

Хирургическое лечение катаракты с коррекцией афакии и роговичного астигматизма методом имплантации ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта у пациентов, перенесших сквозную кератопластику

Г.А. Федяшев^{1, 2}, Д.А. Хван^{1, 2} 

¹ ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, пр-т Острякова, д. 2, Владивосток, 690002, Россия

² ООО «Приморский центр микрохирургии глаза», ул. Борисенко, д. 100е, Владивосток, 690080, Россия

Цель работы — оценить клиническую эффективность имплантации ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов, перенесших сквозную кератопластику (СКП). **Материал и методы.** Четыре пациента: 1 мужчина и 3 женщины (4 глаза) в возрасте от 24 до 58 лет — были прооперированы по поводу катаракты после СКП (проведенной у всех пациентов более 1,5 года назад — в 3 случаях по поводу кератоконуса IV стадии, в одном случае — вследствие перенесенного герпетического кератита). Роговичные швы были сняты у всех пациентов через год после операции. Всем пациентам проведена факэмульсификация катаракты через роговичный тоннель 2,2 мм: одному — с имплантацией ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivity, троим имплантирована та же модель, но с торическим компонентом из-за наличия роговичного астигматизма. Расчет ИОЛ основывался на актуальных данных оптической биометрии глаза (IOL-Master 700, Carl Zeiss, Германия) и шеймпфлюг-кератотопографических измерений (Oculyzer, Alcon, США). Для расчета оптической силы ИОЛ использовали формулы Barrett True-K, Kane, Barrett Universal II, Hoffer Q, Haigis. **Результаты.** У всех пациентов хирургическое вмешательство по поводу катаракты проведено без осложнений. Повышение остроты зрения — некорригированной (НКОЗ) и максимальной корригированной (МКОЗ) — относительно предоперационных значений достигнуто во всех случаях: до операции среднее значение НКОЗ составляло 0,05, после операции — 0,55; МКОЗ до хирургии — 0,34, после нее — 0,68. Средний субъективный цилиндрический компонент рефракции до операции составил 2,25 дптр, имплантация торической модели ИОЛ позволила уменьшить его до 1,13 дптр. Во всех случаях отмечен плавный переход кривой дефокусировки с +0,5 до -1,5 дптр (что соответствует 66 см). Максимально эффективными для достижения рефракции цели явились формулы Kane и Barrett True-K. **Заключение.** В работе представлен первый в Российской Федерации клинический опыт применения имплантации ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта Alcon IQ Vivity и Vivity Toric у пациентов, перенесших СКП. Во всех случаях расчет и имплантация данного типа ИОЛ с учетом исходного роговичного астигматизма позволили обеспечить значимое улучшение НКОЗ и МКОЗ с плавным переходом на среднее расстояние. Несмотря на высокие значения аберраций высшего порядка, ни один из прооперированных пациентов не предъявлял жалоб на дисфотопсии, такие как ореолы и блики, которые присущи ИОЛ с дифракционной технологией.

Ключевые слова: сквозная кератопластика; катаракта; EDOF ИОЛ; нарушения рефракции

Конфликт интересов: отсутствует.

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования: Федяшев Г.А., Хван Д.А. Хирургическое лечение катаракты с коррекцией афакии и роговичного астигматизма методом имплантации ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта у пациентов, перенесших сквозную кератопластику. Российский офтальмологический журнал. 2024; 17 (3): 102-7. <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-3-102-107>

Cataract surgery with corneal astigmatism and aphakia correction by implanting an IOL with a wavefront formation mechanism in patients who had penetrating keratoplasty

Gleb A. Fedyashev^{1, 2}, Dmitry A. Khvan^{1, 2} ✉

¹ Pacific State Medical University, 2, Ostryakov Ave, Vladivostok, 690002, Russia

² Primorye center of eye microsurgery, 100 e, Borisenko St., Vladivostok, 690080, Russia
dr.khvandmitry@gmail.com

Purpose. To evaluate the clinical efficacy of IOL implantation with a wavefront formation mechanism as part of cataract surgery of patients who underwent penetrating keratoplasty. **Material and methods.** 4 patients – one man and three women (4 eyes) (1 man, 3 women) aged 24 to 58 underwent phacoemulsification after penetrating keratoplasty (PKP) (performed in all patients more than 1.5 years ago, in 3 cases for keratoconus IV, in 1 case due to herpetic keratitis). The corneal sutures were removed 1 year after the PKP in all patients. All patients received cataract phacoemulsification through a 2.2 mm corneal tunnel. In one case, Alcon AcrySof IQ Vivity was implanted, in three cases, who had had corneal astigmatism, the same model was used but with a toric component. The IOL calculation was based on current optical biometrics data (IOL-Master 700, Carl Zeiss, Germany) and Scheimpflug-keratopographic measurements (Oculyzer, Alcon, USA). The optical power of the IOL was calculated by the formulas of Barrett True K, Kane, Barrett Universal II, Hoffer Q, and Haigis. **Results.** In all cases, surgeries had no complications. Visual acuity, both with (BCVA) and without correction (UCVA), increased with respect to preoperative values in all cases (before surgery, mean BCVA values were 0.05; after surgery, 0.55; mean UCVA values before surgery, 0.34; after surgery, 0.68). The average observed cylindrical component of refraction before the opening operation was 2.25 D; the implantation of a toric IOL reduced it to 1.13 D. In all cases, a smooth transition of the defocusing curve from +0.5 D to –1.5 D (corresponding to 66 cm) was observed. The most effective formulas achieving target refraction were those by Kane and Barrett True K. **Conclusion.** The paper presents Russia's first clinical experience of using IOL with a wavefront formation mechanism Alcon IQ Vivity u Vivity Toric in patients who underwent penetrating keratoplasty. In all cases, these IOLs were calculated and implanted taking account of the initial corneal astigmatism, which made it possible to significantly improve both BCVA and UCVA with a smooth transition to the middle distance. Despite the high values of higher order aberrations, none of the operated patients complained of undesirable photopic phenomena, such as halos and glare, which are inherent in intraocular lenses with diffractive technology.

Keywords: penetrating keratoplasty; cataract; EDOF intraocular lens; refractive error

Conflict of interests: there is no conflict of interests.

Financial disclosure: no author has a financial or property interest in any material or method mentioned.

For citation: Fedyashev G.A., Khvan D.A. Cataract surgery with corneal astigmatism and aphakia correction by implanting an IOL with a wavefront formation mechanism in patients who had penetrating keratoplasty. Russian ophthalmological journal. 2024; 17 (3): 102-7 (In Russ.). <https://doi.org/10.21516/2072-0076-2024-17-3-102-107>

Операция удаления катаракты после сквозной кератопластики до сих пор остается сложной хирургической процедурой как в отношении расчета ИОЛ, так и на этапе самого вмешательства, которое должно проводиться наиболее опытными хирургами. Несмотря на постоянное совершенствование диагностического оборудования, задействованного в процессе предоперационного расчета ИОЛ, появление новых формул для калькуляции их силы, процент рефракционных ошибок после хирургии катаракты на глазах после сквозной кератопластики все еще остается высоким [1].

Выбор линзы у такой категории пациентов всегда представляет определенную сложность, и стандартом является асферическая монофокальная ИОЛ. Однако зачастую пациенты заинтересованы в имплантации высокотехнологичной линзы для коррекции пресбиопии с расширенным диапазоном фокуса, которая позволит молодым трудоспособным пациентам видеть на всех расстояниях и вести

полноценный образ жизни. Проблема состоит в том, что иррегулярность роговицы после кератопластики сама по себе формирует aberrации высокого порядка, выраженные в той или иной степени. При этом потенциально возможные дисфотопсии, которые могут быть спровоцированы ИОЛ на основе дифракционной решетки (трифокальной или EDOF), только усугубят и без того относительно низкие качественные характеристики зрения. В связи с этим хирурги очень осторожно подходят к рекомендации и имплантации таких ИОЛ, и большинство из них все-таки придерживаются мнения, что эти линзы противопоказаны пациентам после кераторефракционных вмешательств, как после кератомии, имплантации роговичных сегментов, так и после кератопластики.

Вариантом выбора в данных ситуациях может быть имплантация EDOF-линзы с принципиально оригинальным механизмом формирования волнового фронта, первой в своем роде ИОЛ с увеличенной глубиной фокуса, в ко-

торой используется запатентованная недифракционная технология X-Wave, растягивающая и смещающая световой пучок без разделения его, как в дифракционной технологии, и формирования кольцевых зон с различной силой преломления, как в рефракционной оптике.

ЦЕЛЬ работы — продемонстрировать на клинических примерах и оценить клиническую эффективность имплантации ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта (AcrySof IQ Vivity и Vivity Toric) при хирургическом лечении катаракты у пациентов, перенесших сквозную кератопластику (СКП).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находилось 4 пациента (4 глаза): 1 мужчина, 3 женщины — в возрасте от 24 до 58 лет, прооперированных по поводу катаракты на глазах после перенесенной СКП, которая была проведена у всех пациентов более 1,5 года назад — в 3 случаях по поводу кератоконуса IV стадии, в одном случае — после перенесенного герпетического кератита. Снятие роговичных швов у всех пациентов проведено через год после операции.

Среднее значение некорригированной остроты зрения (НКОЗ) до операции составило 0,05, а максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ) — 0,34. Средний субъективный цилиндрический компонент рефракции до операции составил 2,25 дптр. Предоперационные данные пациентов представлены в таблице 1.

Всем пациентам проведена факоэмульсификация катаракты через роговичный тоннель 2,2 мм: одному — с имплантацией ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivity, троим — той же модели, но с торическим компонентом из-за наличия роговичного астигматизма.

Расчет ИОЛ основывался на актуальных данных оптической биометрии глаза (IOL-Master 700, Carl Zeiss, Германия) и шеймпфлюг-кератотопографических изме-

рений (Oculyzer, Alcon, США). Основными формулами для расчета оптической силы ИОЛ, торического компонента и положения заданного меридиана являлись Barrett True-K, Kane, проверочными — Haigis, Barrett Universal II, Hoffer Q. Рефракцией цели являлась слабая миопия (0,5–0,6 дптр).

РЕЗУЛЬТАТЫ

У всех пациентов хирургическое вмешательство по поводу катаракты проведено без осложнений. Повышение остроты зрения относительно предоперационных значений как с коррекцией, так и без достигнуто во всех случаях. Следует отметить, что у всех пациентов в послеоперационном периоде получена целевая рефракция с крайне незначительным отклонением от расчетного сферического компонента (максимальное отклонение от заданной рефракции составило 1,5 дптр).

Средние значения НКОЗ и МКОЗ после операции значительно увеличились и составили соответственно 0,55 и 0,68. Имплантация торической модели ИОЛ позволила снизить средний субъективный цилиндрический компонент рефракции до 1,13 дптр. Роговичный астигматизм практически остался без изменения, так как факоэмульсификация катаракты (ФЭК) проводилась по технологии MICS (Micro Coaxial Surgery — микрокоаксиальная хирургия катаракты).

Максимально эффективными для достижения рефракции цели явились формулы Kane и Barrett True-K. Данные пациентов через 3 мес после операции представлены в таблице 2.

Ниже представлены два клинических случая ФЭК с имплантацией ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivity и Vivity Toric.

Клинический пример 1. Пациентка Д., 42 года. Диагноз: «катаракта осложненная, задняя субкапсулярная, состояние после сквозной кератопластики, миопия средней

Таблица 1. Данные пациентов до операции

Table 1. Data of patients before surgery

№	Возраст Age	Кератометрия Keratometry		Рефрактометрия Refractometry	Острота зрения Visual acuity	
		слабый меридиан flat meridian K1	сильный меридиан steep meridian K2		НКОЗ UCVA	МКОЗ BCVA
1	42	44,9	46,2	Sph-5,5 Cyl-1,0 Ax45	0,05	0,5
2	24	43,4	49,7	Sph-8,0 Cyl-5,0 Ax65	0,08	0,5
3	55	45,4	47,9	Sph-5,0 Cyl-3,0 Ax72	0,03	0,3
4	58	42,56	45,52	Не определяется Not defined	0,04	н/к

Примечание. Здесь и в таблице 2: НКОЗ — некорригированная острота зрения; МКОЗ — максимальная корригированная острота зрения.
Note. Here and in the table 2: UCVA — uncorrected visual acuity, BCVA — best-corrected visual acuity.

Таблица 2. Данные пациентов через 3 мес после операции

Table 2. Patients data 3 months after surgery

№	Возраст Age	Модель ИОЛ IQ Vivity IOL Model IQ Vivity	Рефрактометрия Refractometry	Острота зрения Visual acuity		
				НКОЗ UCVA	МКОЗ BCVA	66 см
1	42	DFT015 +11,0	Sph+1,0 Cyl-1,25 Ax80	0,8	1,0	0,6
2	24	DFT615 +12,0	Sph-0,75 Cyl-2,75 Ax43	0,6	н/к	0,4
3	55	DFT615 +10,5	Sph-0,25 Cyl-1,0 Ax25	0,3	0,4	0,2
4	58	DFT615 +10,5	Cyl-2,25 Ax75	0,5	0,7	0,4

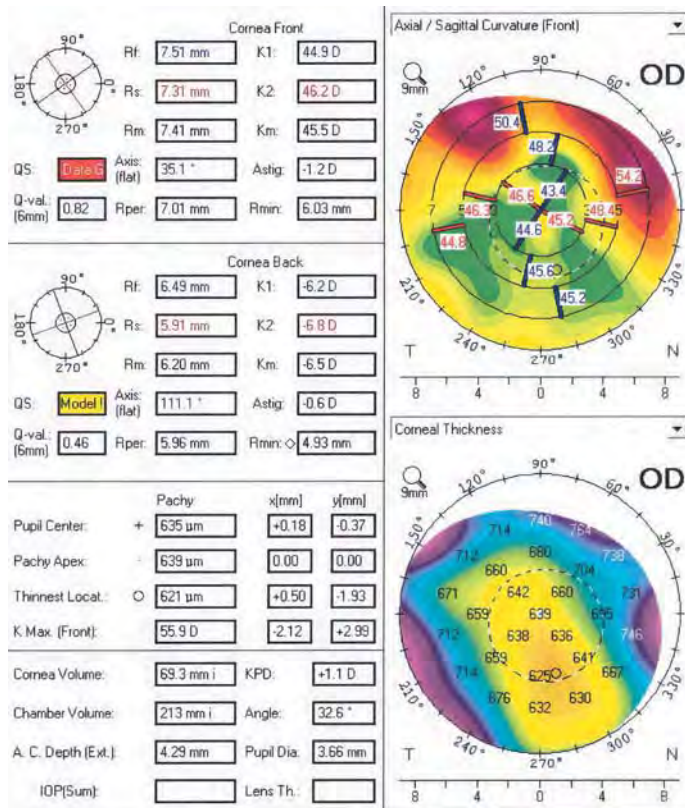


Рис. 1. Кератотопограмма перед операцией, пациент 1
Fig. 1. Keratotopogram before surgery, patient 1

степени, астигматизм роговичный слабой степени правого глаза». Из анамнеза: сквозная субтотальная кератопластика правого глаза (постгерпетическое помутнение роговицы).

Острота зрения до операции 0,05 Sph-5,5 Cyl-1,0 Ax45 = 0,5, ВГД 21 мм рт. ст., кератометрия K1 = 44,9, K2 = 46,2, flat = 35 (рис. 1), передне-задняя ось (ПЗО) = 26,34 мм.

После имплантации ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivify DFT015 +11,0 (рис. 2) острота зрения в 1-й день составила 0,3 н/к. Через 3 мес — 0,8 Sph+1,0 Cyl-1,25 Ax80 = 1,0. При оценке кривой дефокусировки отмечен плавный переход с +0,5 до -1,5 дптр, на расстоянии 66 см острота зрения без коррекции — 0,6 (рис. 3).

OD RIGHT		Non-toric	
AL: 26.34 mm		A-Constant: 119.20	
K1: 44.90 D		Target Ref: 0.00 D	
K2: 46.20 D		LT: 3.70 mm	
ACD: 4.19 mm		CCT: 639 μm	
IOL Power (D)	Refraction (D)		
12.5	-1.51		
12.0	-1.19		
11.5	-0.87		
11.0	-0.56		
10.5	-0.25		
10.0	0.05		
9.5	0.35		

Рис. 2. Расчет силы ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivify DFT015 по формуле Kane

Fig. 2. Alcon AcrySof IQ Vivify DFT015 IOL power calculation using the Kane formula

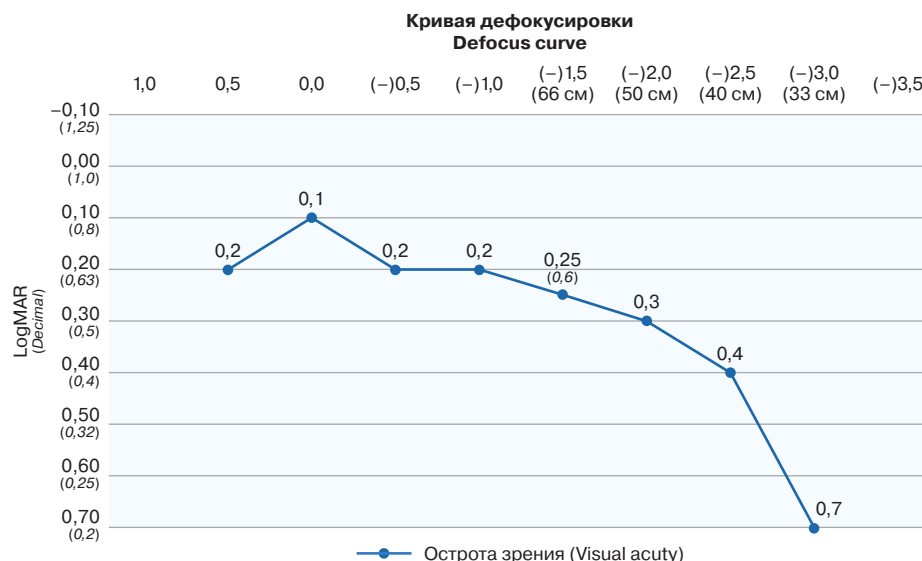


Рис. 3. Кривая дефокусировки, пациент 1

Fig. 3. Defocus curve, patient 1

Клинический пример 2. Пациентка К., 24 года. Поступила с диагнозом: «катаракта осложненная, неполная, состояние после сквозной кератопластики, миопия высокой степени, астигматизм роговичный высокой степени правого глаза». В анамнезе проведена сквозная субтотальная кератопластика правого глаза (кератоконус IV стадии), имплантация роговичных сегментов левого глаза (кератоконус III стадии).

До операции острота зрения правого глаза составила 0,08 Sph-8,0 Cyl-5,0 Ax65 = 0,5, ВГД 15 мм рт. ст., кератометрия K1 = 43,4, K2 = 49,7, flat = 80,1 (рис. 4), ПЗО = 25,37 мм.

После проведения ФЭК с имплантацией торической ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivify DFT615 +12,0 (рис. 5) острота зрения в 1-й день составила 0,6 н/к, через 3 мес острота зрения осталась без изменений — 0,6 н/к, данные рефрактометрии: Sph-0,75 Cyl-2,75 Ax43. При оценке кривой дефокусировки отмечен плавный переход с +0,5 до -1,5 дптр, на расстоянии 66 см острота зрения без коррекции — 0,4 (рис. 6).

ОБСУЖДЕНИЕ

При отсроченной хирургии хрусталика после СКП расчет силы ИОЛ представляет собой особую проблему. Выраженные неровности роговицы, создающие иррегулярный и/или высокий астигматизм, затрудняют измерение биометрических параметров, столь необходимое для точного расчета ИОЛ. При этом часто наблюдается неравномерная кривизна задней поверхности роговицы, меняется соотношение кривизны передней и задней поверхности роговицы, а соответственно, принимать во внимание показатели преломляющей силы роговицы только по измеренному радиусу передней поверхности некорректно [1, 2].

В данной ситуации на помощь приходит использование специализированных протоколов, полученных при шеймпфлюг-сканировании, — кератотопографов, реализующих оценку оптической силы и состояния передней и задней поверхностей роговицы, в том числе адаптированных именно для оперированных роговиц, на основе анализа цветового картирования и зональной дифференцировки.

Обязательным условием для точного расчета является использование формул, специально разработанных для оперированных роговиц (Barrett True-K, Holladay),

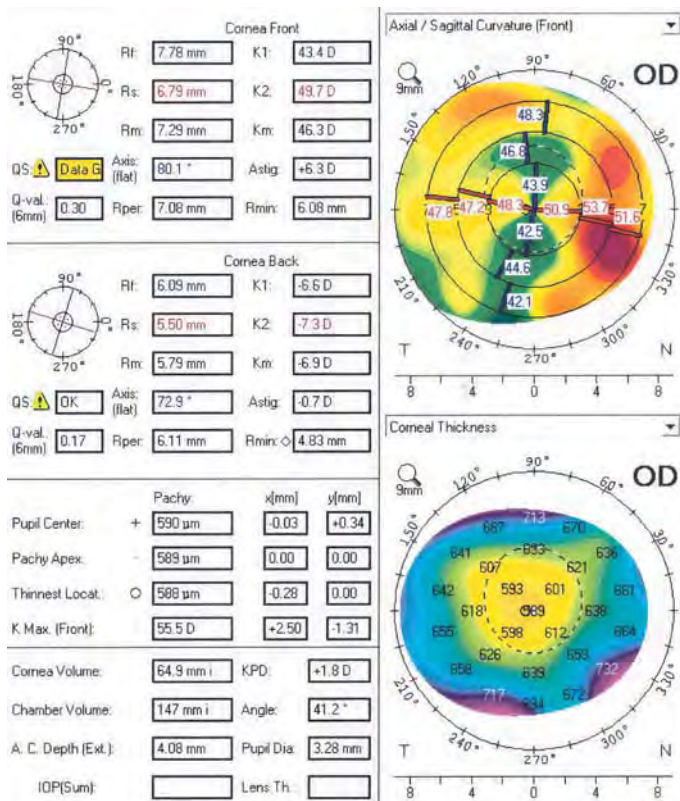


Рис. 4. Пациент 2: кератотопограмма перед операцией
Fig. 4. Patient 2: keratotomy topography before surgery

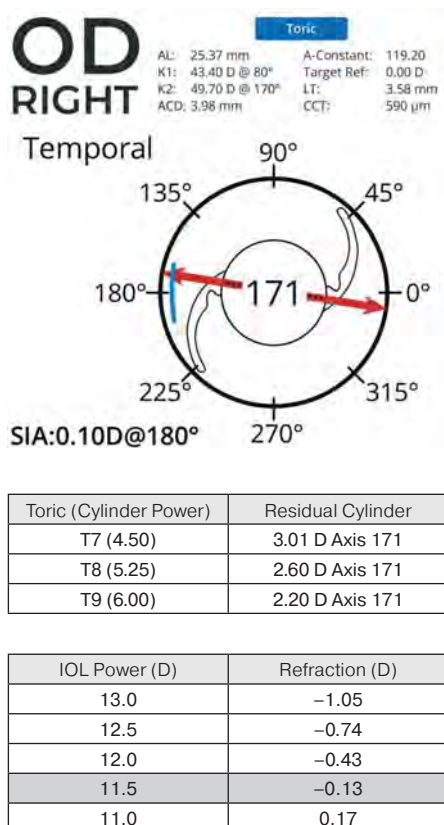


Рис. 5. Расчет силы ИОЛ Alcon AcrySof IQ Vivity Toric DFT615 по формуле Kane
Fig. 5. Alcon AcrySof IQ Vivity Toric DFT615 IOL power calculation using the Kane formula

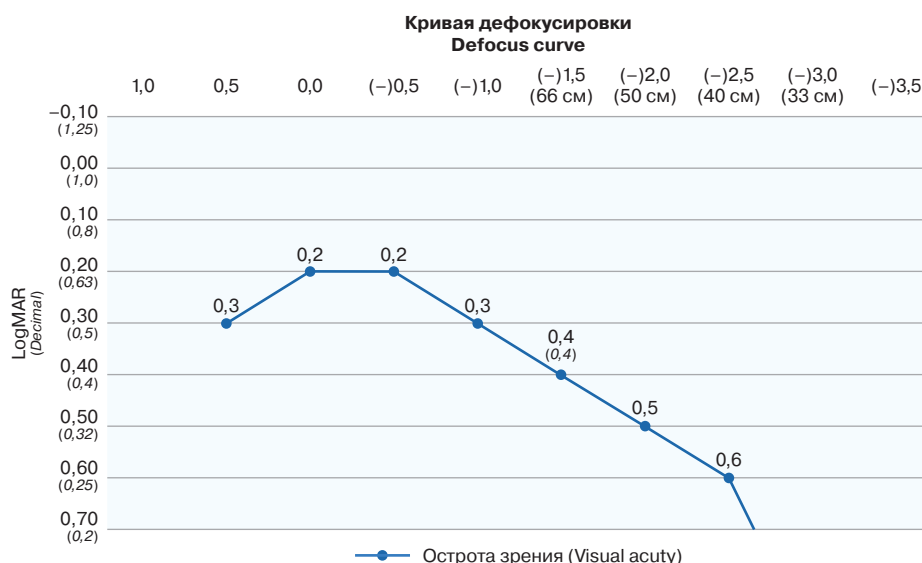


Рис. 6. Кривая дефокусировки, пациент 2
Fig. 6. Defocus curve, patient 2

либо формул, не учитывающих кератометрические показатели для расчета эффективного положения ИОЛ (Haigis).

На наш взгляд, использование при определении силы ИОЛ индивидуальных специализированных протоколов измерений оперированных роговиц (параметры сагиттальных карт 3,5-мм центральной зоны передней и задней поверхности, полученных при исследовании на аппарате (Oculyzer, Alcon, США), в сочетании с применением специализированных формул расчета позволило максимально приблизиться к расчетной рефракции в послеоперационном периоде.

Немаловажной также является проблема коррекции индуцированного после кератопластики астигматизма. Небольшие значения можно скорректировать с помощью очков. Более высокие цифры астигматизма могут быть устранены с помощью контактных линз или хирургического вмешательства. После проведения СКП при хирургическом лечении катаракты на фоне регулярного роговичного астигматизма отлично зарекомендовала себя технология имплантации торических ИОЛ [3–6].

В представленных нами клинических ситуациях, в которых присутствовал индуцированный роговичный астигматизм (3 глаза), имплантация торической ИОЛ AcrySof IQ Vivity в 2 глазах (с иррегулярностью сильного меридиана) позволила в значительной степени уменьшить цилиндрический компонент субъективной рефракции, а в одном глазу практически полностью его нейтрализовать.

Проведение любого вида кератопластики является причиной развития aberrаций высшего порядка, таких как кома передней и задней поверхности роговицы, сферические aberrации, астигматизм наклонных пучков, дисторсия, являющихся причиной снижения качества зрения и контрастной чувствительности. Причем чем выше выраженность упомянутых aberrаций, тем ниже некорригированная острота зрения и показатели контрастной чувствительности [7]. Имплантация мультифокальных ИОЛ, работающих по принципу дифракционной решетки, в подобных ситуациях неприемлема. Ряд исследований показывают, что кома передней поверхности роговицы, уровень которой превышает 32 мкм, может вызвать непереносимые дисфотопсии у пациентов с дифракционными мультифокальными и EDOF-ИОЛ [8].

AcrySof IQ Vivity — недифракционная ИОЛ EDOF с технологией формирования волнового фронта. Диапазон зрения — с использованием оптического принципа нового поколения, формирования волнового фронта, который отличается от использования существующих дифракционных и рефракционных технологий для расширения глубины резкости. Технология X-Wave была разработана, чтобы свести к минимуму проблемы качества изображения вдаль и нарушения зрения, связанные с мультифокальной ИОЛ, и в то же время обеспечить улучшенное зрение на промежуточном и ближнем расстоянии по сравнению с монофокальными ИОЛ [9–11]. Помимо обеспечения расширенного диапазона зрения от дальнего до ближнего, низкого уровня негативных оптических феноменов, как у монофокальной ИОЛ, AcrySof IQ Vivity обладает толерантностью к небольшому отклонению от заданной эмметропии от +0,5 до -0,5 дптр, что позволяет снизить вероятность непопадания в целевую рефракцию [12]. Благодаря таким характеристикам, новая ИОЛ AcrySof IQ Vivity позволяет расширить показания к имплантации ИОЛ при коррекции пресбиопии для пациентов с сопутствующими заболеваниями, когда имплантация трифокальных или EDOF-линз на основе дифракционной решетки противопоказана, в частности для пациентов после кератопластики.

Несмотря на большие значения аберраций высшего порядка, отмеченные при прямом опросе пациентов, ни один из прооперированных не имел жалоб на дисфотопсии, такие как ореолы и блики, которые присущи ИОЛ, построенным на дифракционной технологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсроченная фактоэмульсификация катаракты с имплантацией ИОЛ с механизмом формирования волнового фронта после сквозной субтотальной кератопластики при стабилизации трансплантата позволяет более точно выйти на приемлемую целевую рефракцию. Даже несмотря на высокую вероятность ошибки в предполагаемой послеоперационной рефракции и наличие высокого роговичного астигматизма, данный тип и конструктивные особенности линзы позволили получить более высокое качество зрения для пациента.

Вклад авторов в работу: Г.А. Федяшев — концепция исследования, анализ литературы, написание текста; Д.А. Хван — сбор и анализ данных, написание текста.

Author's contribution: G.A. Fedyashev — concept of the study, literature analysis, writing of the article; D.A. Khvan — data collection and analysis, writing of the article.

Поступила: 18.08.2023. Переработана: 06.09.2023. Принята к печати: 07.09.2023

Originally received: 18.08.2023. Final revision: 06.09.2023. Accepted: 07.09.2023

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

¹ ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, пр-т Острякова, д. 2, Владивосток, Приморский край, 690002, Россия

² ООО «Приморский центр микрохирургии глаза», ул. Борисенко, д. 100е, Владивосток, 690080, Россия

Глеб Арнольдович Федяшев — д-р мед. наук, профессор¹, главный врач², ORCID 0000-0003-2440-6059

Дмитрий Артурович Хван — аспирант кафедры офтальмологии и оториноларингологии¹, врач-офтальмолог², ORCID 0000-0003-2221-9145

Для контактов: Дмитрий Артурович Хван,
dr.khvandmitry@gmail.com

Литература/References

- Cung LX, Hang DT, Hiep NX, et al. Evaluation of phacoemulsification cataract surgery outcomes after penetrating keratoplasty. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019 Dec; 7 (240): 4301–5. doi: 10.3889/oamjms.2019.379
- Baek JW, Park SJ. Finite element analysis of cornea deformation and curvature change during the keratoplasty suturing process. *Biomedical Engineering Letters*. 2019 May; 9 (2): 203–9. doi: 10.1007/s13534-019-00100-4
- Penbe A, Kanar HS, Simsek S. Efficiency and safety of scleral lenses in rehabilitation of refractive errors and high order aberrations after penetrating keratoplasty. *Eye and Contact Lens*. 2021 May; 47 (5): 301–7. doi: 10.1097/ICL.0000000000000755
- Rocha GA, Miziara PO, Castro AC, Rocha AA. Visual rehabilitation using mini-scleral contact lenses after penetrating keratoplasty. *Arq Bras Oftalmol*. 2017; 80: 17–20. doi: 10.5935/0004-2749.20170006
- Barnett M, Lien V, Li JY, Durbin-Johnson B, Mannis MJ. Use of scleral lenses and miniscleral lenses after penetrating keratoplasty. *Eye and Contact Lens*. 2016; 42: 185–9. doi: 10.1097/ICL.0000000000000163
- Wade M, Steinert RF, Garg S, Farid M, Gaster R. Results of toric intraocular lenses for post-penetrating keratoplasty astigmatism. *Ophthalmology*. 2014; 121. №. 3. P. 771–7. doi: 10.1016/j.ophtha.2013.10.011
- Федяшев Г.А., Хван Д.А., Ручкин М.П. Имплантация интраокулярной линзы с механизмом формирования волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов после сквозной кератопластики. *Офтальмохирургия*. 2022;4: 13–7. [Fedyashev G.A., Khvan D.A., Ruchkin M.P. Implantation of an intraocular lens with a wavefront formation mechanism in the surgical treatment of cataracts in patients after penetrating keratoplasty. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022; 4: 13–7 (In Russ.)]. doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-13-17
- Visser N, Nuijts RMM, de Vries NE, Bauer NJV. Visual outcomes and patient satisfaction after cataract surgery with toric multifocal intraocular lens implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2011; 37: 2034–42. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.05.041
- Alcon Research LLC. AcrySof IQ Vivity product information (US version). 2021. Available at: <https://ifu.alcon.com/downloadPDF.aspx?Keycode=927409848&GUID=1cd859dd-dc3f-43fa-98aa-cc01808407a8>. Accessed January 2, 2022
- Alcon Research. A clinical study of the ACRYSOF IQ EDF intraocular lens (IOL). 2020. Available at: <https://www.clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT03010254>. Accessed April 6, 2021
- Alcon Laboratories, Inc. AcrySof IQ SN60WF product information. Fort Worth, TX: Alcon Laboratories, Inc.; 2020. Available at: http://embed.widencdn.net/pdf/plus/alcon/6qz43p5sid/40-500-044_us_en.pdf?u=4rqn9d. Accessed February 25, 2021
- AcrySof® IQ Vivity™ Extended Vision IOL DFU. Alcon Laboratories, Inc.; 2020. Available from: <https://www.alcon.com/media-release/alcon-announces-launchacrysof-iq-vivity-first-and-only-non-diffractive-extended> [Accessed 27th July 2022]