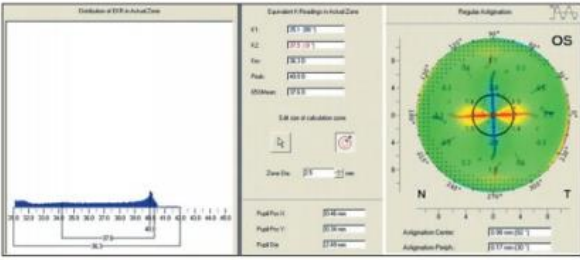
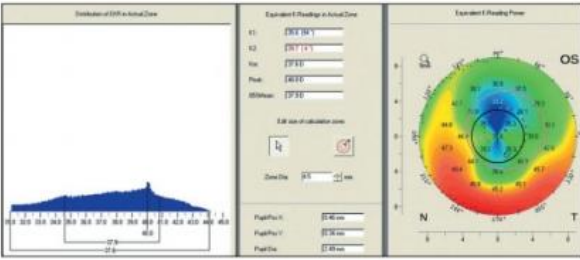
Этапы исследования	Данные кератотопографии	Объяснение полученных результатов
I. Оценка фронтального скана роговицы	 <p style="text-align: right;"><b>а</b></p>	<p>Значительная деформация роговицы с выпячиванием в нижней половине. Перепад значений силы преломления от 3,0 до 10,0 дптр с иррегулярным распределением</p>
II. Определение актуальной зоны	 <p style="text-align: right;"><b>б</b></p>	<p>Актуальная зона 2,5 мм (выделена красным пунктиром). Оптический центр смещен</p>
III. Оценка оптического профиля и кератометрии в АЗ	 <p style="text-align: right;"><b>в</b></p>	<p>Распределение оптических параметров регулярное. Величина астигматизма 2,5 дптр</p>
IV. Оценка оптического профиля и кератометрии в зоне 4,5 мм	 <p style="text-align: right;"><b>г</b></p>	<p>Профиль неравномерный. Увеличение разброса показателей силы преломления роговицы. Величина астигматизма 4,0 дптр</p>

Рис. 1. Алгоритм расчета торической ИОЛ у пациента Ф. с индуцированной эктазией роговицы после ЛАСИК

## Результаты и обсуждение

У пациентов обеих групп достигнут стабильный рефракционный эффект. Однако, как видно из табл., у пациентов 2 группы с модифицированным подходом к расчету оптической силы ИОЛ степень компенсации астигматизма была значительно выше, остаточный цилиндрический эквивалент рефракции был минимальным.

Через 12 мес. после операции у пациентов 1 группы (при стандартном подходе расчета оптической силы ИОЛ) остаточный астигматизм в пределах 0,75-1,0 дптр отмечен в 27,6% случаев (13 глаз), в пределах 1,25 дптр и более – в 17,0% случаев (8 глаз). У пациентов 2 группы (при расчете оптической силы ИОЛ с учетом актуальной зоны) частота расхождений между расчетной и достигнутой рефракцией наблюдалась реже: через 12 мес. после операции остаточный астигматизм 0,75-1,0 дптр отмечен в 18,9% случаев (14 глаз), 1,25 дптр и более – в 9,4% случаев (7 глаз). Важно отметить, что даже при высокой разнице преломления между сильным и слабым меридианом роговицы более чем в 6,0 дптр при расчете оптической силы ИОЛ по представленной методике, с учетом кератометрических параметров актуальной зоны, рефракционный эффект был достаточно хорошо прогнозируемым. Коэффициент эффективности у пациентов 2 группы на 20% был выше, чем у пациентов 1 группы, что доказывает преимущество разработанного метода расчета оптической силы торической ИОЛ.

Эффективность модифицированного подхода к расчету оптической силы ИОЛ наглядно демонстрируют следующие клинические случаи.

Пациент Ф., 48 лет, оперирован ранее по поводу миопии высокой степени (после ЛАСИК). Через 3 года после операции у пациента выявлена прогрессирующая эктазия нижней половины роговицы. Пациенту была проведена операция – роговичный кросслинкинг. В течение года отмечена стабилизация патологического процесса в роговице. Однако у пациента развилась катаракта, в связи с чем ему была предложена операция факоэмульсификации с имплантацией торической ИОЛ. Острота зрения до операции 0,1 с коррекцией  $\text{Shp} + 4,5\text{D Cyl} - 6,0\text{D ax } 90^\circ = 0,5$ .

При оценке исследуемых керато-топографических показателей, согласно предложенному алгоритму, установлено, что у данного пациента имеется широкая площадь неравномерного уплощения роговицы, с наличием зоны эктазии в нижней половине и значительной деформацией в оптической зоне (рис. 1а).

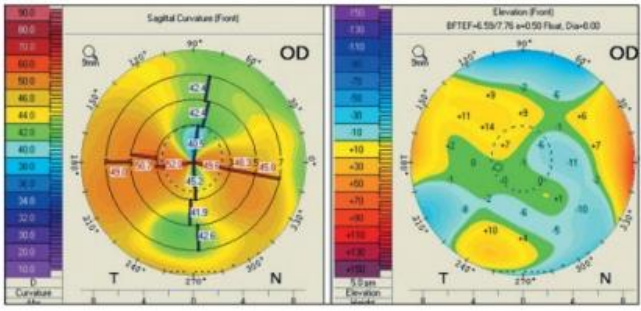

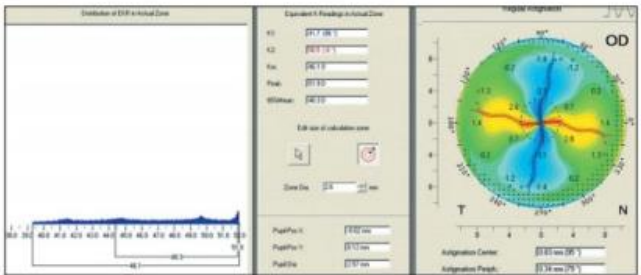
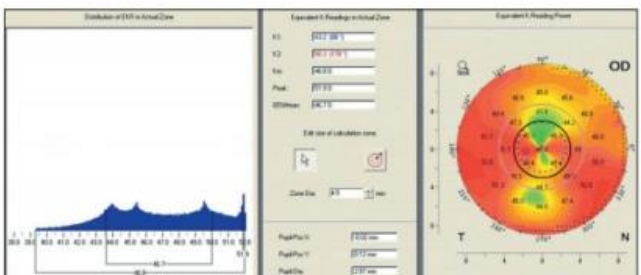
Этапы исследования	Данные кератотопографии	Полученные результаты
<p>I. Оценка фронтального скана роговицы</p>	 <p style="text-align: right;"><b>а</b></p>	<p>Выраженная иррегулярность астигматизма. Значительный перепад преломляющей силы роговицы в разных точках сканирования от 2,5 до 11,5 дптр</p>
<p>II. Определение актуальной зоны</p>	 <p style="text-align: right;"><b>б</b></p>	<p>АЗ 2,6 мм, совпадает с оптическим центром</p>
<p>III. Оценка оптического профиля и кератометрии в АЗ</p>	 <p style="text-align: right;"><b>в</b></p>	<p>Величина астигматизма в АЗ 9,0 дптр. Распределение силы преломления достаточно равномерное</p>
<p>IV. Оценка оптического профиля и кератометрии в зоне 4,5 мм</p>	 <p style="text-align: right;"><b>г</b></p>	<p>Признаки нерегулярности астигматизма с разбросом показателей до 7,5 дптр</p>

Рис. 2. Алгоритм расчета торической ИОЛ у пациентки С. после сквозной кератопластики

Разница в силе преломления по основным меридианам между крутыми и плоскими участками составляет от 3,0 до 10,0 дптр, при этом присутствуют признаки выраженной иррегулярности астигматизма. Оптический центр смещен относительно зрительной оси

(рис. 1б). Вместе с тем, в актуальной зоне, которая для данного пациента составила 2,5 мм, оптический профиль роговицы равномерный, и разница силы преломления между плоским и крутым меридианами не превышает 3,0 дптр, что в целом свидетельствует о хороших прогностических признаках для имплантации торической ИОЛ(рис. 1в). В зоне 4,5 мм разница в величине астигматизма увеличивается на 1,0 дптр (рис. 1г). Расчет ИОЛ произведен с учетом кератометрических показателей в актуальной зоне.

Пациенту имплантирована ИОЛ Acrysof IQ Toric Shp + 23,0 Cyl +3,0 D. После операции острота зрения составила 0,6, коррекция отсутствует, т.е. достигнута максимально возможная для данного пациента острота зрения, учитывая выраженную деформацию роговицы. Коэффициент эффективности составил 1,2.

Таблица

Критерии эффективности рефракционного результата (M±s)			
Клинические параметры	Методика расчета ИОЛ		p, критерий Манна-Уитни
	Holladay EKR Detail Report, зона 4,5 мм	с учетом данных актуальной зоны	
	Группа 1, n= 47	Группа 2, n=74	
Острота зрения без коррекции до операции, усл. ед.	0,07±0,02	0,08±0,06	0,114
Острота зрения с коррекцией до операции, усл. ед.	0,52±0,15	0,54±0,14	0,456
Сферический эквивалент SE, дптр	-1,26±5,22	-0,71±6,26	0,601
Цилиндрический компонент, дптр	-5,51±1,59	-5,62±1,82	0,725
Острота зрения без коррекции после операции, усл. ед.	0,63±0,15	0,79±0,16	0,001
Сферический эквивалент SE, дптр	-0,35±0,25	-0,28±0,24	0,241
Цилиндрический компонент, дптр	-0,77±0,51	-0,50±0,45	0,013
Коэффициент эффективности	1,21±0,09	1,46±0,11	0,0001

### Клинический случай 2.

Пациентка С., 64 лет, с неполной осложненной катарактой, после сквозной кератопластики.

Острота зрения до операции: 0,05 с коррекцией Shp +2,0 D Cyl – 6,0 D ax 3° = 0,4. На кератотопографической карте видны признаки выраженной иррегулярности астигматизма. Определяется значительный перепад преломляющей силы роговицы между плоскими и крутыми участками (рис. 2а), что увеличивает риск рефракционной ошибки при расчете ИОЛ. При этом наибольшая разница в преломляющей активности роговицы наблюдается в актуальной зоне – 9,0 дптр (рис. 2в), в то время как в зоне 4,5 мм (рис. 2г) максимальный разброс значений силы преломления роговицы составляет 7,5 дптр. Видно, что оптические свойства роговицы в актуальной зоне (2,6 мм) скомпонованы достаточно равномерно, оптический центр не смещен (рис. 2б, в).

Учитывая большую величину астигматизма, пациентке имплантирована торическая ИОЛ Rayner T-flex Премиум диапазона силой Shp +22,0 Cyl +9,0 D. При расчете ИОЛ сферический компонент рефракции цели определен в 1,0 дптр. Острота зрения после

операции составила 0,6, с коррекцией Sph – 0,75 D Cyl – 0,25 D = 0,75. Коэффициент эффективности составил 1,5.

Данный клинический случай показывает, что даже в таких сложных ситуациях возможно достижение высокого функционального результата, несмотря на значительный разброс показателей преломляющей способности роговицы.

### **Заключение**

Представленный подход к выбору оптической силы торической ИОЛ у пациентов с катарактой в условиях измененной роговицы является высокоэффективным и прогнозируемым. Для расчета оптической силы торической ИОЛ при наличии грубых анатомических дефектов роговицы, не позволяющих применять стандартные методики расчета оптической силы ИОЛ, следует использовать данные кератотопографа Pentacam в актуальной зоне. Во избежание рефракционных сюрпризов необходимо учитывать иррегулярность астигматизма и профиль оптической кривой роговицы.

### **Сведения об авторах:**

Сенченко Надежда Яковлевна, канд. мед. наук, заслуженный врач РФ, зав хирургическим отделением;

Розанова Ольга Ивановна, канд. мед. наук, зав. лечебно-консультационным отделением;

Шантурова Марина Анатольевна, канд. мед. наук, зав. хирургическим отделением;

Мищенко Олег Павлович, канд. мед. наук, врач-офтальмолог

Иркутский филиал ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России

Юрьева Татьяна Николаевна, докт. мед. наук, зам. директора по научной работе Иркутского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова Минздрава России, профессор кафедры глазных болезней ГБОУ ДПО «Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» Минздрава России, профессор кафедры глазных болезней ГБОУ ВПО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России.

**Источник: Российская офтальмология онлайн**

(<http://www.eyepress.ru/article.aspx?20333>)