

Научная статья
УДК 617.713-007.64
doi: 10.25276/0235-4160-2022-1-6-12

Четырехэтапное лечение кератоконуса, сочетающегося с рефракционными аметропиями высокой степени

Полад Магеррамов

Национальный центр офтальмологии им. акад. Зарифы Алиевой, Баку, Азербайджан

РЕФЕРАТ

Актуальность. На сегодняшний день особенно актуальна проблема кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени. Обширный обзор протоколов комбинированного применения корнеального кроссликинга (КЛ) в сочетании с фоторефракционной кератэктомией (ФРК), фототерапевтической кератэктомией (ФТК), имплантацией интрастромальных роговичных сегментов (ИРС) и факичной интраокулярной линзы показывает, что эти протоколы требуют проведения дальнейшего исследования для доказательства лучших вариантов лечения. **Цель.** Оценить эффективность применения четырехэтапной модели оперативного лечения кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени. **Материал и методы.** За период с 2016 по 2019 г. были прооперированы 16 пациентов (22 глаз) в возрасте от 18 до 40 лет с применением четырехэтапной процедуры, при которой после имплантации ИРС на следующий день следует КЛ, затем, через 8 месяцев, – имплантация факичной торической линзы (ФТЛ) Visian ICL (Implantable Collamer Lens) STAAR и в конце, через 6 месяцев, – трансэпителиальная топографическая ФРК. В обследуемую группу вошли пациенты с кератоконусом I–III стадии по классификации М. Amsler (1961). Все пациенты в сроки до вмешательства, через 10 дней, 1, 3, 6, 8 и 12 месяцев

после операции были обследованы по унифицированной программе, которая включала: определение некорригированной (НКОЗ) и максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ), авторефрактометрию (TOMEY RC-5000), бесконтактную тонометрию (TOMEY FT-1000), топографию роговицы (Pentacam, Wavelight Oculyzer, ALCON), томографию (Topolyzer VARIO, ALCON), оптическую когерентную томографию переднего отрезка (Cirrus HD-OCT 5000, Zeiss, Германия). **Результаты.** Показатели НКОЗ ($M \pm SD$) до и после 1-й операции составили соответственно $0,02 \pm 0,015$ и $0,08 \pm 0,022$ ($p=0,05$). После 2-й операции НКОЗ ($0,10 \pm 0,025$) существенно не изменилась, а после 3-й операции значение этого показателя увеличилось более чем в 4 раза ($0,42 \pm 0,11$). После 4-й операции также наблюдалось статистически значимое увеличение НКОЗ ($0,58 \pm 0,12$). **Заключение.** У пациентов в возрасте от 18 до 40 лет при прогрессировании кератоконуса, сочетающегося с высокими степенями миопии, из-за нецелесообразности эксимерлазерных операций и в случаях, когда глубина передней камеры не меньше 3 мм, как более эффективный метод может быть произведен комбинированный четырехэтапный метод лечения кератоконуса. Данная методика позволяет избежать кератопластики, сохранив и исправив irregулярность собственной роговицы.

Ключевые слова: кератоконус, рефракционная хирургия, Visian ICL STAAR, топографическая ФРК, кросслинкинг ■

Для цитирования: Магеррамов П. Четырехэтапное лечение кератоконуса, сочетающегося с рефракционными аметропиями высокой степени. Офтальмохирургия. 2022;1: 6–12. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-1-6-12>

Автор, ответственный за переписку: Полад Магеррамов, maharramov@mail.ru

ABSTRACT

Original article

Four-step treatment of keratoconus associated with high refractive ametropia

Polad Maharramov

Zarifa Aliyeva National Centre of Ophthalmology, Baku, Azerbaijan

Relevance. Today, the problem is particularly relevant for cases of keratoconus combined with high refractive ametropia. An extensive review of protocols for the combined use of corneal cross-linking (CXL) in combination with photorefractive keratotomy (PRK), phototherapeutic

keratectomy (FTK), IRS, and phakic intraocular lens implantation shows that these protocols require further research to prove the best treatment options. **Purpose.** To evaluate the effectiveness of the four-stage model of surgical treatment of keratoconus in combination with

high refractive ametropia. **Material and methods.** Between 2016 and 2019, 16 patients (22 eyes) aged 18 to 40 years were operated on using the four-step procedure including intrastromal corneal segments (ICRS) implantation, CXL the next day after the surgery, phakic toric lens implantation (Visian ICL STAAR, implantable collamer lens) 8 months after the surgery, and transepithelial topographic PRK 6 months after the surgery. The study group included patients with keratoconus stage II-III according to the classification of Amsler M. (1961). Patients were examined before, 10 days, 1, 3, 6, 8 and 12 months after the surgery according to a unified program, including determination of visual acuity without (NCVA) and with maximum correction (MCVA), autorefractometry (TOMEY RC-5000), non-contact tonometry (TOMEY FT-1000), Pentacam corneal topography, Wavelight Oculyzer (ALCON), Topolyzer VARIO tomography (ALCON), OCT of the anterior segment Cirrus HD-OCT 5000

(Zeiss, Germany). **Results.** Indicators of NCVA ($M \pm SD$) before and after the 1st operation were 0.02 ± 0.015 and 0.08 ± 0.022 ($p=0.05$). After the 2nd operation, the NCVA (0.10 ± 0.025) didn't change significantly, after the 3rd operation its value increased more than 4 times (0.42 ± 0.11). After the 4th operation, a statistically significant increase in NCVA was observed (0.58 ± 0.12). **Conclusion.** In patients aged 18 to 40 years with progression of keratoconus, with high myopia, due to the inexpediency of excimer laser operations and where the depth of the anterior chamber isn't less than 3 mm, the combined four-stage method of treating keratoconus can be performed as a more effective method. This method allows to avoid keratoplasty, preserving and correcting the irregularity of the own cornea.

Key words: keratoconus, refractive surgery, Visian ICL STAAR, topographic PRK, CXL ■

For citation: Maharramov P. Four-step treatment of keratoconus associated with high refractive ametropia. Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery. 2022;1: 6–12. <https://doi.org/10.25276/0235-4160-2022-1-6-12>

Corresponding author: Polad Maharramov, maharramov@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Кератоконус является прогрессирующей двусторонней патологией роговицы, которая проявляется истончением и выпячиванием ее, что приводит к иррегулярному астигматизму и ухудшению зрения [1]. Для лечения кератоконуса в зависимости от тяжести нарушений применяются жесткие и гибридные контактные линзы, интрастромальные роговичные кольца-сегменты (ИРС), кросслинкинг (КЛ) роговицы с фоторефрактивной кератэктомией (ФРК), кератопластика (проникающая и глубокая передняя послойная) и прочие варианты комбинации вышеотмеченных методов. Считается, что все методы лечения эффективны и безопасны. Такое заключение часто базируется на результатах сравнения до- и послеоперационных показателей остроты зрения, рефракции и топографии роговицы. Египетские ученые представили данные об эффективности комбинации ФРК и КЛ [2]. Имеются сообщения о комбинации КЛ, ИРС и топографической фоторефрактивной кератэктомии (топо-ФРК). Авторы рассматривают несколько вариантов комбинации методов лечения [5]. Считается, что хирургия роговицы при кератоконусе должна не только обеспечить улучшение зрения, но и предупредить прогрессирование патологии [4]. Аналитический обзор литературы свидетельствует, что применение только КЛ для лечения кератоконуса почти не влияет на функциональные показатели, но эффективно останавливает прогрессирование патологии вследствие увеличения прочности роговицы [5]. Комбинация КЛ с ФРК обеспечивает двойной эффект: значительное улучшение остроты зрения и повышение устойчивости роговицы. На основе сравнения пред- и послеоперационных показателей остроты зрения, топографической картины, толщины роговицы при лечении кератоконуса

комбинацией ИРС с КЛ сделано заключение об эффективности операции [6]. Более обширный обзор протоколов комбинированного применения КЛ (КЛ +) в сочетании с ФРК, с фототерапевтической кератэктомией (ФТК), имплантацией ИРС, факичной интраокулярной линзы (ИОЛ) показывает, что эти протоколы требуют проведения дальнейшего исследования для доказательства лучших вариантов лечения [7]. Эта проблема особенно актуальна для случаев кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени. Ученые внедрили и оценили четырехэтапное комбинированное лечение кератоконуса, включая имплантацию интрастромального сегмента роговичного кольца (ИРС) с последующей перекрестной шивкой роговицы (КЛ), имплантацией факичных торических ИОЛ (ФТЛ) и топо-ФРК [7]. Для тщательной оценки эффективности, безопасности и стабильности этого комбинированного подхода, по мнению авторов, требуется более крупная серия случаев с более длительным периодом наблюдения.

ЦЕЛЬ

Оценить эффективность применения четырехэтапной модели оперативного лечения кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в Национальном центре офтальмологии им. акад. Зарифы Алиевой МЗ Азербайджанской Республики. Протокол исследования был утвержден Ученым советом НЦО им. акад. Зарифы

Алиевой. Пациенты были включены в исследование по их информированному письменному согласию. При этом были полностью соблюдены требования принципов Хельсинкской декларации. В течение 2016–2019 гг. были прооперированы 16 пациентов (22 глаза) в возрасте от 18 до 40 лет с применением четырехэтапной процедуры, при которой после имплантации ИРС на следующий день следует КЛ, затем, через 8 месяцев, – торическая имплантация ФТЛ Visian ICL (Implantable Collamer Lens) STAAR и в конце, через 6 месяцев, – транспэпителиальная топо-ФРК. Пациенты с глубиной передней камеры менее 3,0 мм от эндотелия и толщиной самой тонкой части роговицы менее 400 мкм не были включены в данное обследование. В обследуемую группу вошли пациенты с кератоконусом I–III стадии по классификации M. Amsler (1961) с непереносимостью контактной коррекции. Противопоказаниями для имплантации явились: кератоконус IV стадии, рубцы роговицы, повышенное внутриглазное давление, помутнения в хрусталике, воспалительные заболевания глаз, аутоиммунные и общие воспалительные заболевания.

Все пациенты в сроки до вмешательства, через 10 дней, 1, 3, 6, 8 и 12 месяцев после операции были обследованы по унифицированной программе, которая включала: определение некорригированной (НКОЗ) и максимальной корригированной остроты зрения (МКОЗ), авторефрактометрию (TOMEY RC-5000), бесконтактную тонометрию (TOMEY FT-1000), топографию роговицы (Pentacam, Wavelight Oculyzer, ALCON), топографию (Topolyzer VARIO, ALCON), оптическую когерентную томографию переднего отрезка глаза (Cirrus HD-OCT 5000, Zeiss, Германия). Изучение состояния плотности эндотелиальных клеток (ПЭК) не входило в наше исследование в связи с широким использованием ФТЛ Visian ICL STAAR у офтальмохирургов всего мира и с тем, что не было найдено статей о пагубном влиянии вмешательства на ПЭК.

У 16 пациентов (22 глаза) первым этапом были имплантированы ИРС Keraring. Толщина имплантатов была от 150 до 300 мкм с шагом в 50 мкм, внутренним диаметром сегментов 5,0 мм и наружным 6,2 мм.

Ход операции

Имплантация ИРС (рисунк, а) – проводилась под локальной анестезией. Поле отметки маркером на роговице оптического центра зрительной оси больному на фемто-установке Femtosecond Laser WaveLight FS 200 ALCON вокруг этой отметки формировали тоннель диаметром 4,4–5,6 мм, отступив 90 мкм от эндотелия в глубине роговицы. В этот тоннель имплантировали роговичные сегменты KeraRing (Mediphacos, Бели-Оризонти, Бразилия) разной толщины и длины, в соответствии с цилиндрическим и сферическим эквивалентами эктазии по соответствующей номограмме (Keraring nomogram 2017).

КЛ (рисунк, б) – проводили по общепринятой методике, в соответствии с Дрезденским протоколом.

После инсталляционной анестезии раствором алкаина проводили дезэпителизацию роговицы в зоне 8–9 мм. Перед ультрафиолетовым облучением в течение 30 мин на роговицу инстиллировали 0,1% фотосенсибилизирующий изотонический раствор рибофлавина без декстрана (Mediocross M, Avedro, Германия). После подтверждения проникновения рибофлавина в переднюю камеру под щелевой лампой с синим фильтром роговицу подвергали ультрафиолетовому облучению от твердотельного устройства (CSO-VEGA CBM X-linker; Scandicci, SOOFT, Италия), который испускает свет с длиной волны 370 ± 5 нм и излучения 3 мВт/см², или 5,4 Дж/см². Экспозиция длилась 25 мин, в течение которых раз в 2,5 мин инстиллировали рибофлавин.

ФТЛ – Visian ICL STAAR (рисунк, в) – перед имплантацией ФТЛ ICL STTAR (Staar Surgical, Монровия США – Нидау, Швейцария) непосредственно перед операцией проводили отметку на роговице горизонтальной оптической оси под щелевой лампой горизонтальным светом. Больные с глубиной передней камеры менее 3,0 мм (от эндотелия роговицы) не были включены в группу исследования. Операцию проводили под общим обезболиванием. Имплантацию факичных ИОЛ выполняли через тоннельный разрез роговицы 3,2 мм очень деликатно с помощью специальных инструментов по рекомендации фирмой-изготовителем линз технологии. Необходимым условием для безопасного и качественного выполнения интраокулярных манипуляций было достижение максимального мидриаза.

Топо-ФРК (рисунк, г) – во время топографо-транспэпителиальной ФРК эпителий роговицы толщиной 50 мкм был удален с применением ФТК под местной анестезией. После этого была выполнена топографическая (topoquide) абляция (ФРК) на строге на эксимерлазерной установке WaveLight® EX 500 (ALCON). Операция заканчивалась наложением контактной линзы, которую снимали через 3–4 дня после полного закрытия эпителиального дефекта.

Статистический анализ собранного материала проводился методами описательной статистики для количественных признаков с вычислением средней величины (М) и стандартного отклонения (SD) [9]. Значимость динамики основных показателей органа зрения оценивали с применением дисперсионного анализа. Справедливость нулевой гипотезы опровергалась при $p=0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Сравнительный анализ полученных данных представлен в таблице. Показатели НКОЗ ($M \pm SD$) до и после 1-й операции (имплантация ИРС) составили соответственно $0,02 \pm 0,015$ и $0,08 \pm 0,022$ ($p=0,05$). После 2-й операции (КЛ) НКОЗ ($0,10 \pm 0,025$) существенно не изменилась, а после 3-й операции (ФТЛ Visian ICL STAAR)

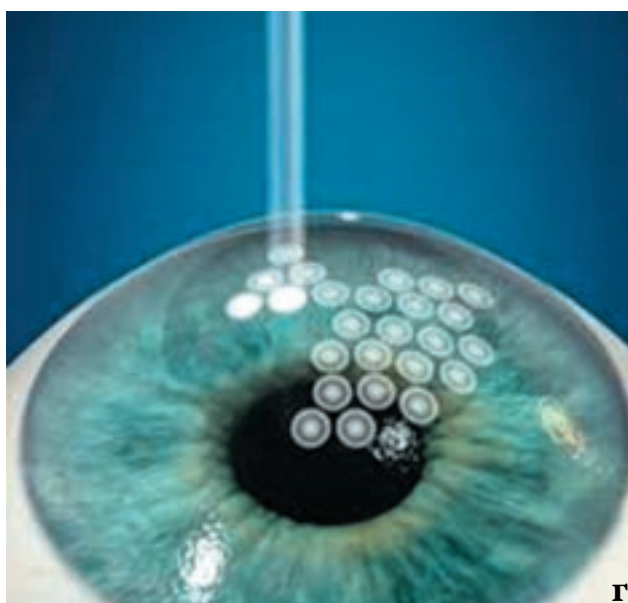
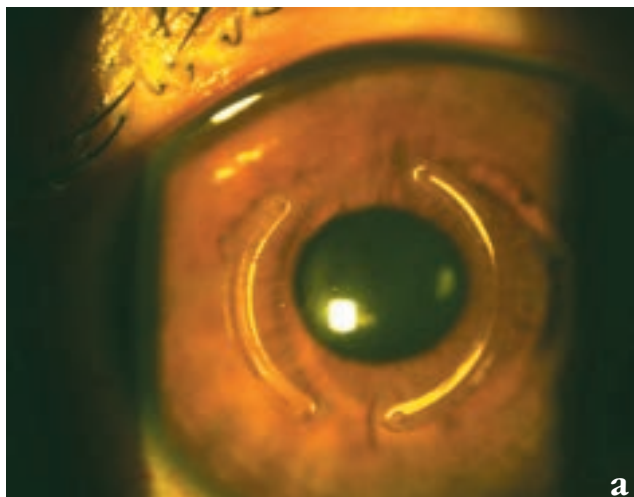


Рис. Четырехэтапное лечение кератоконуса: а) имплантация интрастромальных роговичных сегментов (ИРС); б) роговичный кросслинкинг (КЛ); в) факичная торическая линза ФТЛ Visian ICL STAAR; г) трансэпителиальная топографическая ФРК (топо-ФРК)

Fig. Four-step treatment of keratoconus: а) implantation intracorneal ring segment (ICRS); б) corneal cross-linking (CXL); в) Visian ICL STAAR; г) Transepithelial Topographic PRK (TG-PRK)

его величина увеличилась более чем в 4 раза ($0,42 \pm 0,11$). После 4-й операции (топо-ФРК) также наблюдалось статистически значимое увеличение НКОЗ ($0,58 \pm 0,12$).

Каждый этап операции ассоциировался с существенным улучшением МКОЗ. По эхобиометрическим данным, величина передне-задней оси глаза в среднем составляла $28,57 \pm 1,66$ мм. Сферический компонент рефракции до хирургических вмешательств составил $-14,27 \pm 2,71$ дптр и существенно уменьшился после всех примененных операций. Уменьшение показателя в начальных двух этапах (после 1-й процедуры $-11,42 \pm 2,14$ дптр; после 2-й $-10,68 \pm 2,84$ дптр) было менее выражено. Более выраженное уменьшение имело место в последующих этапах (3-й этап $-2,01 \pm 0,52$ дптр; 4-й этап $-0,96 \pm 0,15$ дптр). Сходный тренд был характерен для цилиндриче-

ского компонента рефракции, сферического эквивалента. После имплантации ИРС наблюдалось утолщение роговицы на несколько десятков микрон, на остальных этапах операции, кроме имплантации Visian ICL STAAR, существенно уменьшалась толщина роговицы на вершине. Изменение кератометрических показателей носило динамический характер, но существенность снижения подтверждается при сравнении показателей до операции и после 4-го этапа операции (таблица).

ОБСУЖДЕНИЕ

Известные механизмы развития кератоконуса и возможные сочетания этой патологии с другими глазными

Таблица

Динамика показателей органа зрения ($M \pm SD$) при применении 4-этапного варианта лечения кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени

Table

Dynamics of indicators of the organ of sight ($M \pm SD$) when using a 4-stage option for treatment of keratoconus in combination with high refractive ametropia

Показатели Indicators	Исходное состояние Initial condition	Имплантация ИРС (после операции) ICRS (after the surgery)	КЛ (через 8 мес.) CXL (after 8 months)	ФТЛ Visian ICL STAAR (после операции) Visian ICL STAAR (after the surgery)	Топо-ФРК (через 1 мес.) TG-PRK (after 1 month)
НКОЗ NCVA	0,02±0,015	0,08±0,022*	0,10±0,025	0,42±0,11*	0,58±0,12*
МКОЗ MCVA	0,33±0,038	0,56±0,041*	0,62±0,044	0,69±0,056*	0,72±0,061
Цилиндрическая рефракция Cylindrical refraction	-6,11±1,52	-4,67±0,98*	-3,68±0,51*	-1,92±0,18*	-0,94±0,18*
Сферическая рефракция Spherical refraction	-14,27±2,71	-11,42±2,14*	-10,68±2,24	-2,01±0,52*	-0,96±0,15*
Сферический эквивалент, дптр Spherical equivalent, D	-5,92±0,32	5,10±0,24	5,24±0,31	4,98±0,26	4,74±0,22
Кератометрия передней поверхности на крутой оси, дптр Keratometry of the anterior surface on the steep axis, D	48,22±2,72	46,32±2,15*	43,16±2,10*	42,4±2,09	41,02±2,06
Кератометрия задней поверхности на крутой оси, дптр Steep axis posterior keratometry, D	-8,01±0,24	-7,72±0,26	7,86±0,22	7,54±0,21	-8,04±0,20
Толщина вершины роговицы, мм Corneal apex thickness, mm	437±10,2	458±9,8*	415±10,5*	399±11,2*	368±10,1*
Объем роговицы, мм ³ Corneal volume, mm ³	56,9±0,8	56±1,1	55,3±0,9	54,9±0,8	54,7±0,7
Асферичность (Q) Asphericity (Q)	-0,86±0,15	-0,87±0,18	-0,88±0,21	-0,90±0,20	-0,89±0,15
Астигматизм Astigmatism	4,78±0,62	4,70±0,45	4,50±0,38	4,21±0,30	4,02±0,28
Индекс дисперсии (ICV) Index compositional variability (ICV)	95,3±15,2	90,2±11,1	78,2±10,8*	69,1±11,4*	61,5±6,9*
Индекс вертикальной асимметрии (IVA) Index Vertical Asymmetry (IVA)	1,08±0,15	0,90±0,14	0,81±0,12	0,66±0,15*	0,50±0,13*
Индекс кератоконуса (KI) Keratoconus index (KI)	1,24±0,04	1,20±0,03	1,19±0,04	1,11±0,03	1,08±0,03
Индекс асимметрии по высоте (IHA) Index Height asymmetry (IHA)	26,1±3,2	22,2±2,1	20,1±2,2	19,4±2,1	18,3±1,8
Индекс регулярности (SRI) Sleep Regularity Index (SRI)	1,31±0,36	1,22±0,24	0,91±0,21*	0,72±0,20*	0,61±0,21
Индекс асимметрии поверхности (SAI) Surface asymmetry index (SAI)	2,9±0,22	2,3±0,24	2,1±0,20	1,9±0,22	1,8±0,24

Примечание: M – средняя величина; SD – стандартное отклонение; * – $p < 0,05$ по сравнению с предыдущим наблюдением.

Note: M – average value; SD – standard deviation; * – $p < 0,05$ compared with the previous observation.

заболеваниями давно стали основой для комбинации оперативных методов лечения, нацеленных на отдельные патогенетические механизмы [1–7, 9, 10, 12–15]. В литературе огромное количество работ посвящено изучению эффективности комбинированных методов лечения кератоконуса. В этих работах в основном даны результаты комбинированного лечения, мало работ по сравнению эффективности различных вариантов комбинированного лечения [6, 10]. Причем часто практикуется сочетание двух вариантов операций. Египетские ученые [9] изучали сравнительные результаты двух близких симулированных операций при кератоконусе: комбинацию стромального КЛ с имплантацией интрастромальных сегментов и комбинация эпителиального КЛ с имплантацией ИРС. Имеется сообщение о сравнении результатов КЛ в сочетании с имплантацией ИРС [10]. Исследователи опубликовали результаты 4-этапного лечения кератоконуса [8], которое включало имплантацию интрастромального сегмента роговичного кольца (ИРС) с последующей перекрестной шивкой роговицы (КЛ), имплантацией ФТЛ и топо-ФРК. Авторы оперировали 11 глаз у 7 пациентов, что ограничивало доказательную базу наблюдения. Нам удалось применить 4-этапный вариант лечения кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени на 22 глазах 16 пациентов. Это дало возможность доказать существование позитивных изменений (таблица). При этом доказывается более высокая эффективность этапного применения комбинированного лечения: КЛ + имплантация ИРС на начальных двух этапах, через 8 месяцев имплантация ФТЛ и топо-ФРК через 6 месяцев.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализируя полученные результаты, мы оценили эффективность применения 4-этапной модели оперативного лечения кератоконуса в сочетании с рефракционными аметропиями высокой степени. У пациентов в возрасте от 18 до 40 лет при прогрессировании кератоконуса, сочетающегося с высокими степенями миопии, из-за нецелесообразности эксимерлазерных операций и в случаях, когда глубина передней камеры не меньше 3 мм, как более эффективный метод может быть произведен комбинированный 4-этапный метод лечения кератоконуса, при котором после имплантации ИРС на следующий день выполняется КЛ, затем, через 8 месяцев, – торическая имплантация ФТЛ Visian ICL STAAR и в конце, через 6 месяцев, – трансэпителиальная топографическая ФРК. На 1-м этапе иррегулярную роговицу мы перевели в регулярную, тем самым увеличив МКОЗ. На 2-м этапе мы остановили прогрессию кератоконуса. На 3-м этапе добились МКОЗ без коррекции, и на последнем этапе мы провели докоррекцию остаточных рефракционных цифр, чтобы добиться качественной и максимальной остроты зрения. Данная методика

безопасна и высокоэффективна при деликатном и точном планировании всех вышеизложенных этапов и может быть рекомендована больным с прогрессирующим кератоконусом, сочетающимся с рефракционными аметропиями высокой степени. Данная методика позволяет избежать кератопластики, сохранить и исправив иррегулярность собственной роговицы.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Andreas KD, Hashemi K, Pertelli M, Drautis K, Georgialis I, Kymionis GD. Keratoconus treatment algorithm. *Ophthalmol Ther*. 2017;6(2): 245–262. doi: 10.1007/s40123-017-0099-1
- Mohammed I, Ahmed E, Ahmed T, et al. Evolution of the effectiveness of cross-linking combined with photorefractive keratotomy for treatment of keratoconus. *Cornea*. 2018;37(9): 1143–1150. doi: 10.1097/ICO.0000000000001663
- Karmal M, Hersh PS, Lin DT, Rabinowitz YS, Trattler WS. Keratoconus: consider combination therapy. *Cornea*. 2013; 31–33.
- Arnalich-Montiel F, Alio del Barri JL, Alio JL. Corneal surgery in keratoconus: which type, which technique, which outcomes? *Eye and Vision*. 2016;3(2): 2–14. doi: 10.1186/s40662-016-0033-y
- Al-Mohaimed MM. Combined corneal CXL and photorefractive keratectomy for treatment of keratoconus: a review. *Int J Ophthalmol*. 2019;12(12): 1929–1938. doi: 10.18240/ijo.2019.12.16
- Першин К.Б., Гурмизов Е.П., Пашинова Н.Ф., Буренина Е.В., Семенова Л.А. Опыт комбинированного лечения кератоконуса (фемтолазерная имплантация интрастромальных сегментов с последующим кросслинкингом роговичного коллагена) у детей. *Российская педиатрическая офтальмология*. 2017;12(4): 200–203. [Pershin KB, Gurmizov EP, Pashinova NF, Burenina EV, Semenova LA. The experience with the combined treatment of keratoconus (femtolasar implantation of intrastromal segments with the subsequent cross-linking of corneal collagen) in the children. *Russian Pediatric Ophthalmology*. 2017; 12(4): 200–203. (In Russ.)] doi: 10.18821/1993-1859-2017-12-4-200-203
- Zhu AY, Jun A, Soiberman U. Combined protocols for corneal collagen cross-linking with photorefractive surgery update on techniques and review of literature. *Ophthalmology and Therapy*. 2019;8(S1): 15–31. doi: 10.1007/s40123-019-00210-3
- Coskunseven E, Sharma DP, Grentzelos MA, Sahin O, Kymionis GD, Pallikaris I. Four-stage procedure for keratoconus: ICRS implantation, corneal cross-linking, toric phakic intraocular lens implantation, and topography-guided photorefractive keratectomy. *J Refract Surg*. 2017;33(10): 683–689. doi: 10.3928/1081597X-20170807-01
- Гланц С.А. Медико-биологическая статистика. М.: «Практика»; 1999. [Glantz SA. *Primer of biostatistics*. Moscow: Praktika; 1999. (In Russ.)]
- Hosny M, Nour M, Azzan S, Salem M, El-Mayah E. Simultaneous intratunnel cross-linking with intrastromal corneal ring segment implantation versus simultaneous epithelium-off cross-linking with intrastromal corneal ring segment implantation for keratoconus management. *Clin Ophthalmol*. 2018;12: 147–152. doi: 10.2147/OPHT. S151313
- Sharma IP, Bakshi R, Chandhry M. Corneal collagen cross-linking with and without simultaneous intrastromal corneal ring segment implantation one-year pilot study. *Eur J Ophthalmol*. 2021;31(1): 61–68. doi: 10.1177/1120672119887874
- Пенкина А.В., Нероев В.В., Ханджян А.Т., Склярова А.С. Фемтолазерная имплантация интрастромальных роговичных сегментов в сочетании с кросслинкингом роговичного коллагена в лечении кератоконуса. *Практическая медицина*. 2012;4(59): 111–114. [Penkina AB, Neroev VV, Handzhyan AT, Sklyarova AC. Femtolasar implantation of intrastromal corneal segments in combination with corneal collagen crosslinking in the treatment of keratoconus. *Practical Medicine*. 2012;4(59): 111–114. (In Russ.)]
- Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Исхакова А.Х. Результаты лечения кератоконуса методом имплантации интрастромальных роговичных колец MyoRing в сочетании с кросслинкингом роговичного коллагена. *Офтальмохирургия*. 2012;4: 6–9. [Bikbov MM, Bikbova GM. Intrastromal corneal MyoRings with corneal collagen cross-linking in keratoconus treatment. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2012;4: 6–9. (In Russ.)]
- Жадан В.А., Лебедев О.И., Калижников Е.А. Интрастромальная кератопластика с имплантацией колец MyoRing в хирургическом лечении кератоконуса. Предварительные результаты. *Офтальмохирургия*. 2014; 3: 31–34. [Zhadan VA, Lebedev OI, Kalizhnikov EA. Intrastromal keratoplasty with implantation of MyoRing rings in the surgical treatment of keratoconus. Preliminary results. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2014;3: 31–34 (In Russ.)]
- Казакбаева Г.М. Сравнительные результаты имплантации роговичного кольца MyoRing и сочетанного применения имплантации MyoRing с кросслинкингом роговицы у пациентов с кератоконусом. *Офтальмология*. 2019;16(1S): 85–90. [Kazakbaeva GM. MyoRing implantation in comparison with MyoRing implantation combined with corneal collagen crosslinking for keratoconus. *Ophthalmology in Russia*. 2019;16(1S): 85–90. (In Russ.)]. doi: 10.18008/1816-5095-2019-1S-85-90

Информация об авторе

Полад Маггеррам оглы Маггеррамов, д-р философии по медицине, к.м.н., maharramov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7211-0343>

Information about the author

Polad Maharramov, PhD, Candidate of Medical Sciences, maharramov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7211-0343>

Вклад автора в работу:

П. Магеррамов: существенный вклад в концепцию и дизайн работы, сбор, анализ, обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста, редактирование, окончательное утверждение версии, подлежащей публикации.

Author's contribution:

P. Maharramov: significant contribution to the concept and design of the work, collection, analysis and processing of material, statistical data processing, writing the text, editing, final approval of the version to be published.

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

Согласие пациента на публикацию: Получено.

Конфликт интересов: Отсутствует.

Funding: The author 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: Accepted.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

Поступила: 19.11.2021
Переработана: 12.01.2022
Принята к печати: 30.01.2022
Originally received: 19.11.2021
Final revision: 12.01.2022
Accepted: 30.01.2022