

СПОСОБ ДВУХЭТАПНОГО ЛЕЧЕНИЯ АМЕТРОПИИ У ПАЦИЕНТОВ С КЕРАТОКОНОСУМ И КАТАРАКТОЙ

Бикбов М.М.,
Оренбуркина О.И.,
Бабушкин А.Э.,
Нуриев И.Ф.

ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан» (450008, Башкортостан, г. Уфа, ул. Пушкина, 90, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Оренбуркина Ольга Ивановна,
e-mail: linza7@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Кератоконус (КК) является прогрессирующим дегенеративным заболеванием роговицы, приводящим к нарушению её биомеханических и оптических свойств, её истончению, появлению астигматизма и снижению остроты зрения.

Материалы и методы. Представлено наблюдение за 33 больными (35 глаз) с кератоконусом 2–3-й стадии на фоне имеющейся катаракты. Средний возраст пациентов – $46,5 \pm 2,7$ года (41–63 лет). Операции проводились по предложенному нами двухэтапному способу лечения аметропии у пациентов с КК и катарактой (Патент РФ № 2748634 от 28.05.2021). Первым этапом имплантировали интратроговичные сегменты (ИРС) FERRARA толщиной от 150 до 350 мкм, через 5–7 месяцев после 1-го этапа с целью коррекции остаточной аметропии пациентам проводили 2-й этап – удаление мутного хрусталика с заменой его на искусственный – заднекамерную торическую интраокулярную линзу (ТИОЛ). Имплантировали следующие модели ТИОЛ: AcrySof IQ Toric (Alcon, США), T-flex, RayOne Toric (Rayner, Великобритания).

Результаты и обсуждение. После первого этапа операции (имплантации ИРС) некорригированная острота зрения (НКОЗ) составила $0,2 \pm 0,03$, максимально корригированная (МКОЗ) – $0,4 \pm 0,02$. НКОЗ через 1 мес. после 2-го этапа (ФЭК + ТИОЛ) составила $0,64 \pm 0,11$, МКОЗ – $0,74 \pm 0,12$. В течение всего срока наблюдения после операции отмечались стабильные зрительные функции, рефракция, а также ротационная стабильность ТИОЛ.

Выводы. Проведение двухэтапного хирургического вмешательства пациентам с кератоконусом и катарактой позволяет приостановить прогрессирование заболевания и эффективно скорректировать сопутствующую кератоконусу аметропию.

Ключевые слова: кератоконус, катаракта, интратроговичные сегменты, аметропия, торические интраокулярные линзы

Статья получена: 03.08.2021
Статья принята: 11.11.2021
Статья опубликована: 28.12.2021

Для цитирования: Бикбов М.М., Оренбуркина О.И., Бабушкин А.Э., Нуриев И.Ф. Способ двухэтапного лечения аметропии у пациентов с кератоконусом и катарактой. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 204-213. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.23

TWO-STAGE TREATMENT OF AMETROPIA IN PATIENTS WITH KERATOCONUS AND CATARACTS

**Bikbov M.M.,
Orenburkina O.I.,
Babushkin A.E.,
Nuriev I.F.**

Ufa Eye Research Institute
(Pushkina str. 90, Ufa 450008,
Bashkortostan, Russian Federation)

Corresponding author:
Olga I. Orenburkina,
e-mail: linza7@yandex.ru

ABSTRACT

Keratoconus (KC) is a progressive degenerative corneal disease, leads to the aberration of biomechanical and optical properties and thinning of the cornea, causes astigmatism and decreases visual acuity.

Materials and methods. 33 patients (35 eyes) with stages II–III of non-progressive keratoconus and concomitant cataracts of various stages of maturity were operated on. The average age of the patients was 46.5 ± 2.7 (41–63) years old. The operations were performed according to our proposed two-stage method of treating ametropia in patients with KC and cataracts (Patent of the Russian Federation No. 2748634 of 28.05.2021). The first stage was the implantation of FERRARA intrastromal corneal ring segments (ICRS) with thickness from 150 to 350 μm . To correct residual refractive error in 5–7 months after stage 1, patients underwent stage 2: cloudy lens was removed and replaced with toric posterior chamber intraocular lens (TIOL) – AcrySof IQ Toric (Alcon, USA), T-flex Toric RayOne (Rayner, UK).

Results and discussion. After stage 1 of the operation (ICRS implantation), the uncorrected visual acuity (NCVA) was 0.2 ± 0.03 , the best corrected visual acuity (BCVA) was 0.4 ± 0.02 . In 1 month after stage 2 (phacoemulsification + TIOL) NCVA was 0.64 ± 0.11 and BCVA was 0.74 ± 0.12 . During the entire follow-up period after the surgery visual functions, refraction, and rotational stability of TIOL were stable.

Conclusions. Conducting a two-stage surgical intervention in patients with keratoconus and cataracts allows to stop the progression of the disease and effectively correct the ametropia concomitant with keratoconus.

Key words: keratoconus, cataract, intracorneal segments, ametropia, toric intraocular lenses

Received: 03.08.2021
Accepted: 11.11.2021
Published: 28.12.2021

For citation: Bikbov M.M., Orenburkina O.I., Babushkin A.E., Nuriev I.F. Two-stage treatment of ametropia in patients with keratoconus and cataracts. *Acta biomedica scientifica*. 2021; 6(6-1): 204-213. doi: 10.29413/ABS.2021-6.6-1.23

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кератоконус (КК) является невоспалительным прогрессирующим заболеванием, характеризующимся истончением и выпячиванием роговицы, что приводит к снижению остроты зрения и развитию аметропии с неправильным астигматизмом. Остановка прогрессирующего заболевания и улучшение качества зрения пациентов сопряжены со значительными трудностями. С появлением ультрафиолетового кросслинкинга роговицы (УФ-КР) достигнут определённый прогресс в стабилизации течения болезни. Однако конечной целью лечения пациентов с КК является зрительная реабилитация [1–3].

С ростом численности населения старшей возрастной группы (≥ 65 лет) на 15,1 % в сравнении с уровнем увеличения общей численности населения на 9,7 % [4, 5], количество больных с катарактой также увеличивается и, следовательно, возрастает и число операций по её экстракции, в том числе и у пациентов с КК. Частота развития катаракты у пациентов с КК выше и нередко отмечается в более молодом возрасте, чем в общей популяции [6]. Обследование более 4 млн пациентов в возрасте 10–44 лет показало, что заболеваемость КК – 1 : 7500, а распространённость – 1 : 375, что в 5–10 раз превысило ранее заявленные значения [7].

Таким образом, офтальмологам надо учитывать растущее число пациентов с катарактой при КК и необходимость интраокулярной коррекции. Важным при этом являются оптимизация расчётов оптической силы интраокулярной линзы (ИОЛ), возможно, с применением предварительных процедур для стабилизации КК, позиционирование операционных доступов на роговице или склере, выбор линзы (торической или монофокальной).

Первые торические ИОЛ (ТИОЛ) были имплантированы в факические глаза для рефракционных целей при стабильном КК [8]. С тех пор было проведено много исследований, которые показали, что применение ТИОЛ при КК является хорошо переносимой и эффективной процедурой, обеспечивающей стабильность данных кератометрии, получение высоких зрительных результатов с улучшением показателей некорригированной остроты зрения (НКОЗ) и корригированной остроты зрения вдаль (КОЗ), а также сферического эквивалента рефракции [9–17].

В связи с вышеизложенным **целью** нашего исследования стала разработка способа лечения аметропии у пациентов с КК и катарактой.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клиническое исследование выполнено в НИИ глазных болезней (г. Уфа) в период с января 2014 г. по декабрь 2019 г. Оно базируется на анализе функциональных результатов хирургического лечения 33 пациентов (35 глаз) со стабилизированным (непрессирующим) кератоконусом II–III степени по классификации Амслера на фоне имеющейся катаракты. У всех пациентов был 1-й тип эктазии (100 % её зоны расположены в нижней по-

лусфере по одной стороне от сильного меридиана роговицы). Мужчин – 19 (57,6 %), женщин – 14 (42,4 %) человек. Средний возраст пациентов – 46,5 (41–63) года.

Для стабилизации кератэктатического процесса всем пациентам ранее был выполнен ультрафиолетовый КР по стандартной методике, известной как Дрезденский протокол. Наблюдение больных осуществлялось более 12 месяцев с контролем состояния глаза для своевременной фиксации ухудшения процесса. Отсутствие ухудшения состояния глаза диагностировали по стабилизации следующих показателей: усиление цилиндрического компонента менее 0,5 дптр, ухудшение кератометрии менее 10 дптр, а также увеличение толщины роговой оболочки не более 25 мкм.

Следует отметить, что обязательными условиями включения пациентов были визус, обусловленный катарактой, менее 0,4 (с коррекцией), отсутствие прогрессирования КК, подтверждённое 2-разовым контролем кератотопографии и кератотомиографии в течение полугода и более.

В обследование не включали пациентов, имеющих сопутствующие заболевания глаз (например, такие как, патология сетчатки, помутнение роговой оболочки, глаукомная нейрооптикопатия и др.) и толщину роговицы меньше 450 мкм, а также плотность клеток эндотелия ниже 1900 кл./мм².

Предложенный и использованный в работе двухэтапный способ лечения аметропии у пациентов с КК и катарактой (Патент РФ № 2748634 от 28.05.2021) заключался в следующем. Первым этапом всем пациентам с целью устранения астигматизма в 3–4 дптр осуществляли интрароговичное введение сегментов FERRARA, имеющих толщину 150–350 мкм, шаг – 50 мкм, длину дуги – от 180 до 210°. Необходимо указать, что наружный и внутренний диаметр сегментов составлял 6,2 и 5,4 мм. Имплантацию интрароговичных сегментов (ИРС) проводили с использованием фемтолазерной установки Ziemer FEMTO LDV Z 8 (Швейцария). При расчёте номограмм при имплантации ИРС использовали показатели рефракции, пахиметрии и кератоморфологического паттерна КК.

Через 5–7 месяцев после 1-го этапа с целью коррекции остаточной аметропии пациентам проводили 2-й этап – удаление нативного хрусталика с заменой его на искусственный – заднекамерную ТИОЛ. Расчёт последней выполняли с помощью диагностическо-аналитической системы Веридион (реже использовали онлайн-калькулятор). Следует отметить, что на данном этапе пациенты были разделены на две группы.

Первая группа – 19 пациентов (20 глаз), у которых диагностировали роговичный астигматизм 2,25–6,15 дптр (средний показатель – $3,10 \pm 1,04$ дптр). Им была выполнена факэмульсификация с имплантацией заднекамерной торической линзы AcrySof IQ Toric (Alcon, США). Последняя представляет собой монофокальную моноблочную линзу из гидрофобного акрила, диаметр оптики – 6,0 мм, длина – 13,0 мм. Данная линза позволяет корректировать роговичный астигматизм величиной 2,5–6,0 дптр.

Вторая группа – 14 пациентов (15 глаз) с астигматизмом роговой оболочки 2,0–6,75 дптр (в среднем – $3,50 \pm 1,49$ дптр). Этим пациентам имплантировали ИОЛ T-flex – монофокальную моноблочную торическую линзу из гидрофильного акрила, диаметр оптики – 6,0 мм, общая длина – 12,5 мм. В последнее время мы отдавали предпочтение линзе RayOne Toric, которая имеет аналогичные характеристики, но предустановленную систему инъектирования. Кроме того, данная линза имеет более прочный прямоугольный край по всему периметру, уменьшающий риск развития вторичной катаракты.

Оптическую силу главных меридианов роговичного астигматизма устанавливали, используя щелевые томограф с Шаймпфлюг-камерой (Pentacam HR, Oculus Optikgerate) и топограф (Orbscan, Baush&Lomb), позволяющие исследовать переднюю и заднюю поверхности роговой оболочки.

Известно, что различные методики кератометрии (включая как ручные, так и автоматические), по данным одних авторов, показывают схожие результаты по величине астигматизма, который не превышает $\pm 0,12$ дптр. Другие исследователи, изучив данные кератометрии, полученные с помощью кератотопографа Eye Top (CSO) и ИОЛ Мастера (Carl Zeiss), отмечают более большой разброс между показателями при использовании последнего, который, впрочем, составил всего 0,54 % (против 0,32 %) [18–24].

Для контроля кератометрических изменений роговицы мы прибегали к помощи кератотопографа, с выявлением области рядом с центром зрачка (так называемая актуальная зона роговицы), являющаяся наиболее важной для зрения при фотопических условиях.

Универсальной формулы расчёта силы имплантируемых торических ИОЛ тоже не существует, поэтому каждая фирма-производитель ТИОЛ рекомендует использовать собственные калькуляторы линзы [25, 26].

Следует обратить внимание на точную разметку положения торического компонента ИОЛ и оси астигматизма. При этом важным условием является исследование горизонтальной оси роговой оболочки при переходе тела человека из вертикального в горизонтальное положение. Мы в своей работе пользовались стандартной мануальной разметкой нужной оси сильного меридиана с использованием при биомикроскопии маркировки, несколько реже применяли диагностическую систему Verion®. Последняя помогала сопоставить данные планирования перед операцией с цифровым контролем во время её проведения, причём в режиме реального времени. Предварительная мануальная разметка астигматизма по оси 0–180° проводилась гравитационным разметчиком 3193 Gravity Axis Marker за щелевой лампой, либо непосредственно в операционной. Окончательная разметка осуществлялась посредством градуированного кольца Мендеса во время операции.

При проведении планирования имплантации ТИОЛ с помощью системы Verion у пациентов с изменённой топографией роговицы (в том числе и пациентам с кератоконусом) имеются нюансы. В идеале для правильного расчёта линзы нужно 3 правильно проведённых измерения (по типу светофора, то есть зелёная метка – «всё хорошо, исследование проведено», жёлтая – «желательно об-

следование повторить», красная – «стоп, это измерение невозможно»). На рисунке 1 показаны правильно измеренные параметры системой Verion (красным обведены три зелёные метки – астигматизм, сосуды конъюнктивы и сила роговицы). Однако в случаях с нарушенной топографией роговицы (после радиальной кератотомии, кератопластики, имплантации роговичных колец или сегментов, травматических рубцов роговицы и т. д.) системе Verion не всегда удаётся измерить некоторые показатели состояния переднего отрезка глаза. На рисунке 2 мы видим красную верхнюю метку, означающую «астигматизм определить не удалось» и жёлтую нижнюю – «сила роговицы, возможно, измерена неправильно», поэтому данные кератометрии в диагностический модуль не передаются. После внесения данных кератометрии вручную, переходили к стандартному расчёту ТИОЛ. Выбирали формулу, по которой её рассчитывали, и далее – модель ТИОЛ, после чего отправляли все данные в операционный модуль, который находится уже в операционной.



РИС. 1.

Показатели данных системы Verion определены верно (три зелёные метки)

FIG. 1.

The Verion system data indicators are determined correctly (three green labels)

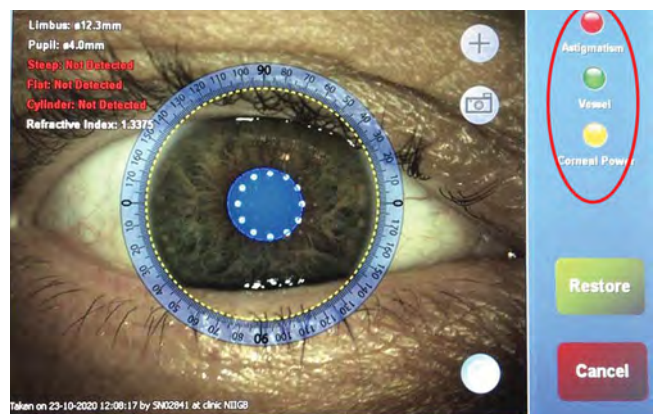


РИС. 2.

Часть показателей данных системы Verion определена верно (одна зелёная метка)

FIG. 2.

Some of the data indicators of the Verion system are determined correctly (one green label).

Ротационную стабильность линзы определяли путём фотографирования на смартфон при биомикроскопии с применением специального приложения Axis Assistant для ТИОЛ.

Хирургическое вмешательство выполняли с использованием операционного микроскопа Lumera 700 (Carl Zeiss, Германия) с коаксиальным освещением. Для факоэмульсификации катаракты использовали системы Inphini (Alcon, США), снабжённую торсионной ультразвуковой рукояткой OZil, и Centurion (Alcon, США). Послеоперационное лечение заключалось в использовании четырёхкратных закапываний противовоспалительных медикаментозных средств (кортикостероидов и нестероидных препаратов) и антибиотика, нередко в сочетании с антисептиком, в течение 2–3 недель.

Статистическая обработка анализируемых данных выполнялась с помощью программы Statistica, версия 8.0 (StatSoft Inc., США). Статистически значимым считали результат при вероятности ошибки первого рода (*p*) менее 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Интра- и послеоперационных осложнений при имплантации ИРС отмечено не было. Объективно: роговая

оболочка прозрачная с имеющимися единичными вертикальными стриями Вогта, имплантированные ИРС находятся в правильном положении, в глубоких слоях стромы. Передняя камера и радужная оболочка – без особенностей, хрусталик частично мутный. Различия в показателях кератометрии, по данным ИОЛ Мастер, в исследуемых группах после 1-го этапа операции, представленные в таблице 1, оказались статистически не значимыми.

В таблице 2 приведены данные визометрии (без коррекции и с коррекцией) и показатели рефрактометрии (сферический и цилиндрический компоненты) у пациентов исследуемых групп после имплантации ИРС. Как видно из таблицы, различия в вышеуказанных показателях в сравниваемых группах были также несущественными.

Показатели преломления передней и задней поверхностей роговой оболочки по данным Pentacam HR приведены в таблице 3. После имплантации ИРС на кератотопограмме наблюдали характерный паттерн в форме капли с высокой преломляющей силой. Эта область указывала на истончение роговицы с усилением рефракции слабого меридиана и уплощением центральной области, а также уменьшение площади её эктазии.

Осложнений при выполнении 2-го этапа (ФЭК+ТИОЛ) зафиксировано также не было. Биомикроскопически ро-

ТАБЛИЦА 1
ПОКАЗАТЕЛИ КЕРАТОМЕТРИИ ПОСЛЕ 1-ГО ЭТАПА ОПЕРАЦИИ ПО ДАННЫМ ИОЛ МАСТЕР (*M ± m*)

Группа	Оптическая сила сильной оси роговицы, дптр	Оптическая сила слабой оси роговицы, дптр	Величина роговичного астигматизма ΔК, дптр
Первая (<i>n</i> = 20)	47,96 ± 2,64 (45,87–51,00)	44,77 ± 2,96 (40,85–48,34)	3,31 ± 1,16 (2,64–5,59)
Вторая (<i>n</i> = 15)	48,05 ± 2,91 (46,09–52,13)	44,59 ± 2,51 (41,42–47,57)	3,67 ± 1,37 (2,31–6,02)

Примечание. *n* – число глаз.

TABLE 1
KERATOMETRY INDICATORS AFTER STAGE 1 OF SURGERY ACCORDING TO IOL MASTER DATA (*M ± m*)

ТАБЛИЦА 2
ПОКАЗАТЕЛИ НКОЗ, МКОЗ И РЕФРАКТОМЕТРИИ ПОСЛЕ 1-ГО ЭТАПА ОПЕРАЦИИ (*M ± m*)

Показатели	1-я группа (<i>n</i> = 19)	2-я группа (<i>n</i> = 14)
НКОЗ	0,2 ± 0,31 (0,07–0,3)	0,2 ± 0,44 (0,05–0,4)
МКОЗ	0,4 ± 0,51 (0,4–0,7)	0,4 ± 0,68 (0,3–0,6)
Рефракция – сферический компонент, дптр	–7,86 ± 0,71 (от –11,50 до –2,25)	–8,03 ± 1,12 (от –10,75 до –2,75)
Рефракция – цилиндрический компонент, дптр	–2,86 ± 1,28 (от –5,25 до –1,25)	–3,21 ± 1,32 (от –4,75 до –1,50)
Субъективная рефракция – сферический компонент, дптр	–5,17 ± 1,15 (от –10,75 до –1,75)	–5,24 ± 1,22 (от –9,5 до –2,0)
Субъективная рефракция – цилиндрический компонент, дптр	–2,15 ± 1,75 (от –4,5 до –1,00)	–2,31 ± 1,53 (от –4,25 до –1,25)

ТАБЛИЦА 3
ПОКАЗАТЕЛИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЕРЕДНЕЙ И ЗАДНЕЙ
ПОВЕРХНОСТЕЙ РОГОВИЦЫ ПОСЛЕ 1-ГО ЭТАПА
ОПЕРАЦИИ ($M \pm m$)

Показатели / Поверхность роговицы		1-я группа (n = 19)	2-я группа (n = 14)
Слабая ось роговицы, дптр	передняя	44,74 ± 2,95 (40,50–47,75)	44,90 ± 3,18 (41,00–47,25)
	задняя	-7,00 ± 1,13 (от -8,00 до -4,90)	-7,25 ± 0,86 (от -8,20 до -5,10)
Сильная ось роговицы, дптр	передняя	49,75 ± 3,41 (44,75–53,25)	50,50 ± 2,79 (45,00–53,75)
	задняя	-7,34 ± 1,21 (от -9,40 до -6,10)	-7,67 ± 0,97 (от -9,70 до -6,40)
Роговичный астигматизм, дптр	передняя	-3,75 ± 1,04 (от -2,0 до -4,15)	-3,50 ± 1,18 (от -1,75 до -4,35)
	задняя	-0,58 ± 0,12 (от -0,1 до 0,8)	-0,64 ± 0,21 (от -0,3 до -0,9)

TABLE 3
REFRACTION INDICES OF THE ANTERIOR AND POSTERIOR
SURFACES OF THE CORNEA AFTER STAGE 1 OF SURGERY
($M \pm m$)

говица прозрачная, ТИОЛ занимает правильное положение в капсульном мешке, по центру.

В первые сутки после операции и при выписке у всех пациентов не отмечали поворота ТИОЛ от запланированной оси более чем на 5°. При этом важно, что в отдалённый период наблюдения в ротации ТИОЛ не было значительных изменений. В частности, через 3 месяца у всех пациентов обеих групп ротация линзы составила в среднем 2,4 ± 1,1° (1,0–5,0°), через 6 месяцев – 2,5 ± 1,2° (1,0–4,0°), 12 месяцев – 2,3 ± 1,1° (1,0–5°).

После имплантации ТИОЛ у больных имело место существенное повышение остроты зрения по сравнению с дооперационными данными. При этом показатели НКОЗ и МКОЗ к концу первого месяца в исследуемых группах практически не отличались (рис. 3, 4).

Объективная рефракция (сферический и цилиндрический компоненты) после имплантации ТИОЛ существенно изменилась в сторону улучшения, различия между исследуемыми группами, однако, не были статистически значимыми (рис. 5, 6).

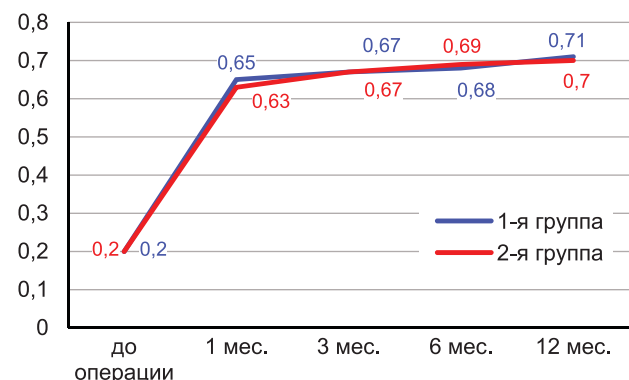


РИС. 3.
Динамика средней НКОЗ у больных сравниваемых групп

FIG. 3.
Dynamics of the average NCVA in patients of the compared groups

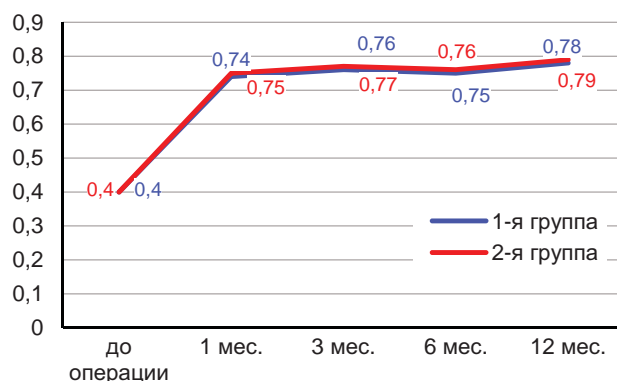


РИС. 4.
Средняя МКОЗ в динамике наблюдения у больных сравниваемых групп

FIG. 4.
Average BCVA in the dynamic observation in patients of the compared groups

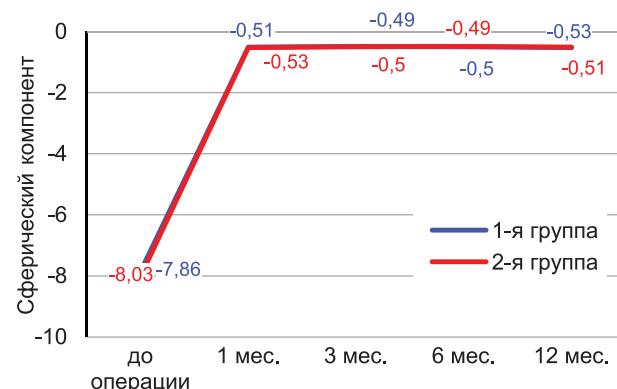


РИС. 5.
Сферический компонент рефракции в динамике наблюдения в исследуемых группах

FIG. 5.
The spherical component of refraction in the dynamic observation in the studied groups

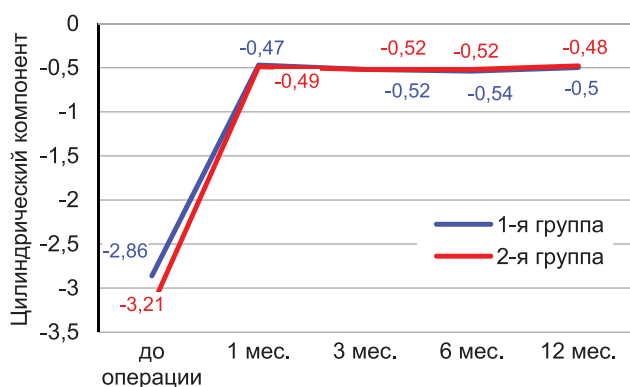


РИС. 6.
Цилиндрический компонент рефракции в динамике наблюдения в исследуемых группах

FIG. 6.
The cylindrical component of refraction in the dynamic observation in the studied groups

Следует обратить внимание на особенности топографии роговицы пациентов с КК, которые свидетельствуют о занижении относительно общей преломляющей силы роговицы показателей кератометрии в зоне зрительной оси. Это нередко приводит к занижению расчётной величины сферического компонента ТИОЛ и, соответственно, к развитию гиперметропической рефракции после операции. Это послужило поводом для нашего ориентирования на рефракцию в -1 дптр.

Через месяц после 2-го этапа операции средняя величина астигматизма передней поверхности роговицы в первой группе составила $3,83 \pm 1,14$ (1,7–3,98) дптр, задней – $0,68 \pm 0,18$ (0,14–0,78) дптр, во второй – $3,67 \pm 1,15$ (1,5–4,21) и $0,71 \pm 0,16$ (0,21–0,82) дптр соответственно. В дальнейшие сроки наблюдения данные астигматизма передней и задней поверхностей роговицы статистически значимо не менялись.

Для оценки морфологических характеристик роговицы до и после проведения 1-го и 2-го этапа операции изучены центральная толщина роговицы, плотность эн-

ТАБЛИЦА 4
ОКТ-ДАННЫЕ ТОЛЩИНЫ РОГОВИЦЫ ПОСЛЕ 2-ГО ЭТАПА ОПЕРАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП В РАЗЛИЧНЫЕ СРОКИ НАБЛЮДЕНИЯ

TABLE 4
OCT DATA OF CORNEAL THICKNESS AFTER STAGE 2 OF SURGERY IN PATIENTS OF THE STUDIED GROUPS AT DIFFERENT FOLLOW-UP PERIODS

Сроки наблюдения	Толщина роговицы в центре, мкм	
	1-я группа (n = 19)	2-я группа (n = 14)
До операции имплантации ТИОЛ	467 ± 36 (410–493)	442 ± 32 (47–502)
1 месяц	445 ± 28 (419–487)	445 ± 28 (419–496)
3 месяца	439 ± 48 (408–478)	439 ± 41 (408–494)
6 месяцев	436 ± 46 (415–481)	436 ± 45 (415–471)
12 месяцев	$431 \pm 28^*$ (408–459)	$431 \pm 28^*$ (408–459)

ТАБЛИЦА 5
ДИНАМИКА МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РОГОВИЦЫ У ПАЦИЕНТОВ ИССЛЕДУЕМЫХ ГРУПП (M ± m)

TABLE 5
DYNAMICS OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF THE CORNEA IN THE PATIENTS OF THE STUDIED GROUPS (M ± m)

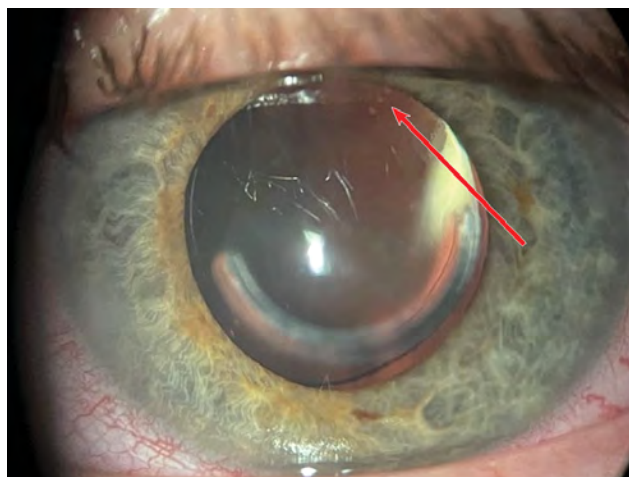
Срок наблюдения	Средняя плотность ЭК, кл./мм ²		Средняя потеря ЭК (%)	
	1-я группа (n = 19)	2-я группа (n = 14)	1-я группа (n = 19)	2-я группа (n = 14)
До операции	2611 ± 119 (2218–2852)	2657 ± 128 (2195–2804)	–	–
1 месяц	2483 ± 125 (2172–2796)	2529 ± 116 (2162–2783)	$4,9 \pm 0,61$	$4,8 \pm 0,57$
3 месяца	2477 ± 121 (2165–2804)	2518 ± 121 (2207–2772)	$5,1 \pm 0,65$	$5,2 \pm 0,62$
6 месяцев	2472 ± 118 (2184–2793)	2513 ± 109 (2177–2759)	$5,3 \pm 0,49$	$5,4 \pm 0,51$
12 месяцев	2470 ± 123 (2171–2789)	2508 ± 113 (2134–2726)	$5,4 \pm 0,54$	$5,6 \pm 0,5$



а

РИС. 7.

Глаз пациента В.: **а** – после 1-го этапа операции (имплантация ИСС); **б** – после 2-го этапа операции (имплантация ТИОЛ, стрелкой показаны метки на линзе)



б

FIG. 7.

The eye of Patient V.: **a** – after stage 1 of the operation (implantation of the ICRS); **b** – after stage 2 of the operation (implantation of TIOIOL, the arrow shows the marks on the lens)

дотелиальных клеток. ОКТ-исследование установило, что центральная толщина роговой оболочки через месяц после имплантации сегментов была (в среднем) 462 ± 46 (417–498) мкм, спустя 3 месяца – 458 ± 41 (412–492) мкм. Данные толщины роговицы после 2-го этапа операции в обеих группах представлены в таблице 4; они оставались стабильными в разные сроки наблюдения.

На основании данных конфокальной микроскопии количество ЭК роговицы до оперативного вмешательства у всех пациентов в среднем составило 2648 ± 107 кл./мм² (от 2214 до 2732), через месяц после 1-го этапа – 2598 ± 111 кл./мм² (от 2196 до 2684), т. е. потеря ЭК составила 2,9 %.

Данные по количеству и потере ЭК после имплантации ТИОЛ представлены в таблице 5, из которой видно, что их количество к концу изучаемого периода в обеих группах составило в среднем 2489 ± 117 кл./мм² (от 2134 до 2789) с потерей $5,5 \pm 0,52$ %, что согласуется с данными других авторов [27].

На рисунке 7 представлен глаз пациента В. после 1-го (имплантация ИСС) и 2-го (имплантация ТИОЛ) этапов операции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Коррекция кератоконуса в сочетании с катарактой требует обширной предоперационной, интраоперационной и послеоперационной координации для достижения у пациентов наилучших зрительных результатов. Для повышения эффективности хирургической коррекции необходима оптимизация методов и устройств для кератометрии и измерения осевой длины глаза. Предложенный нами двухэтапный подход, включающий имплантацию интрароговичных сегментов и последующую ФЭК с имплантацией ТИОЛ, способствует значительному улучшению остроты зрения, сферического и ци-

линдрического компонентов объективной рефракции, обеспечивая предсказуемые и стабильные результаты на всем периоде наблюдения за пациентами. При этом существенных различий в сравниваемых группах, в зависимости от использованных в нашем исследовании торических ИОЛ (AcrySof IQ Toric против T-flex или RayOne Toric), не обнаружено.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов

ЛИТЕРАТУРА

1. Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Хабибуллин А.Ф. Кросслиндинг роговичного коллагена в лечении кератоконуса. *Вестник офтальмологии*. 2011; 127(5): 21-25.
2. Bikbova G, Bikbov M. Transepithelial corneal collagen cross-linking by iontophoresis of riboflavin. *Acta Ophthalmol*. 2014; 92(1): e30-e34. doi: 10.1111/aos.12235
3. Bikbova G, Bikbov M. Standard corneal collagen crosslinking versus transepithelial iontophoresis-assisted corneal crosslinking, 24 months follow-up: Randomized control trial. *Acta Ophthalmol*. 2016; 94(7): 600-606. doi: 10.1111/aos.13032
4. Bikbov M, Kazakbaeva G, Zainullin R, Gilmanshin T, Nuriev I, Zaynetdinov A, et al. Prevalence and associated factors of cataract and cataract surgery in a Russian population. The Ural Eye and Medical Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2020; 61(7): 3857.
5. Moshirfar M, Walker BD, Birdsong O. Cataract surgery in eyes with keratoconus: A review of the current literature. *Curr Opin Ophthalmol*. 2018; 29(1), 75-80. doi: 10.1097/ICU.0000000000000440
6. Thebpatiphat N, Hammersmith KM, Rapuano CJ, Ayres BD, Cohen EJ. Cataract surgery in keratoconus. *Eye Contact Lens*. 2007; 33(5): 244-246. doi: 10.1097/ICL.0b013e318030c96d
7. Godefrooij DA, de Wit GA, Uiterwaal CS, Imhof SM, Wisse RPL. Age-specific incidence and prevalence of keratoconus:

A nationwide registration study. *Am J Ophthalmol.* 2017; 175(5): 169-172. doi: 10.1016/j.ajo.2016.12.015

8. Bozorg S, Pineda R. Cataract and keratoconus: Minimizing complications in intraocular lens calculations. *Semin Ophthalmol.* 2014; 29(5-6): 376-379. doi: 10.3109/08820538.2014.959193

9. Alió JL, Peña-García P, Guliyeva F, Soria FA, Zein G, Abu-Mustafa SK. MICS with toric intraocular lenses in keratoconus: Outcomes and predictability analysis of postoperative refraction. *Br J Ophthalmol.* 2014; 98(3): 365-370. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303765

10. Hashemi H, Yekta A, Khabazkhoob M. Effect of keratocorneus grades on repeatability of keratometry readings: Comparison of 5 devices. *J Cataract Refract Surg.* 2015; 41(5): 1065-1072. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.08.043

11. Alió JL, Pena-García P, Abdulla GF, Zein G, Abu-Mustafa SK. Comparison of iris-claw and posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lenses in keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2014; 40(3): 383-394. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.07.052

12. Kamiya K, Shimizu K, Miyake T. Changes in astigmatism and corneal higher-order aberrations after phacoemulsification with toric intraocular lens implantation for mild keratoconus with cataract. *Jpn J Ophthalmol.* 2016; 60(4): 302-308. doi: 10.1007/s10384-016-0449-x

13. Farideh D, Azad S, Feizollah N, Sana N, Cyrus A, Mohammad G, et al. Clinical outcomes of new toric trifocal diffractive intraocular lens in patients with cataract and stable keratoconus: Six months follow-up. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96(12): e6340. doi: 10.1097/MD.00000000000006340

14. Sauder G, Jonas JB. Treatment of keratoconus by toric foldable intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2003; 13(6): 577-579. doi: 10.1177/112067210301300612

15. Navas A, Suárez R. One-year follow-up of toric intraocular lens implantation in forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(11): 2024-2027. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.043

16. Visser N, Gast ST, Bauer NJ, Nuijts RM. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in keratoconus: A case report. *Cornea.* 2011; 30(6): 720-723. doi: 10.1097/ICO.0b013e31820009d4

17. Jaimes M, Xacur-García F, Alvarez-Melloni D, Graue-Hernández EO, Luquín TR, Navas A. Refractive lens exchange with toric intraocular lenses in keratoconus. *J Refract Surg.* 2011; 27(9): 658-664. doi: 10.3928/1081597X-20110531-01

18. Lee H, Chung JL, Kim EK, Sgrignoli B, Kim T. Univariate and bivariate polar value analysis of corneal astigmatism measurements obtained with 6 instruments. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(9): 1608-1615. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.04.035

19. Parikakis EA, Chatziralli IP, Peponis VG, David G, Chalkiadakis S, Mitropoulos PG. Toric intraocular lens implantation for correction of astigmatism in cataract patients with corneal ectasia. *Case Rep Ophthalmol.* 2013; 4(3): 219-228. doi: 10.1159/000356532

20. Shirayama M, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Comparison of accuracy of intraocular lens calculations using automated keratometry, a Placido-based corneal topographer, and a combined Placido-based and dual Scheimpflug corneal topographer. *Cornea.* 2010; 29(10): 1136-1138. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181d3d689

21. Shirayama M, Wang L, Weikert MP, Koch DD. Comparison of corneal powers obtained from 4 different devices. *Am J Ophthalmol.* 2009; 148(4): 528-535. doi: 10.1016/j.ajo.2009.04.028

22. Hill W, Osher R, Cooke D, Solomon K, Sandoval H, Salas-Cervantes R, et al. Simulation of toric intraocular lens results:

Manual keratometry versus dual-zone automated keratometry from an integrated biometer. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(12): 2181-2187. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.06.028

23. Chang M, Kang SY, Kim HM. Which keratometer is most reliable for correcting astigmatism with toric intraocular lenses? *Korean J Ophthalmol.* 2012; 26(1): 10-14. doi: 10.3341/kjo.2012.26.1.10

24. Cucera A, Lang GK, Buchwald HJ. Intra- and interindividual comparison of corneal refraction measured by IOL-Master vs. corneal topography. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2008; 225(11): 957-962. (In German). doi: 10.1055/s-2008-1027843

25. Онлайн-калькулятор торических ИОЛ компании «Алкон» со встроенным алгоритмом торического калькулятора Баретто. URL: <https://www.myalcon-toriccalc.com/> [дата доступа: 25.01.2019].

26. Raytrace. *Premium IOL calculator.* URL: <https://www.raytrace.rayner.com/> [date of access: 04.10.2020].

27. Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: Relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg.* 2000; 26(5): 727-732. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00462-9

REFERENCES

1. Bikbov MM, Bikbova GM, Khabibullin AF. Corneal collagen cross-linking in keratoconus management. *The Russian Annals of Ophthalmology.* 2011; 127(5): 21-25. (In Russ.).

2. Bikbova G, Bikbov M. Transepithelial corneal collagen cross-linking by iontophoresis of riboflavin. *Acta Ophthalmol.* 2014; 92(1): e30-e34. doi: 10.1111/aos.12235

3. Bikbova G, Bikbov M. Standard corneal collagen crosslinking versus transepithelial iontophoresis-assisted corneal crosslinking, 24 months follow-up: Randomized control trial. *Acta Ophthalmol.* 2016; 94(7): 600-606. doi: 10.1111/aos.13032

4. Bikbov M, Kazakbaeva G, Zainullin R, Gilmanshin T, Nuriev I, Zaynetdinov A, et al. Prevalence and associated factors of cataract and cataract surgery in a Russian population. The Ural Eye and Medical Study. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2020; 61(7): 3857.

5. Moshirfar M, Walker BD, Birdsong O. Cataract surgery in eyes with keratoconus: A review of the current literature. *Curr Opin Ophthalmol.* 2018; 29(1), 75-80. doi: 10.1097/ICU.0000000000000440

6. Thebpatiphat N, Hammersmith KM, Rapuano CJ, Ayres BD, Cohen EJ. Cataract surgery in keratoconus. *Eye Contact Lens.* 2007; 33(5): 244-246. doi: 10.1097/ICL.0b013e318030c96d

7. Godefrooij DA, de Wit GA, Uiterwaal CS, Imhof SM, Wisse RPL. Age-specific incidence and prevalence of keratoconus: A nationwide registration study. *Am J Ophthalmol.* 2017; 175(5): 169-172. doi: 10.1016/j.ajo.2016.12.015

8. Bozorg S, Pineda R. Cataract and keratoconus: Minimizing complications in intraocular lens calculations. *Semin Ophthalmol.* 2014; 29(5-6): 376-379. doi: 10.3109/08820538.2014.959193

9. Alió JL, Peña-García P, Guliyeva F, Soria FA, Zein G, Abu-Mustafa SK. MICS with toric intraocular lenses in keratoconus: Outcomes and predictability analysis of postoperative refraction. *Br J Ophthalmol.* 2014; 98(3): 365-370. doi: 10.1136/bjophthalmol-2013-303765

10. Hashemi H, Yekta A, Khabazkhoob M. Effect of keratocorneus grades on repeatability of keratometry readings: Comparison of 5 devices. *J Cataract Refract Surg.* 2015; 41(5): 1065-1072. doi: 10.1016/j.jcrs.2014.08.043

11. Alió JL, Pena-García P, Abdulla GF, Zein G, Abu-Mustafa SK. Comparison of iris-claw and posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lenses in keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2014; 40(3): 383-394. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.07.052
12. Kamiya K, Shimizu K, Miyake T. Changes in astigmatism and corneal higher-order aberrations after phacoemulsification with toric intraocular lens implantation for mild keratoconus with cataract. *Jpn J Ophthalmol.* 2016; 60(4): 302-308. doi: 10.1007/s10384-016-0449-x
13. Farideh D, Azad S, Feizollah N, Sana N, Cyrus A, Mohammad G, et al. Clinical outcomes of new toric trifocal diffractive intraocular lens in patients with cataract and stable keratoconus: Six months follow-up. *Medicine (Baltimore).* 2017; 96(12): e6340. doi: 10.1097/MD.00000000000006340
14. Sauder G, Jonas JB. Treatment of keratoconus by toric foldable intraocular lenses. *Eur J Ophthalmol.* 2003; 13(6): 577-579. doi: 10.1177/112067210301300612
15. Navas A, Suárez R. One-year follow-up of toric intraocular lens implantation in forme fruste keratoconus. *J Cataract Refract Surg.* 2009; 35(11): 2024-2027. doi: 10.1016/j.jcrs.2009.05.043
16. Visser N, Gast ST, Bauer NJ, Nuijts RM. Cataract surgery with toric intraocular lens implantation in keratoconus: A case report. *Cornea.* 2011; 30(6): 720-723. doi: 10.1097/ICO.0b013e31820009d4
17. Jaimes M, Xacur-García F, Alvarez-Melloni D, Graue-Hernández EO, Luquín TR, Navas A. Refractive lens exchange with toric intraocular lenses in keratoconus. *J Refract Surg.* 2011; 27(9): 658-664. doi: 10.3928/1081597X-20110531-01
18. Lee H, Chung JL, Kim EK, Sgrignoli B, Kim T. Univariate and bivariate polar value analysis of corneal astigmatism measurements obtained with 6 instruments. *J Cataract Refract Surg.* 2012; 38(9): 1608-1615. doi: 10.1016/j.jcrs.2012.04.035
19. Parikakis EA, Chatziralli IP, Peponis VG, David G, Chalkiadakis S, Mitropoulos PG. Toric intraocular lens implantation for correction of astigmatism in cataract patients with corneal ectasia. *Case Rep Ophthalmol.* 2013; 4(3): 219-228. doi: 10.1159/000356532
20. Shirayama M, Wang L, Koch DD, Weikert MP. Comparison of accuracy of intraocular lens calculations using automated keratometry, a Placido-based corneal topographer, and a combined Placido-based and dual Scheimpflug corneal topographer. *Cornea.* 2010; 29(10): 1136-1138. doi: 10.1097/ICO.0b013e3181d3d689
21. Shirayama M, Wang L, Weikert MP, Koch DD. Comparison of corneal powers obtained from 4 different devices. *Am J Ophthalmol.* 2009; 148(4): 528-535. doi: 10.1016/j.ajo.2009.04.028
22. Hill W, Osher R, Cooke D, Solomon K, Sandoval H, Salas-Cervantes R, et al. Simulation of toric intraocular lens results: Manual keratometry versus dual-zone automated keratometry from an integrated biometer. *J Cataract Refract Surg.* 2011; 37(12): 2181-2187. doi: 10.1016/j.jcrs.2011.06.028
23. Chang M, Kang SY, Kim HM. Which keratometer is most reliable for correcting astigmatism with toric intraocular lenses? *Korean J Ophthalmol.* 2012; 26(1): 10-14. doi: 10.3341/kjo.2012.26.1.10
24. Cucera A, Lang GK, Buchwald HJ. Intra- and interindividual comparison of corneal refraction measured by IOL-Master vs. corneal topography. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2008; 225(11): 957-962. (In German). doi: 10.1055/s-2008-1027843
25. *Online IOL calculator.* URL: <https://www.myalcon-toriccalc.com/> [date of access: 25.01.2019]. (In Russ.).
26. *Raytrace. Premium IOL calculator.* URL: <https://www.ray-trace.rayner.com/> [date of access: 04.10.2020].
27. Walkow T, Anders N, Klebe S. Endothelial cell loss after phacoemulsification: Relation to preoperative and intraoperative parameters. *J Cataract Refract Surg.* 2000; 26(5): 727-732. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00462-9

Сведения об авторах

Бикбов Мухаррам Мухтарович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Академии наук Республики Башкортостан, директор, ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан», <https://orcid.org/0000-0002-9476-8883>

Оренбургкина Ольга Ивановна – кандидат медицинских наук, заведующая лабораторией хирургии хрусталика и интраокулярной коррекции, ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан», e-mail: linza7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6815-8208>

Бабушкин Александр Эдуардович – доктор медицинских наук, заведующий отделом научных исследований, ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан», e-mail: virologicdep@mail.ru

Нуриев Ильдар Фанисович – врач-офтальмолог II микрохирургического отделения, ГБУ «Уфимский научно-исследовательский институт глазных болезней Академии наук Республики Башкортостан», e-mail: ildar192009@yandex.ru

Information about the authors

Mukharram M. Bikbov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Director, Ufa Eye Research Institute, <https://orcid.org/0000-0002-9476-8883>

Olgia I. Orenburkina – Cand. Sc. (Med.), Head of the Laboratory of Lens Surgery and Intraocular Correction, Ufa Eye Research Institute, e-mail: linza7@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6815-8208>

Aleksandr E. Babushkin – Dr. Sc. (Med.), Head of the Research Department, Ufa Eye Research Institute, e-mail: virologicdep@mail.ru

Ildar F. Nuriev – Ophthalmologist at the 2nd Microsurgical Department, Ufa Eye Research Institute, e-mail: ildar192009@yandex.ru

Статья опубликована в рамках Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «VIII Байкальские офтальмологические чтения «Визуализация в офтальмологии. Настоящее и будущее».