

## ХИРУРГИЯ КАТАРАКТЫ И ИМПЛАНТАЦИЯ ИОЛ CATARACT SURGERY AND IOL IMPLANTATION

Научная статья  
УДК 617.741-004.1:617.713-089  
doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-13-17

### Имплантация интраокулярной линзы с механизмом формирования волнового фронта при хирургическом лечении катаракты у пациентов после сквозной кератопластики

Г.А. Федяшев<sup>1, 2</sup>, Д.А. Хван<sup>1, 2</sup>, М.П. Ручкин<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский государственный медицинский университет Минздрава России, Владивосток

<sup>2</sup>Приморский центр микрохирургии глаза, Владивосток

#### РЕФЕРАТ

**Цель.** Представлен клинический случай хирургического лечения катаракты с имплантацией и предварительным расчетом интраокулярной линзы (ИОЛ) AcrySof IQ Vivity (Alcon, США) у пациентки, 15 месяцев назад перенесшей сквозную кератопластику. **Материал и методы.** Расчет ИОЛ основывался на актуальных данных оптической биометрии глаза, кератотопографических измерений. Учитывая жалобы, снижение качества жизни, данных офтальмологического статуса, было принято решение о проведении сквозной субтотальной кератопластики правого глаза, с последующей отдаленной факоэмульсификацией и имплантацией интраокулярной линзы. **Результаты.** Пациентка отмечает хоро-

шее качество зрения вдаль и на среднем расстоянии; при работе за компьютером трудностей не испытывает; при езде за рулем автомобиля в темное время суток чувствует себя комфортно. **Заключение.** Отсроченная факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы с механизмом формирования волнового фронта после сквозной субтотальной кератопластики при стабилизации донорского материала позволяет более точно выйти на приемлемую целевую рефракцию. Даже несмотря на высокую вероятность рефракционной ошибки, данный тип и конструктивные особенности линзы позволили получить оптимальное качество зрения для пациента.

**Ключевые слова:** сквозная кератопластика, катаракта, интраокулярная линза, рефракционная ошибка ■

**Для цитирования:** 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: 13–17.  
doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-13-17

**Автор, ответственный за переписку:** Дмитрий Артурович Хван, jedimagister93@gmail.com

#### ABSTRACT

Original article

### Implantation of an intraocular lens with a wavefront formation mechanism in the surgical treatment of cataracts in patients after penetrating keratoplasty

G.A. Fedyashev<sup>1, 2</sup>, D.A. Khvan<sup>1, 2</sup>, M.P. Ruchkin<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Pacific State Medical University, Vladivostok, Russian Federation

<sup>2</sup>Primorskii center of eye microsurgery, Vladivostok, Russian Federation

**Purpose.** The article presents a clinical case of cataract surgery with implantation and preoperative calculation of the AcrySof IQ Vivity intraocular lens (IOL) (Alcon, USA) in a patient who underwent penetrating keratoplasty 15 months ago. **Material and methods.** IOL calculation was based on the actual data of the optical biometry, keratotopographic measurements. Considering complaints, a decrease in the quality of life, ophthalmic status data, it was decided to perform a penetrating subtotal keratoplasty of the right eye, followed by remote phacoemulsification and implantation of an intraocular lens. **Results.** Patient reports good quality of vision at a distance

and average distance; does not experience difficulties when working with computer, feels comfortable while driving at night. **Conclusion.** Delayed cataract surgery with IOL implantation with the wavefront formation mechanism after penetrating subtotal keratoplasty, only in cases of donor material stabilization, allows to get accurate refraction. Even despite the high probability of refractive error, this type and design features of the lens made it possible to obtain the optimal quality of vision for the patient.

**Keywords:** penetrating keratoplasty, cataract, intraocular lens, refractive error ■

**For quoting:** 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: 13–17.  
doi: 10.25276/0235-4160-2022-4-13-17

**Corresponding author:** Dmitriy A. Khvan, jedimagister93@gmail.com

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Одним из осложнений сквозной кератопластики является формирование катаракты. Среди основных трех причин развития помутнения в хрусталике при данных состояниях самой распространенной и наиболее вероятной является прогрессирующее ранее существующей катаракты. Две другие относятся к ятрогенным осложнениям: повреждение капсулы хрусталика во время проведения вмешательства на роговице, что происходит достаточно редко; кроме того, может развиваться лекарственная катаракта, вызванная длительным послеоперационным применением стероидов, а также в ряде случаев болезнь трансплантата [1, 2].

Открытым остается вопрос сроков проведения экстракции катаракты и имплантации интраокулярной линзы. В настоящее время во всем мире принята комбинированная хирургия, включающая сквозную кератопластику, экстракцию катаракты и имплантацию ИОЛ [3].

Данная операция эффективна, и ее часто называют тройной процедурой. Преимуществами данной методики являются меньшее повреждение эндотелиального слоя, более быстрая зрительная реабилитация, более низкая стоимость [4]. При этом тройная процедура имеет и ряд потенциальных недостатков, связанных с высоким риском интраоперационных осложнений – в случае проведения операции по технологии «открытого неба», таких как экспульсивная геморрагия, выпадение стекловидного тела, сложности при имплантации ИОЛ при разрыве капсулы хрусталика [5].

Другим недостатком данной процедуры является невозможность точного расчета силы интраокулярной линзы (ИОЛ), что приводит к высокой степени близорукости или дальнозоркости в послеоперационном периоде [4, 6]. Это связано с тем, что осевая длина, глубина передней камеры и кривизна роговицы могут значительно измениться после кератопластики, что приведет к значительным рефракционным изменениям в сравнении с запланированным результатом.

Этот недостаток можно обойти, проведя хирургию катаракты после сквозной кератопластики в сроки, когда все вышеперечисленные параметры будут стабилизированы, а именно после снятия всех роговичных швов.

Также требует внимания и проблема роговичного астигматизма, встречающегося в большом количестве случаев на глазах после проведенной сквозной кератопластики, вопрос о коррекции которого решается индивидуально в каждом случае и зависит от силы и степени иррегулярности роговицы.

Тем не менее, операция удаления катаракты после сквозной кератопластики является сложной хирургической процедурой как в отношении расчета ИОЛ, так и на этапе самого вмешательства, которая должна проводиться наиболее опытными хирургами. И, несмотря на постоянное совершенствование диагностического обо-

рудования, задействованного в процессе предоперационного расчета ИОЛ, появление новых формул для калькуляции их силы, процент рефракционных ошибок после хирургии катаракты на глазах после сквозной кератопластики остается высоким [7].

## ЦЕЛЬ

В данной статье мы хотим на клиническом примере продемонстрировать важность динамического наблюдения за изменениями кривизны и рефракции донорской роговицы в послеоперационном периоде сквозной кератопластики, а также обосновать выбор модели интраокулярной линзы с расширенным диапазоном зрения AcrySof IQ Vivify с технологией формирования волнового фронта X-Wave и особенности расчета интраокулярной линзы для коррекции афакции в ходе хирургического лечения катаракты через 15 месяцев после проведения сквозной субтотальной кератопластики.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

*Клинический случай*

Пациентка Д., 42 года, в марте 2021 г. обратилась в клинику «Приморский центр микрохирургии глаза» г. Владивостока, где в ходе обследования был выставлен диагноз – постгерпетическое помутнение роговицы правого глаза, хронический герпетический кератит в стадии ремиссии правого глаза, катаракта осложненная неполная, астигматизм индуцированный роговичный высокой степени, индуцированная гиперметропия высокой степени правого глаза, астигматизм роговичный слабой степени левого глаза.

При биомикроскопии: васкуляризированное бельмо роговицы в оптической зоне, помутнение глубоких слоев роговицы, частичное помутнение кортикальных слоев и ядра хрусталика, глазное дно без патологии. Данные оптической биометрии правого глаза: передне-задняя ось (ПЗО) правого глаза 24,69 мм, кератометрия K1 = 32,5 дптр на 180 градусах, K2 = 41,75 дптр на 90 градусах, роговичный астигматизм (-)9,25 дптр. Толщина роговицы правого глаза составила 277 мкм в самом тонком месте (рис. 1). Острота зрения правого глаза 0,1 Sph+4,0 Cyl-8,0 Ax180 = 0,15.

Учитывая жалобы, снижение качества жизни, данные офтальмоистатуса, было принято решение о проведении сквозной субтотальной кератопластики правого глаза с последующей отдаленной факоэмульсификацией и имплантацией интраокулярной линзы.

Донорский материал подготовлен глазным банком ООО АЙЛАБ, г. Москва, был выкроен и законсервирован роговично-склеральный комплекс диаметром 16 мм. Исходная плотность эндотелиальных клеток материала 2996 кл/мм<sup>2</sup>, толщиной 560 мкм в центре и 610 мкм на периферии. Серологические тесты отрицательные.

В марте 2021 г. была проведена сквозная субтотальная кератопластика правого глаза. Трепанация роговицы реципиента была выполнена при помощи трепана диаметром 8 мм после заполнения передней камеры вискоэластиком «когевиск» через роговичный парацентез. В трепанационное отверстие роговицы помещен заранее сформированный диск из материала для сквозной кератопластики диаметром 8,5 мм. Трансплантат фиксирован швом к роговице провизорными швами нейлоном 10-0 на 6, 12, 3 и 9 часах, далее наложен непрерывный шов по Пирсу нейлоном 10-0. Вискоэластик в передней камере заменен на сбалансированный раствор.

Постоперационное медикаментозное лечение заключалось в инстилляциях растворов: дексаметазона, левовфлоксацина, гиалуроната натрия и внутривенного введения раствора дексаметазона.

В 1-е сутки после операции острота зрения правого глаза 0,03, смешанная инъекция, трансплантат отечен, дезэпителизирован, шов по Пирсу состоятелен, без признаков инфицирования и провисания; влага передней камеры прозрачная, глазное дно под флером. На 10-е сутки выраженность инъекции снизилась, трансплантат частично эпителизирован, сохраняется отечность стромы. Пациентке надета мягкая контактная линза. На 16-е сутки трансплантат полностью эпителизирован.

Через месяц острота зрения 0,1 Sph-5,0 Cyl-2,0 Ax117 = 0,3, трансплантат прозрачный, шов состоятелен, кератотрансплантат K1 = 46,25 дптр, K2 = 47,75 дптр. Через полгода острота зрения 0,04 Sph-6,0 Cyl-1,0 Ax46 = 0,5, кератометрия K1 = 45,00 дптр, K2 = 46,5 дптр, трансплантат прозрачный, шов состоятелен. На 12-й месяц шов с роговицы удален.

Через 13 и 15 месяцев после пересадки роговицы правого глаза: острота зрения 0,05 Sph-5,5 = 0,5, данные кератотопограммы K1 = 44,9 дптр, K2 = 46,2 дптр (рис. 2); при биомикроскопии – трансплантат прозрачный, влага передней камеры прозрачная, частичное помутнение кортикальных слоев и ядра хрусталика, рефлекс прозрачный, глазное дно без патологии.

В связи с формированием катаракты правого глаза было принято решение провести факэмульсификацию с имплантацией ИОЛ. Выбор линзы у такой категории пациентов всегда представляет определённую 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. Иррегулярность роговицы после кератопластики сама по себе формирует aberrации высокого порядка, выраженные в той или иной степени, и потенциально возможные дисфотопсии, которые могут быть спровоцированы ИОЛ на основе дифракционной решётки (трифокальной или EDOF), только усугубят и без того относительно низкие качественные характеристики зрения. Поэтому хи-

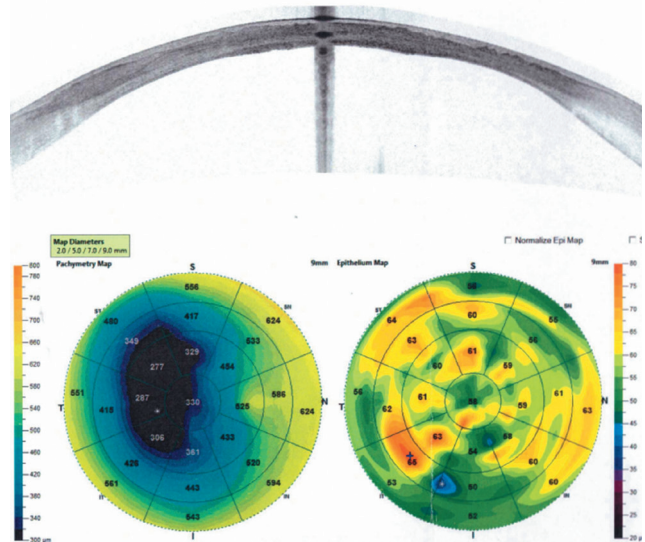


Рис. 1. Оптическая когерентная томография роговицы, пахиметрия

Fig. 1. Optical coherence tomography of the cornea, pachymetry

рурги очень осторожно подходят к возможности рекомендации и имплантации таких ИОЛ, и большинство из них всё-таки придерживаются мнения, что эти линзы противопоказаны пациентам после керато-рефракционных вмешательств, как после кератотомии, имплантации роговичных сегментов, так и после кератопластики. На сегодняшний день на рынке появилась ИОЛ AcrySof IQ Vivity, Alcon, США, основанная на совершенно новом принципе – формировании волнового фронта. Благодаря конструктивным особенностям линзы в виде двух формирующих элементов на передней поверхности ИОЛ высотой около 1 мкм и диаметром 2,2 мм в центральной её зоне, линза имеет расширенный фокусный диапазон от дали до среднего расстояния и функционального зрения вблизи. Профиль дисфотопических явлений данной ИОЛ сравним с монофокальной линзой, т.е. частота возникновения таких эффектов, как «гало», «блики» или «лучи от источника света», аналогична таковой у монофокальной асферической ИОЛ при любом освещении [8]. В нашей практике линза доказала свои свойства, дав нам возможность расширить показания к её имплантации на более сложные категории пациентов, в том числе и после кератопластики.

В июне 2022 г. на базе «Приморского центра микрохирургии глаза» (г. Владивосток) была проведена факэмульсификация с имплантацией интраокулярной линзы + 16,5 дптр правого глаза. Особенность операции заключалась в локализации тоннельного разреза в зоне роговицы реципиента. Операция прошла без осложнений. После операции пациентка получала лечение в виде инстилляций растворов левовфлоксацина на протяжении 10 дней и дексаметазона 30 дней. На всем протяжении послеоперационного наблюдения кератотрансплантат оставался прозрачным.

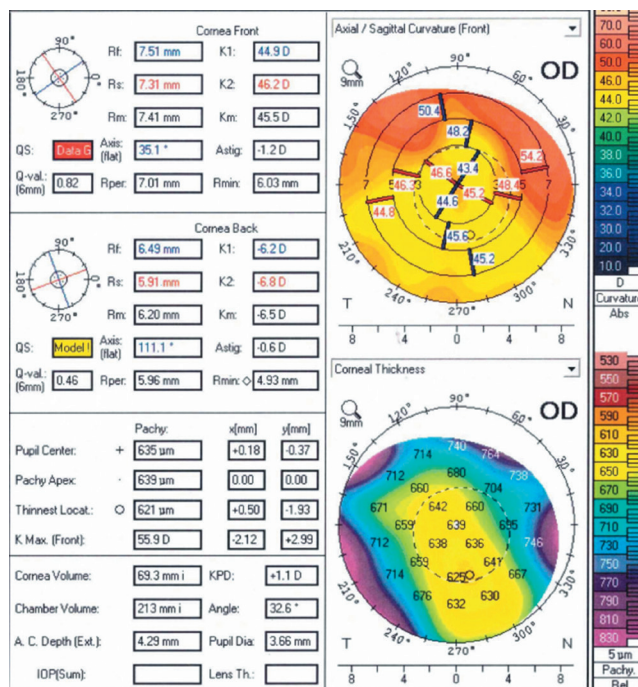


Рис. 2. Кератотопограмма через 15 месяцев после сквозной кератопластики

Fig. 2. Corneal topography image 15 months after penetrating keratoplasty

Предоперационный расчет ИОЛ проводился при помощи оптического когерентного биометра IOL Master 700 (Zeiss, Германия). ПЗО за день до операции составило 24,34 мм, данные кератометрии вносили вручную из измерения кератотопографа WaveLight Oculyzer II (Alcon, США). Кератометрия K1 = 44,9 дптр, K2 = 46,2 дптр, axis (flat) = 35,1 градус. Формула для расчета ИОЛ – Barrett Universal II. Исходя из вышеперечисленных данных была выбрана линза с силой +16,5 дптр Vivity DFT015 (рис. 3).

На 1-е сутки после операции максимальная скорригированная острота зрения правого глаза составил 0,3, отмечался подъем внутриглазного давления (ВГД) до 26 мм рт.ст. На 7-е сутки острота зрения составила 0,5 с коррекцией Су1+1,0 Ах114 = 0,8, ВГД 16 мм рт.ст. Через месяц острота зрения для дали составила 0,7 с коррекцией 0,8; на среднем расстоянии 60 см – 0,5 с коррекцией 0,8; вблизи на 45 см – 0,2 с коррекцией 0,8. Данные кератометрии K1 = 44,2 дптр, K2 = 46,0 дптр, axis (flat) = 97,9 градусов.

Пациентка отмечает хорошее качество зрения вдаль и на среднем расстоянии; при работе за компьютером трудностей не испытывает; при езде за рулем автомобиля в темное время суток чувствует себя комфортно. После двухэтапного оперативного лечения пациентка остается на динамическом наблюдении.

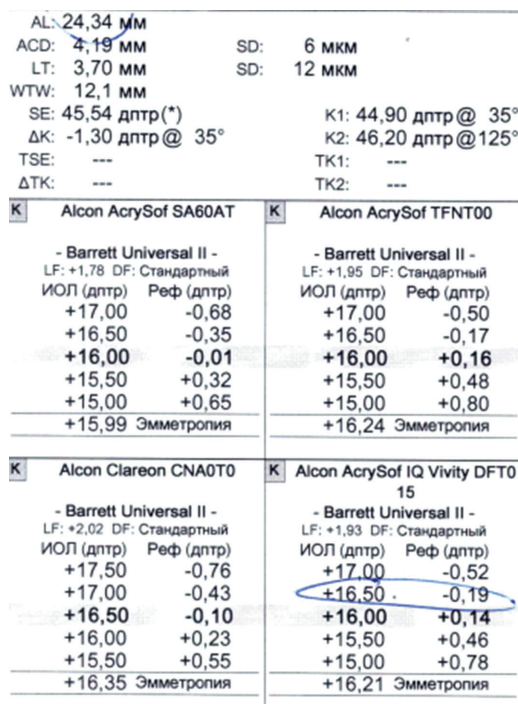


Рис. 3. Расчет интраокулярной линзы (IOL Master 700)

Fig. 3. Calculation of the intraocular lens (IOL Master 700)

## ОБСУЖДЕНИЕ

Интраокулярная коррекция афакии на глазах после сквозной кератопластики сопровождается высоким риском рефракционной ошибки ввиду нестабильности трансплантата как в течение всего времени до снятия роговичных швов, так и изменениями кератометрических параметров после. В ряде случаев при сохранении нативного хрусталика во время сквозной кератопластики целесообразно отложить экстракцию и имплантацию, что даст оператору лучшие рефракционные результаты [4]. Рекомендуется откладывать экстракцию катаракты как минимум на 12 месяцев после кератопластики. Необходимо дождаться, пока не будут сняты все швы и кривизна трансплантата не станет стабильной [9].

В представленном клиническом случае, учитывая стабилизацию кератометрических показателей, прозрачного приживления трансплантата, остроты зрения, наличия катаракты было принято решение оперативного лечения помутневшего хрусталика на 15-й месяц после проведения кератопластики.

Выбор линзы AcrySof IQ Vivity DFT015 был сделан с учетом ее конструктивных особенностей и оптических свойств с механизмом формирования волнового фронта, первой в своем роде недифракционной ИОЛ с уве-

личенной глубиной фокуса, в которой используется запатентованная недифракционная технология X-Wave, растягивающая и смещающая световой пучок, не разделяя его, как в дифракционной технологии, и не разделяя на зоны с различной силой преломления, как в рефракционной оптике. Помимо обеспечения расширенного диапазона зрения от дальнего до ближнего, низкого уровня оптических феноменов как у монофокальной линзы, AcrySof IQ Vivity обладает толерантностью к небольшому отклонению от заданной эмметропии от +0,5 до -0,5 дптр, что позволяет обойти вероятность непопадания в целевую рефракцию [10]. Благодаря таким характеристикам новая ИОЛ AcrySof IQ Vivity позволяет расширить показания для имплантации ИОЛ для коррекции пресбиопии для пациентов с сопутствующими заболеваниями, когда имплантация трифокальных или EDOF линз на основе дифракционной решетки противопоказана, в частности, для пациентов после кератопластики.

Высокоточное диагностическое оборудование в комплексе с усовершенствованными формулами расчета ИОЛ последних поколений, учитывающих ранее проведенное сложное реконструктивное оптическое вмешательство, стабилизированное состояние геометрии и оптической силы роговицы, глубины камеры и передне-заднего размера глазного яблока позволили получить оптимальный рефракционный результат в послеоперационном периоде.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отсроченная факоэмульсификация катаракты с имплантацией интраокулярной линзы с механизмом формирования волнового фронта после сквозной субтотальной кератопластики при стабилизации донорского материала позволяет более точно выйти на приемлемую целевую рефракцию. Даже несмотря на высокую вероятность рефракционной ошибки, данный тип и конструктивные особенности линзы позволили получить оптимальное качество зрения для пациента.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Alok S, Ramappa M, Chaurasia S. Case report. Cataract following endothelial keratoplasty (EK) in a child. Med J Armed Forces India. 2013;69: 398–399. doi: 10.1016/j.mjafi.2012.08.027
2. Na KS, Chung SK. Cataract formation after penetrating keratoplasty. J Kor Ophthalmol Soc. 2007;48(12):1636–1642. doi: 10.3341/jkos.2007.48.12.1636

3. Gruenauer-Kloevekom C, Kloevekom-Norgall K, Duncker GI, Habermann A. Refractive error after triple and non-simultaneous procedures: is the application of a standard constant keratometry value in IOL power calculation advisable? Acta Ophthalmol Scand. 2006;84(5): 679–683. doi: 10.1111/j.1600-0420.2006.00705.x
4. Shimmura S, Ohashi Y, Shiroma H, Shimazaki J, Tsubota K. Corneal opacity and cataract: triple procedure versus secondary approach. Cornea. 2003;22: 234–238. doi: 10.1097/00003226-200304000-00010
5. Malta JB, Baniitt M, Musch DC, Sugar A, Mian SI, Soong HK. Long-term outcome of combined penetrating keratoplasty with scleral-sutured posterior chamber intraocular lens implantation. Cornea. 2009;28(7): 741–746. doi: 10.1097/ICO.0b013e31819bc31f
6. Emir C, Vahid J, Nizama S, Amra NV. Phacoemulsification after penetrating keratoplasty due war injury at young adult. Med Arch. 2017;71(3): 226–228. doi: 10.5455/medarch.2017.71.226-228
7. Le XC, Do Thi TH, Nguyen XH, Do Q, Than VT, Vu TN, Nguyen DB, Dinh NN. Evaluation of phacoemulsification cataract surgery outcomes after penetrating keratoplasty. Open Access Maced J Med Sci. 2019;7(24): 4301–4305. doi: 10.3889/oamjms.2019.379
8. Alcon Data on File. TDOC-0055576 23-Jul-2019
9. Pineros OE, Cohen EJ, Rapuano CJ, Laibson PR. Triple vs nonsimultaneous procedures in Fuchs' dystrophy and cataract. Arch Ophthalmol. 1996;114:525–8. DOI: 10.1001/archophth.1996.01100130517002
10. AcrySof IQ Vivity™ Extended Vision IOL DFL. Alcon Laboratories, Inc.; 2020. Available from: <https://www.alcon.com/media-release/alcon-announces-launch-acrysof-iq-vivity-first-and-only-non-diffractive-extended> [Accessed 27th July 2022]

### Информация об авторах

**Глеб Арнольдович Федяшев**, д.м.н, fediashev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2440-6059>

**Дмитрий Артурович Хван**, аспирант, врач-офтальмолог, jedimagister93@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2221-914>

**Михаил Петрович Ручкин**, аспирант, врач-офтальмолог, michael-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8966-3120>

### Information about the authors

**Gleb A. Fedyashev**, Doctor of Sciences in Medicine, fediashev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2440-6059>

**Dmitry A. Khvan**, PhD student, Ophthalmologist, jedimagister93@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2221-914>

**Michael P. Ruchkin**, PhD student, Ophthalmologist, michael-n@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8966-3120>

### Вклад авторов в работу:

**Г.А. Федяшев:** существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, написание текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

**Д.А. Хван:** сбор, анализ и обработка материала, написание текста.

**М.П. Ручкин:** существенный вклад в концепцию и дизайн работы, редактирование, написание текста, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

### Authors' contribution:

**G.A. Fedyashev:** significant contribution to the concept and design of the work, editing, writing, final approval of the version to be published.

**D.A. Khvan:** collection, analysis, and processing of material, writing.

**M.P. Ruchkin:** significant contribution to the concept and design of the work, editing, writing, final approval of the version to be published.

**Финансирование:** Авторы не получили конкретный грант на это исследование от какого-либо финансирующего агентства в государственном, коммерческом и некоммерческом секторах.

**Согласие пациента на публикацию:** Письменного согласия на публикацию этого материала получено не было. Он не содержит никакой личной идентифицирующей информации.

**Конфликт интересов:** Отсутствует.

**Funding:** The authors have not declared a specific grant for this research from any funding agency in the public, commercial or not-for-profit sectors.

**Patient consent for publication:** No written consent was obtained for the publication of this material. It does not contain any personally identifying information.

**Conflict of interest:** There is no conflict of interest.

Поступила: 21.09.2022

Переработана: 17.10.2022

Принята к печати: 25.11.2022

Originally received: 21.09.2022

Final revision: 17.10.2022

Accepted: 25.11.2022