

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2020-3-90-93>  
УДК 617.713

## Кератоконус: хирургические методы лечения и коррекции рефракционных нарушений

В.К. Суркова

ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АНРБ», Уфа

### РЕФЕРАТ

В данной обзорной статье представлен анализ научных работ, посвященных изучению диагностики и лечения кератоконуса (КК). В частности, в ней отражены результаты исследований по применению различных методов коррекции и профилактики прогрессирования КК: имплантации интрастромальных сегментов и колец, ультрафиолетового кросслинкинга роговицы, сквозной пересадки роговицы и др. Показана возможность комбинированного применения некото-

рых методов, например, имплантации интрастромальных сегментов/колец с кросслинкингом роговицы.

**Заключение.** В настоящее время остаются актуальными вопросы ранней диагностики КК и необходимость разработки комплексного его лечения.

**Ключевые слова:** кератоконус, методы лечения, ультрафиолетовый кросслинлинг роговицы, имплантация интрастромальных сегментов и колец, пересадка роговицы. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2020;3:90–93.

### ABSTRACT

#### Keratoconus: surgical methods of treatment and correction of refractive disorders

V.K. Surkova

Ufa Eye Research Institute, Ufa

This review article presents an analysis of scientific papers devoted to the study of diagnosis and treatment of keratoconus (KC). In particular, it reflects the results of research on the application of various corrections and prevention of KC progression methods: intrastromal segments and rings implantation, ultraviolet corneal crosslinking, penetrating keratoplasty etc. The possibility of combined application of some methods,

for example, intrastromal segments/ rings implantation and corneal crosslinking is shown.

**Conclusion.** At present the issues of early diagnosis of KC and the need to develop a comprehensive treatment for it remain relevant.

**Key words:** keratoconus, treatment methods, UV corneal crosslinking, intrastromal segments and rings implantation, corneal transplantation. ■

Point of View. East – West. 2020;3:90–93.

В последнее десятилетие повысилась выявляемость кератэктазий (кератоконуса, пеллюцидной краевой дегенерации роговицы) вследствие широкого применения диагностических аппаратов для исследования переднего сегмента глаза. Регистрируются случаи ятрогенных кератэктазий из-за большого числа ежегодных кераторефракционных операций. Актуальность проблемы лечения кератоконуса (КК) – наиболее частой первичной кератэктазии – определяется социальной значимостью заболевания: возникновением и прогрессированием часто в молодом трудоспособном возрасте, двусторонним поражением глаз и значительным снижением зрения.

При КК происходит нарушение биомеханической стабильности за счет структурной дезорганизации коллагеновых волокон роговицы, последняя принимает коническую форму, что сопровождается развитием правильного или неправильного астигматизма и усилением аберраций высокого порядка [1, 2].

Кератоконус – многофакторное заболевание. Генетические факторы играют ключевую роль в развитии заболевания [3-6]. В исследованиях С.Э. Аветисова с соавт. [1] установлено влияние состава микроэлементов (железо, медь, цинк, свинец, никель) на механизмы возникновения и развития КК. Деструктивный процесс в тканях роговицы приводит к образованию физико-химиче-

ского барьера в зоне кольца Флейшера, что вызывает прогрессирующее изменение структуры роговицы [7, 8].

Кератоконус диагностируют на основании совокупности клинических симптомов, биомикроскопии и изменений топографии роговицы. В диагностике ранних проявлений КК особо информативны разные методы топографической кератометрии и пахиметрии [8, 9].

В настоящее время универсально-го лечебного метода воздействия на патологический процесс при КК не существует. Большинство исследователей и клиницистов считают единственным перспективным методом лечения КК – кросслинлинг роговицы (КРК) [2, 10-13]. Этот метод

разработан G. Wollensak и T. Seiler в 2003 году [10] и основан на эффекте фотополимеризации стромальных коллагеновых волокон роговицы под воздействием фоточувствительной субстанции (раствор рибофлавина) и низких доз ультрафиолетового излучения. Перекрестное связывание волокон коллагена приводит к биомеханической стабилизации роговицы, в основе которой лежит увеличение числа интра- и интерфибрилярных ковалентных связей [2]. Положительный эффект укрепления роговицы максимален в верхних слоях роговицы на глубине до 300 микрон из-за высокого уровня поглощения ультрафиолетовых лучей и фотополимеризации именно в этих слоях.

Ультрафиолетовый кросслинкинг – малоинвазивный метод лечения начальных стадий КК, способствует биомеханической стабилизации роговицы и замедлению прогрессирования заболевания. Метод доступен и достаточно прост в исполнении, относительно безопасен и главный – имеет патогенетическую направленность. В последнее время пересмотрен и предложен целый ряд новых методов перекрестного сшивания стромы роговицы, изучается эффективность повторной процедуры в случае прогрессирования КК после первой [9, 14].

Для коррекции рефракционных нарушений и профилактики прогрессирования КК все чаще применяется интрастромальная имплантация роговичных сегментов (ИРС) и колец, изготовленных из полиметилметакрилата и гидрогелей [8, 16, 16]. Имплантация последних обеспечивает уплощение роговицы в центральной зоне и выравнивание формы роговицы, уменьшение сферического и астигматического компонентов рефракции, повышение некорригированной и корригированной остроты зрения (НКОЗ и КОЗ) вследствие ослабления рефракции [15-19]. Это вмешательство рассматривается как рефракционное пособие. Достоинство метода имплантации сегментов и колец состоит в относительно упрощенном механизме изменения кривизны роговицы, минимальном числе осложнений, быстром получении положительного оптического результата и обратности

вмешательства в отдельных случаях.

Представляют большой практический интерес сообщения об имплантации колец Феррара вначале при миопии, потом – при КК в случаях прозрачной центральной зоны роговицы [20, 21]. Применение колец способствовало получению относительно высококорректного результата и стабилизации эктатического процесса за счет возникающей деформации ткани роговицы, уплощения ее центральной зоны, изменения рефракции и, как следствие, повышения остроты зрения.

Позднее был расширен арсенал применяемых моделей ИРС, усовершенствованы методы их имплантации. Вначале применяли мануальную методику формирования интрастромальных тоннелей, в последние годы – с помощью фемтосекундного лазера. С.Э. Автисовым с соавт. [15] в результате проведенных 47 имплантаций сегментов разными методами у пациентов с КК I и II стадий по классификации Амслера было установлено уменьшение сферического и астигматического компонентов рефракции, приводящих к повышению как НКОЗ, так и КОЗ. Авторы не подтвердили стабилизации эктазии и отметили, что рефракционные результаты практически не зависят от методики операции. По мнению авторов, эти операции можно рассматривать как альтернативный вариант коррекции рефракционных нарушений при невозможности назначения жестких контактных линз. Следует отметить, что широкое применение сегментов ограничено пределами толщины роговицы и ее истончением в далекозашедших стадиях КК.

Ряд авторов отмечают длительную стабилизацию рефракции роговицы после имплантации роговичных сегментов и считают их применение важным звеном в комплексной реабилитации пациентов с кератэктазиями разного генеза [13, 21]. По данным Измайловой С.Б. (2014), умеренное число осложнений (5,8%) говорит об относительной безопасности технологии использования полимерных сегментов для коррекции аметропий при КК [17].

Наряду с сегментами, подобный эффект при КК оказывают интрастромальные кольца Myoring [22].

Возможность коррекции аметропий роговичными стромальными кольцами при КК была впервые использована другими авторами [16, 21]. Гибкость и ригидность кольца из метилметакрилата позволяют легко имплантировать его в интрастромальный карман. Кольцо подобно сегменту уплощает поверхность роговицы, исправляет коническую форму и изменяет радиус кривизны роговицы. Создание кармана для введения кольца не влияет на биомеханическую структуру роговицы. Геометрия полного замкнутого кольца увеличивает прочность стромы роговицы и, в отличие от сегментов, позволяет избежать его экструзии [16, 23]. Описана технология интрастромальной имплантации колец Myoring при КК, основанная на фемтолазерном формировании интрастромального кармана диаметром 8,0 мм на глубине 85% толщины роговицы [25]. Эти операции, по данным авторов, способствовали более выраженному повышению остроты зрения у пациентов с КК, большему уплощению поверхности роговицы, значительному снижению кератотопографических индексов, данных элевации передней и задней роговичных поверхностей. Экспериментально доказано выраженное повышение прочности роговицы при имплантации колец по сравнению с сегментами.

Единичные работы посвящены применению комбинированного лечения КК – КРК с имплантацией интрастромальных роговичных сегментов и колец, кератопластикой, фоторефракционной кератэктомией (ФРК) и др. Однако в настоящее время не определен выбор последовательности вмешательства и их эффективность [23, 24].

Некоторыми авторами отмечены достоинства одномоментного комбинированного лечения КК вследствие следующих факторов: исключение двойной хирургической и психологической травмы большого, короткий период восстановления лечения, низкая стоимость лечения из-за однократного вмешательства офтальмохирурга и однократного анестезиологического пособия [16, 23].

Некоторые исследователи, апробируя разные варианты, предпочитают первым этапом комбини-

рованного лечения выполнять имплантацию сегментов и только через 6-7 месяцев – кросслинкинг. Так, E. Coskunseven et al. [27] проводили комбинированное лечение: имплантацию ИРК и роговичный кросслинкинг в различной последовательности у 43 пациентов (48 глаз). Авторы отдали предпочтение первичной имплантации колец с последующим проведением процедуры кроссликинга не ранее 7 месяцев.

М.М. Бикбов, Г.М. Бикбова [16] изучали функциональные результаты имплантации колец Muoring в сочетании с кроссликингом роговицы при КК. В исследовании вошли 22 пациента (26 глаз) с прогрессирующим КК I-II стадии. Формирование кармана в роговице проводили микрокератомом PocketMaker, вводили кольцо с последующей центрацией относительно зрачка и зрительной оси глаза. Одновременно проводили КРК. В ходе динамического наблюдения в течение года авторы установили, что одновременное проведение кроссликинга и имплантация внутрироговичного кольца дополнили друга друга, оказывая синергический эффект. Во всех случаях после сочетанного метода лечения наблюдалось уплотнение ткани роговицы, перестройка роговичных пластин в результате увеличения, сшивания и склеивания коллагеновых волокон и окружающего матрикса.

К.Б. Першин с соавт. в проспективном исследовании изучали эффект последовательности применения кроссликинга и имплантации роговичных ИРС при КК I-III стадии по классификации Amsler-Krumeich (1998) на 63 глазах [23]. Авторы оценивали эффективность КРК, проведенного до и после имплантации ИРС, и отметили значительно большее увеличение КОЗ вдаль и снижение величины цилиндрического компонента рефракции в группе, где первоначально выполнена ИРС, а в последующем – КРК.

При одномоментном проведении имплантации колец/сегментов и КРК насыщение роговицы флуоресцеином проводят без дезэпителизации роговицы – через сформированные карман или тоннель. По мнению ряда исследователей, местное увеличение концентрации рибофлавина может усилить воздей-

ствие процедуры КРК [25-28]. Другие исследователи отрицают это, считая, что суммарный рибофлавин поглощает больше ультрафиолетовых лучей, способствуя щадящему их воздействию на структуру роговицы [10]. Однако в настоящее время нет достаточной доказательной базы, поэтому актуальным является проведение дальнейших исследований в этом направлении.

Метод ФРК также признается эффективным при стабилизированном КК, однако требует достаточной толщины роговицы и сопряжен с риском возникновения помутнений в послеоперационном периоде. В единичных научных работах отмечено, что имплантация факичных интраокулярных линз (ИОЛ) или замена прозрачного хрусталика способствуют рефракционной коррекции стабилизированного КК, не нарушая биомеханики роговицы [29].

Е.М. Пожарицкая [30] показала, что комбинированная поэтапная имплантация интрастромальных сегментов и факичных ИОЛ у пациентов со стабилизированным КК обеспечивает эффективную коррекцию астигматизма, уменьшая сферический и цилиндрический компоненты рефракции, что подтверждается высокими послеоперационными показателями НКОЗ и КОЗ.

Кератопластика (КП), по мнению С.Э. Аветисова, – универсальный метод лечения кератэктазий и применяется при всех неудачах комплексного их лечения. В последние годы предложены разные виды послойной и сквозной КП при кератоконусе, в том числе в комбинации с другими корригирующими операциями. Тем не менее, сохраняются трудности с приобретением донорского материала, опасность развития интра- и послеоперационных осложнений, возникновения высокого индуцированного астигматизма.

Таким образом, в настоящее время остаются актуальными вопросы ранней диагностики кератэктазий у пациентов и необходимость разработки их комплексного лечения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов С.Э. Кератоконус: современные подходы к изучению патогенеза,

диагностике, коррекции и лечению. Вестник офтальмологии. 2014; 6: 37-43.

2. Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Эктазии роговицы (патогенез, патоморфология, клиника, диагностика, лечение). М.: Изд-во «Офтальмология». – 2011.168с.

3. Куликов А.Н., Чурашов С.В., Камилова Т.А. и др. Молекулярно-генетические аспекты патогенеза кератоконуса. Офтальмологические ведомости. 2017; 2: 62-66.

4. Barбора A, Rabinowitz YS. Textbook on Keratokonous: New Insights. Jp. Medical. Ltd; 2011.

5. Li Y, Vitart V, Khor CC. Genome-wide association analyses identify multiple loci associated with central corneal thickness and keratoconus. Nat. Genet. 2013;45(2): 155-163.

6. Бикбов М.М., Суркова В.К., Оганисян К.Х. Кератоконус как проявление соединительнотканых дисплазий. Офтальмология. 2015; 12(1): 4-7.

7. Аветисов С.Э. Кератоконус: инновационные подходы к изучению патогенеза, диагностике, коррекции и лечению. Избранные лекции по офтальмологии НИИ глазных болезней РАМН. М.; 2013: 37-46.

8. Бикбов М.М., Бикбова Б.М., Халимов А.Р. и др. Эктазии роговицы. Избранные лекции. – М.: Изд-во «Апрель», 2018. 123с.

9. Caruso C, Epstein R, Troiano P et al. Topography and Pachymetry Guided, Rapid Epi-on Corneal Cross-Linking for Keratoconus: 7-year Stuyg Results. Cornea. 2020; 39:56-62.

10. Wollensak G, Sproerl E, Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-A-induced collagen crosslinking for the treatment ofkeratoconus. Am. J. Ophthalmol.2003; 135:620-627.

11. Caporossi A, Baiocchi S, Mazzotta C. Long-term results of riboflavin ultraviolet A corneal collagen cross-linking for kratokonus in Itali: the Siena Eye Cross Study. Am. J. Ophthalmol. 2010;149(4):585-593.

12. Anderson KD, Hashemi K, Petreli M. Keratokonous Treatment Algorithm. Acta Ophthalmol. 2017;6(2): 245-262.

13. Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Суркова В.К., Зайнуллина Н.Б. Клинические результаты лечения кератоконуса методом трансэпителиального кроссликинга роговичного коллагена. Офтальмология. 2016; 13(1): 4-9.

14. Akkaya Turhan S, Onur Aydin F, Tokar E. Clinical Results of Repeated Corneal Collagen Cross-Linking in Progressive Keratokonous. Cornea. 2020; 39:84-87.

15. Аветисов С.Э., Карамян А.А., Юсеф Ю.Н. и др. Имплантация интрастромальных роговичных сегментов при кератоконусе. Вестник офтальмологии. 2012; 6:20-24.

16. Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Результаты лечения кератоконуса методом имплантации интрастромальных роговичных колец Muoring в сочетании с кроссликингом роговичного коллагена. Офтальмохирургия. 2012; 4: 6-9.

17. Измайлова С.Б., Малюгин Б.Э., Пронкина С.А. и др. Тактика лечения и исходы осложненной имплантации роговичных сегментов при кератэктазиях различного генеза. Офтальмохирургия. 2014;2:16-23.

18. Медведев И.Б., Н.И. Медведева, Багров С.Н. Лечение кератоконуса методом кросслинкинга. М., 2010. 107с.
19. Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Исакова А.Х. Результаты имплантации интрастромальных роговичных сегментов (Keraring) при кератоконусе. Офтальмохирургия. 2013; 2: 55-58.
20. Lisa C, Ferdinander-Vega Cueto L et al. Long-term follow-up of intrastromal corneal ring segments (210-degree arc length) in central keratoconus with high corneal asphericity. *Cornea*. 2017;36(11):1325-1330.
21. Miranda D, Sartori M, Ferrara P et al. Campops Ferrara intrastromal corneal ring segments severe keratoconus. *J. Refract. Surg.* 2003;19(6):645-653.
22. Daxer A. Intracorneal continuous ring implantation for keratoconus: One-year follow-up. *J. Cataract Refract. Surg.* 2010;36:1296-1302.
23. Першин К.Б., Пашинова М.Ф., Циганков А.Ю. и др. Анализ результатов хирургического лечения кератоконуса методами имплантации интрастромальных колец и кросслинкинга роговичного коллагена. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2017;17(3):41-47.
24. Бикбов М.М., Усубов Э.Л., Исакова А.Х. Имплантация интрастромальных роговичных сегментов Keraring в сочетании с одномоментным кросслинкингом роговичного коллагена в лечении эктазий роговицы. Катарактальная и рефракционная хирургия. 2012; 12(4): 27-30.
25. Синицин М.В., Паштаев Н.П., Поздеева Н.А. Имплантация интрастромальных роговичных колец Myoring при кератоконусе. Вестник офтальмологии. 2014;3:123-126.
26. Lio JL, Shabayek MN, Artola A. Intracorneal ring segment for keratoconus correction: long-term follow-up. *J. Cataract Refract. Surg.* 2006;32:978-985.
27. Coskunseven E, Jankov M, Hafezi F et al. Effect of treatment sequence in combined intrastromal corneal rings and corneal collagen crosslinking for keratoconus. *J. Cataract Refract. Surg.* 2009;35:2084-2091.
28. Chan CC, Sharma M, Boxer Wachler BS. Effect of inferior-segment intacs with and without C3-R in keratoconus. *J. Cataract Refract. Surg.* 2007; 33:75-80.
29. Hashemian SJ, Salepoor N, Ghiasian L et al. Long-term outcomes of posterior chamber phakic intraocular lens implantation in keratoconus. *Clin. Exp. Optom.* 2018;101(5):652-658.
30. Пожарицкая Е.М. Коррекция аметропии у пациентов со стабилизированным кератоконусом интраокулярными факичными линзами: дис. ... канд. мед. наук. 2016.