

Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения



Ю.Ю. Калинин¹ С.Б. Измайлова² Л.Ф. Рагимова¹
З.М. Исмаилова², С.Ю. Калининкова², Д.А. Сагоненко¹

¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
ул. Долгоруковская, 4, Москва, 127006, Российская Федерация

² ФГАУ НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» имени академика С.Н. Федорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Бескудниковский бульвар, 59а, Москва, 127486, Российская Федерация

РЕЗЮМЕ

Офтальмология. 2025;22(1):191–199

Актуальность. Вопреки развитию современных технологий послойной кератопластики кератоконус (КК) остается одним из наиболее частых показаний к сквозной кератопластике (СКП). Однако прозрачного приживления донорской ткани недостаточно для достижения высокой остроты зрения. Актуальной проблемой остается послеоперационный астигматизм. В связи с этим в 2015 году нами был предложен способ интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма. **Цель:** представить отдаленные клинико-функциональные результаты лечения пациента с КК после проведения СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат. **Пациент и методы.** Пациент впервые обратился в клинику в 2012 году с миопией высокой степени (МВС) в анамнезе и жалобами на снижение остроты зрения (ОЗ) на оба глаза. Пациенту была выполнена комплексная первичная диагностика, по результатам которой был поставлен диагноз: МВС, КК 3–4 стадии обоих глаз. В 2012 году на OD была выполнена СКП, в 2015 году на OS — СКП с фемтосекундным сопровождением и одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат. В 2023 году на обоих глазах выполнили факэмульсификацию катаракты (ФЭК) с имплантацией: OD — торической интраокулярной линзы (ТИОЛ); OS — монофокальной асферичной ИОЛ. **Результаты.** Спустя 12 лет (OD) и 10 лет (OS) наблюдения после проведения многоэтапного хирургического лечения на обоих глазах — трансплантат прозрачный, ИОЛ в правильном положении; на OS интрастромальное кольцо в правильном положении, адаптировано в строме. ОЗ составила OD = 0,9 н/к; OS = 1,0, при этом величина астигматизма по данным кератотопографии на OS составила -0,9D, на OD -3,2D. **Заключение.** Данный клинический случай демонстрирует отдаленные клинико-функциональные результаты, при которых на сроке наблюдения более 10 лет отмечается отсутствие дислокации интрастромального кольца и реакции со стороны трансплантата, стабильное положение ИОЛ и минимальные значения астигматизма. Проведение СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат является безопасным и эффективным методом лечения пациентов с КК.

Ключевые слова: кератоконус, посткератопластический астигматизм, интрастромальная кератопластика, сквозная кератопластика, разомкнутое кольцо, факэмульсификация катаракты, торическая интраокулярная линза

Для цитирования: Калинин Ю.Ю., Измайлова С.Б., Рагимова Л.Ф., Исмаилова З.М., Калининкова С.Ю., Сагоненко Д.А. Клинико-функциональные результаты комбинированного хирургического лечения пациента с кератоконусом: опыт 10-летнего наблюдения. *Офтальмология*. 2025;22(1):191–199. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-191-199>

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

Конфликт интересов отсутствует.



Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience

Yu.Yu. Kalinnikov¹, S.B. Izmailova², L.F. Ragimova¹, Z.M. Ismailova², S.Yu. Kalinnikova², D.A. Sagonenko¹

¹ Russian University of Medicine

Dolgorukovskaya str., 4, Moscow, 127006, Russian Federation

² S. Fyodorov Eye Microsurgery Federal State Institution

Beskudnikovskiy blvd, 59A, Moscow, 127486, Russian Federation

ABSTRACT

Ophthalmology in Russia. 2025;22(1):191–199

Relevance. Despite the development of modern technologies of lamellar keratoplasty, keratoconus (KH) remains one of the most common indications for penetrating keratoplasty (PKP). However, transparent engraftment of donor tissue is not enough to achieve high visual acuity. Postoperative astigmatism remains an urgent problem. In this regard, in 2015 we proposed a method for intraoperative prevention of postkeratoplastic astigmatism. Objective: to present the long-term clinical and functional results of treating a patient with KH after PKP with one-stage implantation of an open ring into the graft. **Patient and methods.** First time the patient came to the clinic in 2012 with a history of high myopia (HM) and complaints of decreased visual acuity (VA) in both eyes. The patient underwent a comprehensive primary diagnosis, based on the results of which the following diagnosis was made: HM, KH stage 3–4 in both eyes. In 2012, PKP was performed on OD, in 2015, PKP with femtosecond accompaniment and one-stage implantation of an open ring into the graft on OS. In 2023, phacoemulsification of cataracts (PEC) was performed on both eyes with implantation of: OD — a toric intraocular lens (tIOL); OS — a monofocal aspheric IOL. Results. After 12 years (OD) and 10 years (OS) of follow-up after multi-stage surgical treatment, the graft is transparent, the IOL is in the correct position; on OS, the intrastromal ring is in the correct position, adapted in the stroma. VA was OD = 0.9 n/c; OS = 1.0, while the amount of astigmatism according to keratopography on OS was -0.9D, on OD -3.2D. **Conclusion.** This clinical case demonstrates remote clinical and functional results, where over a follow-up period of more than 10 years, there is no intrastromal ring dislocation and no graft reaction, stable IOL position, and minimal astigmatism. Carrying out SHP with one-stage implantation of an open ring into the graft is a safe and effective method of treating patients with CC.

Keywords: keratoconus, postkeratoplastic astigmatism, intrastromal keratoplasty, penetrating keratoplasty, open ring, cataract phacoemulsification, toric intraocular lens

For citation: Kalinnikov Yu.Yu., Izmailova S.B., Ragimova L.F., Ismailova Z.M., Kalinnikova S.Yu., Sagonenko D.A. Clinical and Functional Results of Combined Surgical Treatment of a Patient with Keratoconus: 10-year Follow-up Experience. *Ophthalmology in Russia*. 2025;22(1):191–199. <https://doi.org/10.18008/1816-5095-2025-1-191-199>

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

There is no conflict of interests.

ВВЕДЕНИЕ

Кератоконус (КК) — это прогрессирующее, чаще двухстороннее заболевание неизвестной этиологии, приводящее к стойкому истончению роговицы [1, 2]. В лечении КК на начальных стадиях широко применяется УФ-кросслинкинг роговичного коллагена (КРК) с различными вариантами протоколов и зон облучения [3–10], а также комбинированные кросслинкинг-рефракционные вмешательства [11–13]. При КК 2–3 стадии часто проводят интраламеллярную кератопластику (ИЛКП) с имплантацией роговичных сегментов (РС) или колец [14–18], интрастромальную аллотрансплантацию с фемтолазерным сопровождением [19]. Относительно недавно была представлена технология имплантации боуменовской мембраны в лечении пациентов с 3–4-й стадией КК [20, 21]. Однако в 20 % случаев пациенты с развитым КК нуждаются в проведении кератопластики [22]. Несомненно, наиболее предпочтительным вариантом является проведение глубокой передней послойной кератопластики (ГППК), преимуществом которой является возможность сохранения эндотелия ре-

ципиента, что значительно снижает иммунную реакцию отторжения трансплантата [23].

Стоит отметить, что на 4-й стадии КК из-за значительного истончения роговицы образуется тотальное помутнение с разрывами десцеметовой мембраны. В данном случае СКП является единственным возможным методом лечения. В одном из крупнейших исследований по трансплантации роговицы в Сингапуре были показаны отдаленные результаты СКП ($n = 1206$) у пациентов с КК со сроком наблюдения 20 лет, выживаемость сквозного трансплантата через 20 лет наблюдения составила 44 % [24]. Аналогичное исследование было описано ранее Австралийским реестром трансплантатов роговицы, в котором выживаемость трансплантата была оценена в 89 и 49 % через 10 и 20 лет после операции соответственно [25]. Однако прозрачного приживления донорской ткани недостаточно для достижения высокой ОЗ. Актуальной проблемой остается послеоперационный астигматизм, достигающий после СКП в среднем 4,0–5,0 дптр [26, 27]. По данным Т. Kelly и соавт. 61 % пациентов, перенесших СКП, нуждались в коррекции рефракции с помощью очков и/или контактных

линз, при этом астигматизм высокой степени ($\geq 5D$) имел место в 77 % случаев [25]. Как правило, иррегулярность трансплантата имеет асимметричный характер, что дополнительно не позволяет добиться высокой ОЗ в послеоперационном периоде.

Большинство офтальмохирургов начинают бороться с посткератопластическим астигматизмом после снятия швов, примерно, через 1,5–2 года после операции. Оптическая коррекция включает в себя подбор очковых или контактных линз, но данные методы не компенсируют высоких показателей аметропии и не всегда переносятся пациентами [27]. Были предложены различные варианты хирургической профилактики и коррекции посткератопластического астигматизма, включая наложение швов и дополнительную фиксацию трансплантата, выполнение ослабляющих кератотомических надрезов, клиновидной резекции, стромальной кератофакии [28, 29], а также различные рефракционные лазерные вмешательства, имплантацию интрастромальных сегментов и колец [30, 31], торических и факичных интраокулярных линз [32]. Однако для успешного проведения вышеперечисленных вмешательств необходима рефракционная стабильность роговицы, а посткератопластический астигматизм отличается неуклонным прогрессированием ввиду нестабильности послеоперационного рубца [33].

В 2015 году Ю.Ю. Калининским и соавт. были представлены результаты имплантации интрастромального роговичного кольца в трансплантат с целью коррекции роговичного астигматизма высокой степени в отдаленные сроки после глубокой передней послойной кератопластики [34]. У всех пациентов ($n = 3$) в течение 6 месяцев роговичный трансплантат был прозрачным, величина посткератопластического астигматизма у первого пациента уменьшилась на 5,25 дптр (60,9 %), у второго — на 3,88 дптр (49,2 %), у третьего — на 7,38 дптр (51,3 %). В этом же году Ю.Ю. Калининским и соавт. был предложен способ интраоперационной профилактики посткератопластического астигматизма, заключающийся в одномоментной кератопластике и имплантации цельного или разомкнутого интрастромального кольца в трансплантат [35]. В 2023 году была детально представлена хирургическая техника и два клинических случая ГППК с имплантацией разомкнутого и цельного кольца в трансплантат с использованием фемтосекундного лазера. В первом клиническом случае сроки наблюдения составили 1,5 года, ОЗ без коррекции 0,9–1,0, величина астигматизма по данным кератотопограммы 1,5D. Во втором клиническом случае сроки наблюдения составили 3 года после операции, ОЗ 0,8–0,9D, величина астигматизма 1,12D [36].

Представленный в данной статье клинический случай демонстрирует эффективность предложенной технологии сквозной кератопластики с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат с возможностью анализа отдаленных клинико-функциональных результатов на сроках наблюдения более 10 лет.

МЕТОДЫ

Пациент Е. впервые обратился в клинику в 2012 году в возрасте 24 лет с жалобами на снижение остроты зрения вдаль на обоих глазах. Со слов пациента, в течение полугода пациент стал испытывать трудности привычной очковой коррекции для дали. Из анамнеза известно, что впервые диагноз миопия был поставлен в 12 лет, пациент пользовался очковой коррекцией sph -1,0D для обоих глаз. К 19 годам данные миопической рефракции достигли sph -12,0D, при этом пациент продолжал пользоваться неполной очковой коррекцией. Весной 2012 года впервые отметил двоение (на OD > OS), усталость, дискомфорт и головную боль при работе вблизи, которые за последние 6 месяцев усилились. Биомикроскопическое исследование с помощью щелевой лампы SL-30 «Opton» (Германия), выявило на обоих глазах схожую картину: асферичность и истончение роговицы в нижней части, стрии Фогта, кольцо Флейшера, диффузные глубокие стромальные помутнения, передняя камера глубокая, радужка структурная, зрачок 3,0 мм, хрусталик прозрачный, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, МЗ без особенностей, на крайней периферии сетчатки инеевидная дистрофия, разрывов не обнаружено, сетчатка прилежит на всем протяжении.

Пациенту была выполнена комплексная инструментальная диагностика, включающая: авторефрактометрию (RC-5000, Tomey, Япония), пневмотонометрию (TOMEY, Япония), биометрию глаза (IOL master 500, Zeiss, Германия), определение некорригированной (НКОЗ) и максимально корригированной ОЗ (МКОЗ), пахиметрию роговицы (оптический когерентный томограф ОКТ Visante, Zeiss, Германия). Длина глаза по данным биометрии составила OD = 29,46 мм; OS = 29,40 мм. Предоперационное обследование выявило МВС, низкую МКОЗ на OU: OD = 0,02 sph -18,0 cyl -5,0 ax 35° = 0,2; OS = 0,03 sph -15,0 cyl -6,0 ax 85° = 0,2, и неправильный роговичный астигматизм на обоих глазах (табл. 1). Пневмотонометрия на OD = 9 мм рт. ст., OS = 10 мм рт. ст., пахиметрия OD 364 μ m; OS 425 μ m. Пациенту был поставлен диагноз: OU миопия высокой степени, кератоконус 3–4 ст. В связи с усугублением жалоб пациента, прогрессированием заболевания, данными биомикроскопического и инструментального исследований было принято решение о хирургическом лечении КК на обоих глазах.

Первым этапом было запланировано лечение хуже видящего глаза, поэтому в 2012 году на OD была выполнена СКП по стандартной технологии. Использовался вакуумный трепан и высекатель (Moria, Франция) одного диаметра — 8,0 мм. Одиночный непрерывный шов (нейлон 10/0) был снят через 12 месяцев после операции. Послеоперационный период протекал без особенностей. Острота зрения через 18 месяцев после СКП: OD = 0,01 sph -7,0 cyl -4,0 ax 47° = 0,4 (табл. 1). Пациенту было рекомендовано подобрать склеральную контактную линзу на OD, которая в полной мере компенсировала сферический и цилиндрический компонент

рефракции, однако пациент испытывал относительный дискомфорт при ношении линзы и использовал ее только по мере необходимости.

В 2013 году был проведен второй этап: хирургическое лечение OS. С целью уменьшения посткератопластического астигматизма и для достижения более высоких функциональных результатов была выполнена операция по предложенной технологии — СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат с фемтосекундным сопровождением (VisuMax, Zeiss, Германия). Подробная техника операции была описана ранее [35]. Из технических особенностей стоит отметить, что интрастромальный кольцевидный туннель в центре трансплантата был сформирован с помощью фемтосекундного лазера, внутренний диаметр составил 4,8 мм, наружный — 6,2 мм, глубина — 450 мкм, кератотомический надрез для имплантации кольца длиной 1 мм. После этого выполнена сквозная трепанация донорской роговицы диаметром 8,1 мм симметрично сформированному интрастромальному туннелю. Сквозная трепанация роговицы реципиента диаметром 8,0 мм была выполнена с помощью фемтосекундного лазера. Трансплантат фиксировали одиночным непрерывным швом (нейлон 10/0). Кольцо для имплантации в трансплантат произведено ООО «НЭП “Микрохирургия глаза”» и выполнено из полиметилметакрилата (ПММА): длина дуги — 359°, внутренний диаметр — 5,0 мм, наружный диаметр — 6,2 мм, ширина основания — 0,6 мм, высота — 300 мкм, на срезе — полусфера (рис. 1). После имплантации разрыв кольца располагали в стороне от кератотомического надреза, по горизонтальному меридиану.

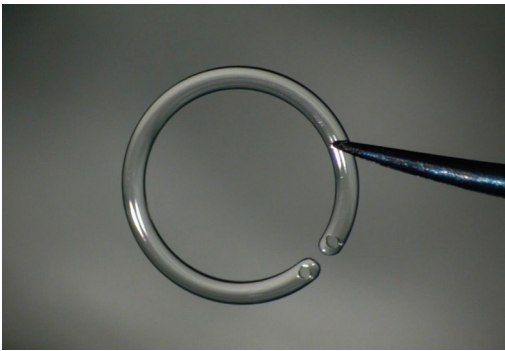


Рис. 1. Разомкнутое интрастромальное роговичное кольцо (359°) ООО «НЭП Микрохирургия глаза»

Fig. 1. Open intrastromal corneal ring (359°) of the LLC “NEP Eye Microsurgery”

РЕЗУЛЬТАТЫ

Через 12 месяцев после одномоментной СКП с имплантацией разомкнутого кольца на OS роговичный шов был снят, острота зрения составила: 0,01 = sph -14,5 cyl -2,0 ax 175° = 0,7 (табл. 1). Несмотря на то что с 2013 (OD) и с 2014 (OS) по 2023 год пациент периодически носил склеральные контактные линзы на обоих глазах, в апреле 2023 году он вновь обратился в клинику с жалобами на дискомфорт при их постоянном ношении и желанием улучшить некоррированную остроту зрения.

Помимо первичной диагностики дополнительно выполнили сканирование роговицы на оптическом когерентном томографе (ОКТ Optovue XR Avanti, США). Оценке подвергали следующие параметры: стабильность эпителия по данным Epithelial Map, прозрачность и адаптацию трансплантата в ложе реципиента (режим Line/Cross Line), общую толщину роговицы реципиента вместе с трансплантатом по данным Pachymetry Map, кератотопограмму (ATLAS 900, Zeiss, Германия) и плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) в центральной зоне и автоматическом режиме с помощью эндотелиального микроскопа Tomey EM-3000 (Япония) (табл. 2).

Данные проведенных исследований показали на обоих глазах полную эпителизацию и прозрачность трансплантата, состоятельность рубца. На OS кольцо локализовано в интрастромальном туннеле, отложений и протрузий не наблюдалось на всех сроках обследования. По результатам инструментальных исследований на OS кератометрические показатели осей сильного и слабого меридиана, а также значения суммарного астигматизма относительно совпадали (табл. 2). Расчет торической ИОЛ

Таблица 1. Острота зрения с субъективной коррекцией на этапах хирургического лечения

Table 1. Visual acuity with subjective correction at stages of surgical treatment

Параметр / Parameter	Правый глаз / Right Eye	Левый глаз / Right Eye
НКОЗ / МКОЗ UDVA / BCVA		
До операции / Before surgery	0,02 sph -18,0 cyl -5,0 ax 35° = 0,2	0,03 sph -15,0 cyl -6,0 ax 85° = 0,2
18 месяцев после операции 18 months after surgery	OD СКП / OD PK 2012 0,01 sph -7,0 cyl -4,0° ax 47° = 0,4	OS СКП / OS PK +359° кольцо / ring 2013 0,01 sph -7,0 cyl -4,0° ax 47° = 0,4
11/9 лет после операции 11/9 years after surgery	0,01 sph -10,0 cyl -6,0 ax 45° = 0,6	OS 0,01 sph -18,0 cyl -1,50 ax 155° = 0,7
2023 год. ОУ ФЭК + ИОЛ 2023 year. OU Phaco + IOL	Rayner Toric (+8,50D, cyl +4,0D)	Hoya 251 (+7,0D)
1 месяц после операции 1 month after surgery	0,6 sph -0,5 cyl -1,5 ax 20° = 0,8/0,9	0,9
2024 год. 12 месяцев после операции ФЭК + ИОЛ 2024 year. 12 months after Phaco + IOL	0,9 12 лет после СКП / 12 years after PK	1,0 10 лет после СКП + 359° кольцо / 10 years after PK + 359° ring

Таблица 2. Данные клинического обследования перед ФЭК с имплантацией ИОЛ**Table 2.** Data from clinical examination prior to phacoemulsification with intraocular lens implantation

Параметр / Parameter	Правый глаз / Right Eye	Левый глаз / Right Eye
Оптическая когерентная биометрия / Optical Coherence Biometry (IOL Master 500)		
Астигматизм передней поверхности роговицы (D) Anterior corneal astigmatism (D)	K ₁ : 41,46 @ 59° K ₂ : 44,18 @ 149° ΔK: -3,17 @ 65°	K ₁ : 41,67 @ 171° K ₂ : 42,83 @ 81° ΔK: -1,16 @ 171°
Длина глаза / Axial length	29,58 мм / mm	29,43 мм / mm
Глубина передней камеры Anterior chamber depth	4,28 мм / mm	3,87 мм / mm
Оптическая когерентная томография переднего отрезка глаза / Anterior Segment Optical Coherence Tomography (OCT Optovue XR Avanti) Пахиметрия центральной части роговицы / Central Corneal Pachymetry		
Центральная толщина роговицы Central Corneal Pachymetry	OD 424 мкм / μm	OS 567 мкм / μm
Кератотопограмма / Keratotopogram (ATLAS 900)		
Астигматизм передней поверхности роговицы (D) Anterior corneal astigmatism (D)	Kf: 43,13 @ 65° Ks: 46,33 @ 155° Astigmatism: 3,20D	Kf: 41,81 D @ 178° Ks: 42,70 D @ 88° Astigmatism: 0,90D
Эндотелиальная микроскопия / Endothelial microscopy (Tomey EM-3000)		
Плотность эндотелиальных клеток Endothelial cell density	1654 кл/мм ² / cells/mm ²	1627 кл/мм ² / cells/mm ²

на OD осуществляли с запасом на миопию (-)2,40D с помощью on-line калькулятора Barrett True K Toric Calculator (ASCRS®). В данном случае выбор в сторону миопической рефракции обоснован нестабильностью кератометрических показателей передней поверхности роговицы и градусов осей главных меридианов. За основу для расчета оптической силы ИОЛ для обоих глаз были выбраны данные биометрии (табл. 2), по результатам которой для OD была

выбрана ИОЛ Rayner Toric 610T (+8,50 D, cyl +4,0 D ax 149°). Для OS, несмотря на наличие слабого астигматизма 1,0D, было принято решение об имплантации монофокального асферического хрусталика Hoya iSert® 251, Япония (+7,0D). Расчет ИОЛ осуществляли на миопию (-)0,5D с помощью калькулятора Barret Universal (ASCRS®). Техника ФЭК + ИОЛ на обоих глазах (Centurion Alcon, США) была выполнена стандартно, без особенностей. Временной про-

межуток между операциями на OD и OS составил 3 недели.

На следующий день после операции в обоих случаях глаз был спокоен, ИОЛ в капсульном мешке, задняя капсула прозрачна. Через 1 месяц после операции ОЗ на OD = 0,6 sph -0,5 cyl -1,5 ax 20° = 0,8/0,9 на OS = 0,9. Через 12 месяцев на OD 0,9, на OS 1,0. Биомикроскопическое исследование OD: глаз спокоен, трансплантат прозрачный, передняя камера средней глубины, радужка структурная, зрачок 3,0 мм, ИОЛ в правильном положении, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, МЗ без особенностей. OS: глаз спокоен, трансплантат прозрачный, кольцо в правильном положении, передняя камера средней глубины, радужка структурная, зрачок

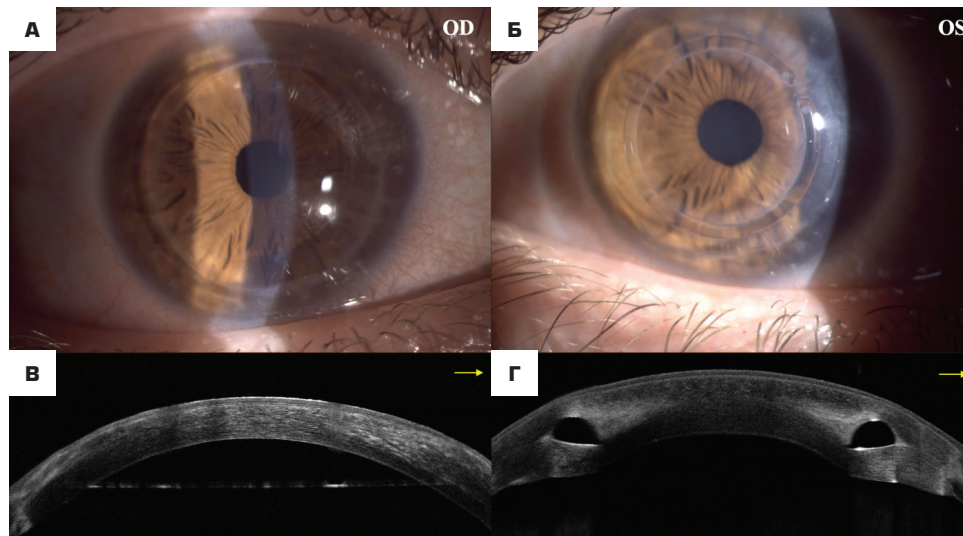


Рис. 2. Биомикроскопическая картина переднего отрезка глаза: А — OD: эпителизация полная, трансплантат прозрачный, адаптирован, швы сняты; Б — OS: эпителизация полная, трансплантат прозрачный, адаптирован, швы сняты. Интрастромальное кольцо в строме без явлений протрузии и воспаления. Оптическая когерентная томография переднего отрезка; В — OD: трансплантат прозрачный, асимметричной формы, незначительные участки гиперрефлексивности стромы; Г — OS: трансплантат прозрачный, интрастромальное кольцо адаптировано в строме

Fig. 2. Biomicroscopic image of the anterior segment; А — OD: complete epithelialization, transparent graft, well-adapted, sutures removed; Б — OS: complete epithelialization, transparent graft, well-adapted, sutures removed. Intrastromal ring in the stroma without signs of protrusion and inflammation. Optical coherence tomography of the anterior segment; В — OD: transparent graft, asymmetric shape, minor areas of stromal hyperreflectivity; Г — OS: transparent graft, intrastromal ring well-adapted in the stroma

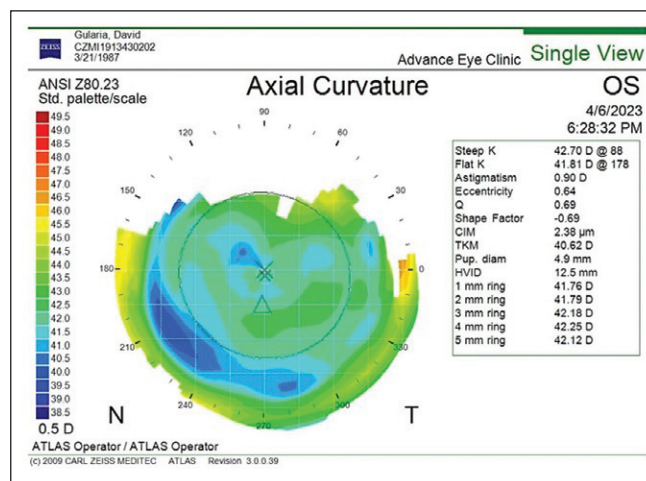
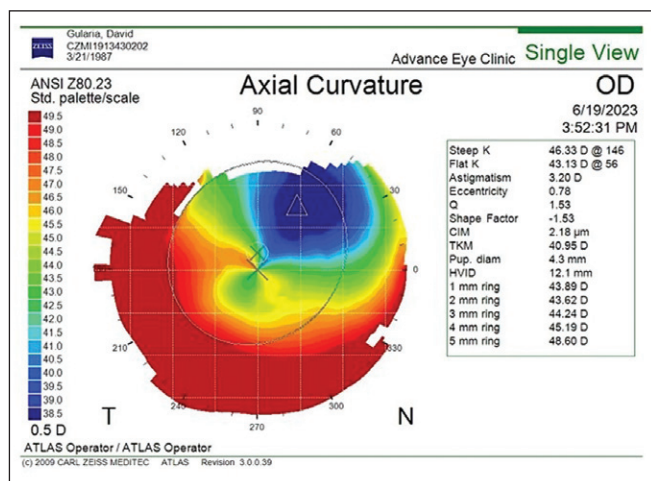


Рис. 3. Кератотопограмма через 11 (OD) и 10 лет (OS) после кератопластики (астигматизм OD = 3,2D, OS = 0,9D)

Fig. 3. Keratotopogram after 11 years (OD) and 10 years (OS) post-keratoplasty (astigmatism OD = 3.2D, OS = 0.9D)

3,0 мм, ИОЛ в правильном положении, ДЗН бледно-розовый, миопическая стафилома, МЗ без особенностей. (рис. 2). По данным кератотопографии (ATLAS 900, Zeiss, Германия), в 2023 году на OD наблюдали прямой астигматизм передней поверхности роговицы 3,2D, на OS прямой астигматизм 0,9D (рис. 3). Несмотря на наличие остаточного астигматизма, в обоих случаях острота зрения пациента на обоих глазах остается высокой.

ОБСУЖДЕНИЕ

На сегодняшний день предложены различные хирургические методы лечения КК. На начальных стадиях КК при прогрессировании кератэктазии, как правило, проводят кросслинкинг роговичного коллагена (КРК). Существует целый ряд протоколов операции КРК: стандартный или Дрезденский, ускоренный, Критский, Афинский, локальный, фемтокросслинкинг и т.д. [3, 11, 36–38], а также варианты проведения комбинированных методик КРК с эксимерлазерными методами коррекции [39]. КРК в настоящее время является золотым стандартом в лечении начальных стадий КК. Так, в исследовании С.Б. Измайловой отдаленные клинико-функциональные результаты у пациентов после проведения КРК показали стабильность и отсутствие прогрессирования КК на сроках наблюдения более 6 лет [40]. Однако существуют противоречивые мнения о степени эффективности того или иного способа проведения КРК, а отсутствие прогрессии со стороны роговицы не исключает проблему иррегулярного астигматизма.

Интраламеллярная кератопластика (ИЛКП) с имплантацией роговичных сегментов [41] или колец Myoring [17] является эффективным методом коррекции иррегулярного астигматизма за счет создания своеобразного каркаса и уплощения роговичной поверхности в зоне эктазии. Данное вмешательство может выполняться как механическим путем, так и с использованием

фемтосекундного лазера. Стоит отметить, что по данным ряда исследований была показана высокая эффективность применения ИРС и колец в лечении пациентов с КК 1–2-й стадий за счет снижения aberrаций высокого порядка и уменьшения значений иррегулярного астигматизма [14–16].

Несмотря на обилие методов лечения начального КК при далекозашедшей стадии, кератопластика является единственным методом оптической реабилитации пациентов. За последние годы широкое распространение получила глубокая передняя послойная кератопластика (ГППК), преимуществом которой является возможность сохранить эндотелий реципиента, что значительно снижает реакцию отторжения трансплантата [42]. Технология ГППК может выполняться как в мануальной технике с использованием дозированного трепана и ручной диссекции тканей, так и с помощью фемтосекундного лазера [43]. По данным ряда исследований, большинство авторов отдает предпочтение фемто-ассистированной ГППК, так как это способствует большему успеху при формировании «big bubble», сокращению времени операции и уменьшению долгосрочной потери эндотелиальных клеток [44, 45]. Однако из-за изменений строения коллагеновых волокон задней стромы у пациентов с КК 3–4-й стадий формирование классического «big bubble» при проведении ГППК носит непредсказуемый характер, что зачастую требует перехода на СКП. Однако прозрачное приживание трансплантата после ГППК или СКП не гарантирует высокой остроты зрения из-за выраженных значений посткератопластического астигматизма [23].

Согласно данным исследований, астигматизм после СКП составляет 5 и более диоптрий у 15–20 % пациентов [23, 46]. Было также доказано, что астигматизм имеет тенденцию к прогрессированию после кератопластики в течение 5 лет [33]. В литературе описано множество

способов борьбы с посткератопластическим астигматизмом, таких как контактная коррекция [47], наложение швов, клиновидная резекция, различные варианты кератотомии [28, 29], замена хрусталика с имплантацией торических и/или факичных ИОЛ [32], а также рефракционные операции: ФРК, ФТК, лазерный кератомилез *in situ* (LASIK) [31] и т.д. Так, было выявлено, что после проведения рефракционных лазерных операций на трансплантате в течение 2 лет наступает регресс эффекта [48]. Нестабильность кератометрических показателей роговицы, по данным различных методов исследования, является одной из основных проблем при расчете как оптической силы ИОЛ, так и рефракционных параметров [49].

За последние годы большую популярность получили технологии коррекции посткератопластического астигматизма с помощью имплантации сегментов или колец (разомкнутых или цельных) непосредственно в трансплантат [30, 34, 50]. Ряд исследований подтверждают высокую эффективность имплантации ИРС в трансплантат в отношении получения высоких зрительных, рефракционных и топографических результатов [51]. Однако имплантацию сегментов проводят, как правило, в отдаленном послеоперационном периоде после снятия роговичного шва, а сформировавшийся рубец не позволяет добиться оптимального рефракционного результата.

Представленный клинический случай демонстрирует эффективность и безопасность СКП с одномоментной имплантацией кольца в трансплантат, стабильность рефракционных результатов за период наблюдения более 10 лет. СКП на ОУ была показана из-за грубых изменений роговицы, неэффективности и непереносимости очковой и контактной коррекции. Применение разных подходов к лечению обоих глаз позволяет сделать сравнительные выводы о достоинствах и недостатках использованных технологий. Так, через 18 месяцев после СКП на ОД наблюдали высокие значения астигматизма, асимметричность топограммы. И даже несмотря на значительное уменьшение сферического компонента рефракции в отличие от исходных данных ($\text{Vis OD } 0,02 \text{ sph } -18,0 \text{ cyl } -5,0 \text{ ax } 35 = 0,2$), добиться значительного повышения корригированной остроты зрения после СКП не удалось ($\text{Vis OD } = 0,01 \text{ sph } -7,0 \text{ cyl } -4,0 \text{ ax } 47^\circ = 0,4$ (табл. 2)). Использование склеральной контактной коррекции помогало пациенту добиться более высокой ОЗ, но из-за периодического дискомфорта при ношении линзы единственным вариантом коррекции оставалась замена нативного хрусталика на торическую ИОЛ. Так, по данным на 2024 год острота зрения на ОД после ФЭК + ИОЛ стабильно составила 0,9.

В случае ОС СКП была проведена одномоментно с имплантацией разомкнутого интрастромального кольца в трансплантат по предложенной нами технологии [35, 36]. В данном случае астигматизм на ОС был минимальным как на ранних, так и на отдаленных сроках наблюдения: через 18 месяцев после операции $\text{Vis OS } 0,01 \text{ sph } -14,5 \text{ cyl } -2,0 \text{ ax } 175 = 0,7$, в отличие от исходных данных $\text{Vis OS } 0,03 \text{ sph } -15,0 \text{ cyl } -6,0 \text{ ax } 85 = 0,2$ (табл. 2).

Через 10 лет после СКП, несмотря на увеличение сферического компонента, данные величины роговичного астигматизма незначительно отличались: $\text{OS } 0,01 \text{ sph } -18,0 \text{ cyl } -1,50 \text{ ax } 155 = 0,7$. По данным оптической биометрии данные астигматизма составили $-1,16\text{D ax } 171^\circ$, в связи с этим для пациента была выбрана монофокальная ИОЛ. После проведения ФЭК + ИОЛ ОЗ на ОС 1,0 (данные на 2024 год).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай наглядно демонстрирует преимущества и безопасность использования технологии СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат в отдаленные сроки наблюдения.

Прозрачное приживление трансплантата после стандартной сквозной кератопластики не гарантирует получение высокой остроты зрения из-за больших значений послеоперационного астигматизма. СКП с одномоментной имплантацией разомкнутого кольца в трансплантат является интраоперационной профилактикой астигматизма во все сроки наблюдения (10 лет), что подтверждается относительно небольшим значением астигматизма непосредственно после операции на ОС. При этом замена хрусталика с имплантацией монофокальной асферической ИОЛ обеспечила пациенту высокую ОЗ ОС 1,0 и стабильный рефракционный результат. Спустя 10 лет с момента операции можно отметить безопасность нахождения интрастромального сегмента в трансплантате, отсутствие смещения и реакции со стороны стромы. Достоверные выводы об эффективности предложенной методики требуют проведения детального сравнительного анализа с контрольной группой, что планируется осуществить в ближайшем будущем.

УЧАСТИЕ АВТОРОВ:

Калинников Ю.Ю. — концепция и дизайн исследования, научное редактирование, написание текста;

Измайлова С.Б. — научное редактирование;

Рагимова Л.Ф. — сбор и обработка материала, научное редактирование, написание текста;

Исмаилова З.М. — сбор и обработка материала, написание текста;

Калиникова С.Ю. — сбор и обработка материала, научное редактирование, написание текста;

Сагоненко Д.А. — сбор и обработка материала, анализ полученных данных.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Vought R, Greenstein SA, Gelles J, Hersh PS. The Pathophysiology of Keratoconus. *Cornea*. 2025 Feb 1;44(2):137–143. doi: 10.1097/ICO.0000000000003585.
- Santodomingo-Rubido J, Carracedo G, Suzuki A, Villa-Collar C, Vincent SJ, Wolffsohn JS. Keratoconus: An updated review. *Cont Lens Anterior Eye*. 2022 Jun;45(3):101559. doi: 10.1016/j.clae.2021.101559.
- Wollensak G, Spoerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am J Ophthalmol*. 2003 May;135(5):620–627. doi: 10.1016/s0002-9394(02)02220-1.
- Mastropasqua L. Collagen cross-linking: when and how? A review of the state of the art of the technique and new perspectives. *Eye Vis (Lond)*. 2015 Nov 29;2:19. doi: 10.1186/s40662-015-0030-6.
- Ozgunhan EB, Akcay BI, Kurt T, Yildirim Y, Demirok A. Accelerated Corneal Collagen Cross-Linking in Thin Keratoconic Corneas. *J Refract Surg*. 2015 Jun;31(6):386–390. doi: 10.3928/1081597X-20150521-11.
- Deshmukh R, Hafezi F, Kymionis GD, Kling S, Shah R, Padmanabhan P, Sachdev MS. Current concepts in crosslinking thin corneas. *Indian J Ophthalmol*. 2019 Jan;67(1):8–15. doi: 10.4103/ijoo.IJO_1403_18.
- Caporossi A, Mazzotta C, Paradiso AL, Baiocchi S, Marigliani D, Caporossi T. Trans-epithelial corneal collagen crosslinking for progressive keratoconus: 24-month clinical results. *J Cataract Refract Surg*. 2013 Aug;39(8):1157–1163. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.03.026.
- Vinciguerra P, Rosetta P, Legrottaglie EF, Morenghi E, Mazzotta C, Kaye SB, Vinciguerra R. Iontophoresis CXL With and Without Epithelial Debridement Versus Standard CXL: 2-Year Clinical Results of a Prospective Clinical Study. *J Refract Surg*. 2019 Mar 1;35(3):184–190. doi: 10.3928/1081597X-20190128-01.
- Beckman KA. Epithelium-on Corneal Collagen Cross-Linking with Hypotonic Riboflavin Solution in Progressive Keratoconus. *Clin Ophthalmol*. 2021 Jul 7;15:2921–2932. doi: 10.2147/OPHTH.S318317.
- Анисимов СИ, Анисимова СЮ, Мистрюков АС. Персонализированный (локальный) УФ-кросслинкинг в лечении кератоконуса и эктазий роговицы. *Офтальмология*. 2017;14(3):195–199.
- Anisimov SI, Anisimova SY, Mistryukov AS. Personalized (local) UV-crosslinking as a treatment of keratoconus and corneal ectasia. *Ophthalmology in Russia*. 2017;14(3):195–199 (In Russ.). doi: 10.18008/1816-5095-2017-3-195-199.
- Kymionis GD, Grentzelos MA, Kounis GA, Diakonis VF, Limnopoulos AN, Panagoulou SI. Combined transepithelial photorefractive keratotomy and corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus. *Ophthalmology*. 2012 Sep;119(9):1777–1784. doi: 10.1016/j.ophtha.2012.03.038.
- Coskunseven E, Jankov MR 2nd, Grentzelos MA, Plaka AD, Limnopoulos AN, Kymionis GD. Topography-guided transepithelial PRK after intracorneal ring segments implantation and corneal collagen CXL in a three-step procedure for keratoconus. *J Refract Surg*. 2013 Jan;29(1):54–58. doi: 10.3928/1081597X-20121217-01.
- Rocha G, Ibrahim T, Gulliver E, Lewis K. Combined Photorefractive Keratotomy, Intracorneal Ring Segment Implantation, and Corneal Collagen Cross-Linking in Keratoconus Management. *Cornea*. 2019 Oct;38(10):1233–1238. doi: 10.1097/ICO.0000000000002073.
- Измайлова СБ, Авраменко СА. Интрастромальная кератопластика с имплантацией сегментов как возможность ремоделирования измененной роговицы при асимметричных кератоконусах различного генеза. *Офтальмология*. 2010;3:83–88.
- Izmailova SB, Avramenko SA. Intrastromal keratoplasty with segment implantation as a possibility of remodeling the altered cornea in asymmetric keratoconus of various origins. *Ophthalmology in Russia*. 2010;3:83–88 (In Russ.).
- Park SE, Tseng M, Lee JK. Effectiveness of intracorneal ring segments for keratoconus. *Curr Opin Ophthalmol*. 2019 Jul;30(4):220–228. doi: 10.1097/ICU.0000000000000582.
- Daxer A, Ettl A, Hörahtner R. Long-term results of MyoRing treatment of keratoconus. *J Optom*. 2017 Apr-Jun;10(2):123–129. doi: 10.1016/j.optom.2016.01.002.
- Калинников ЮЮ, Иошин ИЭ, Григорян АР, Беззуботнов АИ. Клинико-функциональные результаты использования кольцевидных интрастромальных роговичных имплантов при кератоконусе. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2017;2:31–38.
- Kalinnikov YuYu, Ioshin IE, Grigoryan AR, Bezbebotnov AI. Clinical and functional results of the use of ring-shaped intrastromal corneal implants in keratoconus. *Cataract and refractive surgery*. 2017;2:31–38 (In Russ.).
- Siganos D, Ferrara P, Chatzidakis K, Bessis N, Papastergiou G. Ferrara intrastromal corneal rings for the correction of keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2002 Nov;28(11):1947–1951. doi: 10.1016/s0886-3350(02)01495-5.
- Осипян ГА, Шелудченко ВМ, Храйстин К. Современные хирургические методы лечения кератэктазий. *Вестник офтальмологии*. 2019;135(2):138–143.
- Osiypan GA, Sheludchenko VM, Khaystyn K. Modern methods of surgical treatment of kerataectasies. *Annals of Ophthalmology*. 2019;135(2):138–143 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2019135021138.
- van Dijk K, Liarakos VS, Parker J, Ham L, Lie JT, Groeneveld-van Beek EA, Melles GR. Bowman layer transplantation to reduce and stabilize progressive, advanced keratoconus. *Ophthalmology*. 2015 May;122(5):909–917. doi: 10.1016/j.ophtha.2014.12.005.
- Оганесян ОГ, Гетадарян ВР, Макаров ПВ, Ашикова ПМ, Игнатиева НЮ. Сравнительный анализ результатов трансплантации боуменового слоя без и после кросслинkinga при прогрессирующем кератоконусе. *Офтальмологические ведомости*. 2020;13(1):17–27.
- Oganasyan OG, Getadaryan VR, Makarov PV, Ashikova PM, Ignatieva NY. A comparative study of bowman layer transplantation results without and after ultraviolet crosslinking in advanced keratoconus. *Ophthalmology Reports*. 2020;13(1):17–27 (In Russ.). doi: 10.17816/OV19145.
- Hwang S, Chung TY, Han J, Kim K, Lim DH. Corneal transplantation for keratoconus in South Korea. *Sci Rep*. 2021 Jun 15;11(1):12580. doi: 10.1038/s41598-021-92133-y.
- Mohammadpour M, Heidari Z, Hashemi H. Updates on Managements for Keratoconus. *J Curr Ophthalmol*. 2017 Dec 6;30(2):110–124. doi: 10.1016/j.joco.2017.11.002.
- Anshu A, Li L, Htoon HM, de Benito-Llopis L, Shuang LS, Singh MJ, Tiang Hwee TD. Long-Term Review of Penetrating Keratoplasty: A 20-Year Review in Asian Eyes. *Am J Ophthalmol*. 2021 Apr;224:254–266. doi: 10.1016/j.ajo.2020.10.014.
- Kelly TL, Williams KA, Coster DJ; Australian Corneal Graft Registry. Corneal transplantation for keratoconus: a registry study. *Arch Ophthalmol*. 2011 Jun;129(6):691–697. doi: 10.1001/archophthalmol.2011.7.
- Raecker ME, Erie JC, Patel SV, McLaren JW, Hodge DO, Bourne WM. Long-term keratometric changes after penetrating keratoplasty for keratoconus and Fuchs Endothelial dystrophy. *Am J Ophthalmol*. 2009 Feb;147(2):227–233. doi: 10.1016/j.ajo.2008.08.001.
- Swinger CA. Postoperative astigmatism. *Surv Ophthalmol*. 1987 Jan-Feb;31(4):219–248. doi: 10.1016/0039-6257(87)90023-3.
- Krachmer JH, Fenzl RE. Surgical correction of high postkeratoplasty astigmatism. Relaxing incisions vs wedge resection. *Arch Ophthalmol*. 1980 Aug;98(8):1400–1402. doi: 10.1001/archophth.1980.01020040252007.
- Riau AK, Liu YC, Yam GHF, Mehta JS. Stromal keratophakia: Corneal inlay implantation. *Prog Retin Eye Res*. 2020 Mar;75:100780. doi: 10.1016/j.preteyeres.2019.100780.
- Мороз ЗИ, Токмакова АН, Волкова ОС. Интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов в коррекции астигматизма после сквозной кератопластики по поводу кератоконуса. *Офтальмохирургия*. 2015;4:70–77.
- Moroz ZI, Tokmakova AN, Volkova OS. Intrastromal keratoplasty with intracorneal ring segments implantation for the astigmatism correction in post-PKP patients with keratoconus. *Ophthalmosurgery*. 2015;4:70–77 (In Russ.).
- Donoso R, Diaz C, Villavicencio P. Resultados a largo plazo de lasik para ametropia residual en queratoplastia penetrante en pacientes con queratococono [Long-term results of lasik refractive error correction after penetrating keratoplasty in patients with keratoconus]. *Arch Soc Esp Oftalmol*. 2015 Jul;90(7):308–311. Spanish. doi: 10.1016/j.oftal.2014.11.009.
- Бикбов ММ, Оренбуркина ОИ, Усубов ЭЛ, Нуриев ИФ. Интраокулярная коррекция аметропии при кератоконусе. *Вестник офтальмологии*. 2020;136(5):123–128.
- Bikbov MM, Orenburkina OI, Usubov EL, Nuriev IF. Intracocular correction of ametropia in patients with keratoconus. *Annals of Ophthalmology*. 2020;136(5):123–128 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma2020136051123.
- Szczotka-Flynn L, McMahon TT, Lass JH, Sugar J, Weissman BA, Stiegemeier MJ, Reinhardt WJ. Late-stage progressive corneal astigmatism after penetrating keratoplasty for keratoconus. *Eye Contact Lens*. 2004 Apr;30(2):105–110. doi: 10.1097/01.icl.00000118526.35929.0f. PMID: 15260360.
- Калинников ЮЮ, Иошин ИЭ, Григорян АР. Имплантация интрастромального роговичного кольца в коррекции роговичного астигматизма высокой степени после передней послойной глубокой кератопластики. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2015;4:30–34.
- Kalinnikov YuYu, Ioshin IE, Grigoryan AR. Implantation of an intrastromal corneal ring in the correction of high-degree corneal astigmatism after anterior lamellar deep keratoplasty. *Cataract and refractive surgery*. 2015;4:30–34 (In Russ.).
- Калинников ЮЮ, Леонтьева ГД, Селифанов ЮВ, Беззуботнов АИ, Задорожный СВ. Способ проведения кератопластики (варианты). Патент RU 2589633, 10.07.2016.
- Kalinnikov YuYu, Leontyeva GD, Selifanov YuV, Bezzabotnov AI, Zadorozhny SV. Method for performing keratoplasty (variants). Patent RU 2589633, 10.07.2016 (In Russ.).
- Калинников ЮЮ, Калинникова СЮ, Динь ТХА, Рагимова ЛФ. Хирургическая техника кератопластики с одномоментной имплантацией цельного или разомкнутого кольца в трансплантат. *Вестник офтальмологии*. 2023;139(4):71–81.
- Kalinnikov YY, Kalinnikova SY, Dinh THA, Ragimova LF. Surgical technique of keratoplasty with simultaneous implantation of a continuous ring or ring segment into the graft. *Annals of Ophthalmology*. 2023;139(4):71–81 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202313904171.
- Ting DSJ, Rana-Rahman R, Chen Y, Bell D, Danjoux JP, Morgan SJ, Ghosh S, Baylis O. Effectiveness and safety of accelerated (9mW/cm²) corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus: a 24-month follow-up. *Eye (Lond)*. 2019 May;33(5):812–818. doi: 10.1038/s41433-018-0323-9.
- Паштаев НП, Зотов ВВ. Сравнительный анализ отдаленных результатов стандартного и локального фемтокросслинkinga у больных с прогрессирующим кератоконусом. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2014;12(173):248–251.
- Pashataev NP, Zotov VV. Comparative analysis of remote results of standard and local femtocrosslinking in patients with progressive keratoconus. *Annals of Orenburg State University*. 2014;12(173):248–251 (In Russ.).
- Kanellopoulos AJ. Comparison of sequential vs same-day simultaneous collagen cross-linking and topography-guided PRK for treatment of keratoconus. *J Refract Surg*. 2009 Sep;25(9):S812–S818. doi: 10.3928/1081597X-20090813-10.

Ю.Ю. Калинников, С.Б. Измайлова, Л.Ф. Рагимова, З.М. Исмаилова, С.Ю. Калинникова...

40. Измайлова СБ, Малюгин БЭ, Сахнов СН, Комарова ОЮ, Яркин ДА, Малышев ИС. Десятилетний опыт применения оригинального алгоритма хирургического лечения пациентов с начальными стадиями кератоконуса. Офтальмохирургия. 2021;3:28–39.
Izmailova SB, Malyugin BE, Sahnov SN, Komarova OYu, Yarkin DA, Malyshev IS. Ten years of experience in applying an original algorithm for surgical treatment of patients with the initial stages of keratoconus. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2021;3:28–39 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2021-3-28-39.
41. Colin J, Cochener B, Savary G, Malet F. Correcting keratoconus with intracorneal rings. *J Cataract Refract Surg*. 2000 Aug;26(8):1117–1122. doi: 10.1016/s0886-3350(00)00451-x.
42. Nanavaty MA, Vijan KS, Yvon C. Deep anterior lamellar keratoplasty: A surgeon's guide. *J Curr Ophthalmol*. 2018 Jul 10;30(4):297–310. doi: 10.1016/j.joco.2018.06.004.
43. Malyugin BE, Belodedova A, Antonova O, Gelyastanov A, Tuuminen R, Levinger E, Achiron A, Knyazer B. Clinical comparison of manual and laser-cut corneal tunnel for intrastromal air injection in femtosecond laser-assisted deep anterior lamellar keratoplasty (DALK). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2023 Jan;261(1):185–191. doi: 10.1007/s00417-022-05765-9.
44. Farid M, Rostov AT. Femtosecond laser deep lamellar keratoplasty. *Indian J Ophthalmol*. 2022 Oct;70(10):3669–3672. doi: 10.4103/ijo.IJO_391_22.
45. Blériot A, Martin E, Lebranchu P, Zimmerman K, Libeau L, Weber M, Vabres B, Orignac I. Comparison of anatomic and functional results between Z6 femtosecond laser assisted and manual trephination in deep anterior lamellar keratoplasty for advanced keratoconus [French version]. *J Fr Ophtalmol*. 2017 Sep;40(7):571–579 (In French). doi: 10.1016/j.jfo.2017.01.013.
46. Asena L, Altınörs DD. Visual Rehabilitation After Penetrating Keratoplasty. *Exp Clin Transplant*. 2016 Nov;14(Suppl 3):130–134.
47. Юсеф ЮН, Осипян ГА, Аверич ВВ, Будникова ЕА, Абаев АЗ. Возможности контактной коррекции после кератопластики. Вестник офтальмологии. 2024;140(4):98–103.
Yusef YuN, Osipyan GA, Averich VV, Budnikova EA, Abaev AZ. Options for contact correction after keratoplasty. *Russian Annals of Ophthalmology*. 2024;140(4):98–103 (In Russ.). doi: 10.17116/oftalma202414004198.
48. Малюгин БЭ, Токмакова АН, Каримова АН. Отдаленные результаты лазерной коррекции астигматизма после сквозной кератопластики у пациентов с кератоконусом. Практическая медицина. 2017;9:128–132.
Malyugin BE, Tokmakova AN, Karimova AN. Remote results of laser correction of astigmatism after penetrating keratoplasty in patients with keratoconus. *Practical Medicine*. 2017;9:128–132 (In Russ.).
49. Альноелати-Альмасри МА, Стебнев ВС. Торические интраокулярные линзы: исторический обзор, отбор пациентов, расчет иол, хирургическая техника, клинический исход и осложнения. Национальная ассоциация ученых (Нау). 2021;36:1.
Alnoelati-Almasri MA, Stebnev VS. Toric intraocular lenses: historical review, patient selection, IOL calculation, surgical technique, clinical outcome and complications. *National Association of Scientists (NAU)*. 2021;36:1 (In Russ.).
50. Силицын МВ, Терентьева АЕ, Толмачева ТГ, Поздеева НА. Коррекция астигматизма после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера. Офтальмохирургия. 2022;1:20–25.
Sinityn M.V., Terent'eva A.E., Tolmacheva T.G., Pozdeyeva N.A. Astigmatism correction after penetrating keratoplasty by intrastromal corneal segments implantation using a femtosecond laser. *Fyodorov Journal of Ophthalmic Surgery*. 2022;1:20–25 (In Russ.). doi: 10.25276/0235-4160-2022-1-20-25.
51. Coskunseven E, Kymionis GD, Talu H, Aslan E, Diakonis VF, Bouzoukis DI, Palikarlis I. Intrastromal corneal ring segment implantation with the femtosecond laser in a post-keratoplasty patient with recurrent keratoconus. *J Cataract Refract Surg*. 2007 Oct;33(10):1808–1810. doi: 10.1016/j.jcrs.2007.05.042.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Калинников Юрий Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор кафедры офтальмологии
<https://orcid.org/0000-0001-7624-7163>

Измайлова Светлана Борисовна
доктор медицинских наук, врач высшей категории, заведующая отделом трансплантационной и оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глазного яблока
<https://orcid.org/0000-0002-3516-1774>

Рагимова Ляман Фазил кызы
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0000-0003-3441-5434>

Исмаилова Зури Муслимовна
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0009-0007-7503-2444>

Калинникова Светлана Юрьевна
кандидат медицинских наук, врач-офтальмолог, научный сотрудник лаборатории трансплантологии и клеточной биологии
<https://orcid.org/0000-0002-9109-2400>

Сагоненко Дмитрий Алексеевич
врач-офтальмолог, аспирант
<https://orcid.org/0009-0004-6625-7965>

ABOUT THE AUTHORS

Kalinnikov Yuri Y.
MD, Professor of the Ophthalmology Department
<https://orcid.org/0000-0001-7624-7163>

Izmailova Svetlana B.
MD, physician of the highest category, head of the transplantation and optical-reconstructive surgery of the anterior segment of the eyeball department
<https://orcid.org/0000-0002-3516-1774>

Ragimova Lyaman Fazil
ophthalmologist, postgraduate
<https://orcid.org/0000-0003-3441-5434>

Ismailova Zuri M.
ophthalmologist, postgraduate student
<https://orcid.org/0009-0007-7503-2444>

Kalinnikova Svetlana Y.
PhD, ophthalmologist, researcher at the transplantology and cell biology laboratory
<https://orcid.org/0000-0002-9109-2400>

Sagonenko Dmitry A.
ophthalmologist, postgraduate
<https://orcid.org/0009-0004-6625-7965>