

DOI: <https://doi.org/10.25276/2410-1257-2021-2-84-88>

Кератэктазии и современные методы их лечения

В.К. Суркова, А.Р. Халимов, Г.М. Казакбаева

ГБУ «Уфимский НИИ глазных болезней АН РБ»

РЕФЕРАТ

В обзорной статье приводятся нехирургические (очковая и контактная коррекция, ультрафиолетовый кросслинкинг роговицы) и хирургические методы (пересадка роговицы, интрастромальная имплантация сегментов и колец) лечения кератэктазий и, в частности, кератоконуса. Представлены собственные оригинальные разработки

ученых Уфимского НИИ глазных болезней в области кросслинкинга и различных видов кератопластики, а также перспективные направления клинических исследований по комбинированному лечению кератэктазий: кросслинкинга в сочетании с LASIK, интрастромальным введением сегментов и колец.

Ключевые слова: роговица, кератэктазии, кератоконус, нехирургические и хирургические методы лечения. ■

Точка зрения. Восток – Запад. 2021;2:84–88.

ABSTRACT

Keratectasias and modern methods of their treatment

V.K. Surkova, A.R. Khalimov, G.M. Kazakbaeva

Ufa Eye Research Institute, Ufa

The review article provides non-surgical (spectacle and contact correction, ultraviolet corneal crosslinking) and surgical methods (corneal transplantation, intrastromal implantation of segments and rings) for the treatment of keratoectasias and, in particular, keratoconus. The authors present their own original developments of scientists from the Ufa Research Institute of Eye Diseases in the field of cross-linking and various

types of keratoplasty, as well as promising areas of clinical research on the combined treatment of keratectasias: cross-linking in combination with LASIK, intrastromal introduction of segments and rings.

Key words: cornea, keratectasias, keratoconus, non-surgical and surgical methods of treatment. ■

Point of View. East – West. 2021;2:84–88.

В течение последних лет опубликовано значительное количество научных работ, посвященных разным аспектам диагностики и лечения первичных и вторичных (чаще индуцированных) эктазий роговицы [1-7].

Среди эктагических заболеваний роговой оболочки (РО) наиболее часто встречается кератоконус (КК), значительно реже – первичная маргинальная дистрофия роговицы (ПМДР) и кератоглобус. Развитие первичных кератэктазий (ПКЭ) обусловлено взаимным влиянием многочисленных факторов различного генеза (иммунных, эндокринных, оксидантных, ферментатив-

ных и др.), дисбаланс которых, так или иначе, способствует хронической дегенерации коллагенового каркаса, дисплазии стромы, в результате чего снижаются прочностно-механические свойства РО [2, 3]. Кератоконус – болезнь молодых людей обоего пола, является двусторонним заболеванием, имеет прогрессирующий характер.

Первичная маргинальная дистрофия роговицы (ПМДР) – редко встречающееся идиопатическое заболевание характеризуется периферическим истончением ткани РО в виде узкой циркулярной полосы в 2,0 мм от лимба, чаще локализуемой в нижней половине. Полезны

сообщения исследователей о дифференциальном диагнозе первичных эктазий РО [3, 8]. Если КК может развиваться в подростковом и юношеском возрасте, то ПМДР – в 25-40 лет. При КК чаще отмечается прогрессирование эктазии со снижением зрения, но реже возникают тяжелые осложнения в виде острого гидропса роговицы более характерного для ПМДР. В отличие от КК, при маргинальной дистрофии не обнаруживаются кольцо Флейшера или стрии Фогта. Кроме этого, при ПМДР отсутствует васкуляризация РО и отложение липидов, характерных для краевой дегенерации Терриена.

А.Ю. Слонимский и соавт. [9] де-

тально раскрывают особенности дифференциальной диагностики КК и ПМДР, приводят показательные клинические случаи последней, подробно обсуждают нередко возникающие трудности при постановке диагноза. Для выявления ранних стадий заболевания применяют такие методы исследования, как биомикроскопия, пахиметрия, конфокальная микроскопия, кератотопографические исследования в динамике, которые позволяют выявить при ПМДР характерную картину. При нижней (наиболее частой) локализации ПМДР протрузия (выпячивание) определяется всегда выше самой тонкой линии истончения, тогда как при КК, наоборот, максимальная протрузия выявляется в зоне минимальной толщины РО.

Исследования последних десятилетий прошлого века свидетельствуют о значительном разбросе данных встречаемости ПКЭ в Европе и республиках бывшего Советского Союза: 1 на 10 тыс. населения и 1 на 420 населения [3, 4]. Рост заболеваемости ПКЭ в последние годы объясняется повышением квалификации и осведомленности специалистов по проблеме кератэктазий, а также появлением современного диагностического оборудования, позволяющего своевременно диагностировать ранние и даже субклинические стадии заболевания.

Многие исследователи, занимающиеся проблемой КК, сделали следующее заключение: в возрасте до 30 лет процесс прогрессирует в 80% случаев, после 30 лет – только в 20%. Это вероятно связано с тем, что с возрастом повышение жесткости роговицы происходит за счет естественных механизмов старения организма человека. Выраженное прогрессирование заболевания регистрируется в течение 5-10 лет от начала постановки диагноза. Чем раньше возникает КК, тем тяжелее он протекает [3, 5].

Ятрогенные кератэктазии чаще связаны с широким применением кераторефракционных операций: ФПК, LASIK, радиальной кератотомии, кератопластики, а также после травм и полостных операций. Основные причины возникновения кератэктазий: латентные дисфункции РО, неустойчивость биомехани-

ки роговицы, повышение офтальмотонуса, моргание и натирание глаз.

В патогенезе кератэктазий важную роль играют изменения ферментативной активности в кератоцитах, что ведет к развитию в них коллагенолитических процессов. Причины заболевания до конца не изучены. Известно, что ослабление межфибрилярных связей в коллагеновых волокнах и нарушения синтетической активности кератоцитов, затрагивающих метаболизм протеогликанов, приводят к прогрессирующему интраламеллярному сдвигу и истончению роговицы [3, 7, 10-12]. Большинство ученых склонны к генетической этиологии этого заболевания [13, 14].

Сложность диагностики ПКЭ объясняется отсутствием специфических признаков. Для заболевания характерны традиционные жалобы больных (непереносимость контактных линз, светобоязнь, двоение изображения, размытость очертаний), склонность к аллергии, позднее возникновение миопии и астигматизма, увеличение преломляющей силы роговицы и ее деформация, удлинение передне-задней оси глаза, повышение максимальной остроты зрения при диафрагмировании, определяются также нарушения рефракции (миопия в сочетании с неправильным астигматизмом), при скиаскопии выявляется симптом ножниц или «створчатой тени» [3].

Помогают в диагностике оценка биомеханических показателей роговицы с помощью двунаправленной апланации на приборе Ocular Response Analyzer (ORA-Reichert), фактора резистентности роговицы (CRF), роговичного гистерезиса (CH) и толщины роговицы, измеряемой пахиметром. Хотя рядом авторов оценка фактора резистентности роговицы и роговичного гистерезиса признаны недостаточно объективными методами. Важное значение в диагностике ПКЭ имеют кератотопографические исследования роговицы. Анализ корнеальных статических индексов (SAI, SRI) позволяет обнаружить патологические изменения формы роговицы еще до клинических проявлений заболеваний. Измерение толщины роговицы с помощью аппаратов ORBscan,

Pentacam позволяет построить точные топографические карты передней и задней поверхностей роговицы, отражающих ее преломляющую силу и кривизну, локализовать вершину кератоконуса.

Большое разнообразие предложенных методов лечения КК и коррекции аметропий свидетельствует о продолжающемся поиске новых оптимальных подходов к решению данной проблемы. Учитывая патогенез и течение заболевания, лечение КК связано с воздействием на структуру роговицы, изменением ее толщины и процесса регенерации. Коррекцию эктазий проводят нехирургическими и хирургическими способами.

Нехирургические методы лечения включают очковую и контактную коррекцию жесткими и газопроницаемыми линзами, которые нивелируют неровности поверхности роговицы. Описан специфический эффект линз Rose K, обеспечивающий их посадку на вершину кератэктазии, учитывая форму РО, что повышает остроту зрения при разных стадиях КК. Линзы Rose u Bosh с заполнением подлинзового пространства улучшают зрение и поддерживают экосистему роговицы, выравнивая ее поверхность [16]. Обоснованием применения склеральных линз при КК служит высокая острота зрения в линзах этого вида и минимальный контакт их с дистрофически измененной поверхностью роговицы [5]. Недостатками жестких линз являются риск рубцевания, возникновение поверхностной кератопатии и эрозий, нарушение обмена слезы.

А.В. Мягков [17] на примере клинических случаев представил тактику оптической коррекции склеральными линзами пациентов с эктазиями роговицы. Газопроницаемые склеральные линзы, обладая увеличенным сагитальным размером, практически не контактируют с поверхностью РО или лимбальной зоной, являясь оптимальным методом оптической коррекции у пациентов с нерегулярными параметрами роговицами. Возможности мультифокального и торического дизайнов позволяют достичь максимальной остроты зрения. Высокий клиренс подлинзового пространства обеспе-

чивает идеальные условия для регенерации эпителия роговицы, одновременно сохраняя слезную пленку.

В последние 10-15 лет исследователи и клиницисты сходятся во мнении, что лучшим методом лечения начальных стадий КК является способ перекрестного связывания коллагена роговицы, предложенный в 2003 году G. Wollensak et al. – UV-кросслинкинг (КРК). Метод применяется для биомеханической стабилизации роговицы при прогрессирующей эктазии у пациентов в начальных стадиях КК и при ятрогенной кератэктазии. Позднее эти исследования дополнены, и было доказано воздействие процедуры на все структуры роговицы, включая экстрацеллюлярный матрикс ее стромы [16]. Основное значение КРК заключается в усилении прочности ослабленной роговицы и предотвращении прогрессирования эктазии. Кросслинкинг приостанавливает процесс истончения и растяжения роговицы.

В Уфимском НИИ глазных болезней исследования по изучению эффективности КРК в экспериментах и клинике проводятся с 2005 года. Разрабатываются новые протоколы осуществления процедуры КРК, изучаются отдаленные экспериментальные и клинические результаты рибофлавин-ультрафиолетового воздействия на структуры глаза. Совместно с ведущими специалистами в области КРК обсуждаются многие аспекты процедуры в процессе общения на ежегодных международных научных форумах, в частности, на ежегодной Международной конференции по офтальмологии «Восток-Запад» (Уфа).

Традиционный наиболее часто используемый Дрезденский протокол КРК связан с удалением эпителия роговицы. В этом случае неизбежны осложнения: роговичный синдром, псевдохейз, невозможность ношения контактных линз длительное время. В единичных случаях возможны инфекционные процессы роговицы и глаза. В связи с этим были предложены новые способы насыщения роговицы фотосенсибилизатором (ФС) без снятия эпителия [3, 21].

Б.Э. Малюгин с соавт. [22] предложили технологию УФ КРК с до-

зированной скарификацией эпителия роговицы инструментом – скарификатором оригинальной модели (производства ЭТП «Микрохирургия глаза»), которая сокращает период послеоперационного дискомфорта за счет ускоренной эпителизации роговицы по сравнению с классической технологией.

С.Н. Анисимовым с соавт. [23] была разработана технология локального УФ кроссликинга, учитывающая топографическое расположение верхушки КК. Вмешательство проводится в парацентральной зоне и не затрагивает центральную оптическую часть РО. По сравнению с классическим методом, при локальном КРК уменьшается кривизна и стабилизируется толщина роговицы, останавливается прогрессирование эктазии, при этом повышается корригированная и некорригированная острота зрения (КОЗ и НКОЗ). Методика предполагает использование на этапе УФ облучения индивидуальных масок, формирующих направление светового потока непосредственно в месте эктазии и участках роговицы со сниженной ригидностью.

Учитывая достоинства технологии УФ кроссликинга, предложенной А. Kanellopoulos et al. с использованием интрастромального кармана для введения раствора ФС, ряд авторов [15, 24] предложили новую технологию циркулярного тоннельного КРК с фемтолазерным формированием кольцевидного интрастромального тоннеля для его введения с учетом расположения зоны эктазии. Этот метод позволил добиться стабилизации прогрессирующего КК в 96,8% случаев при сроке наблюдения до 3 лет у пациентов с 1-2-й стадиями по классификации Amsler-Krumeich. При этом отмечено уменьшение или отсутствие роговичного синдрома и сокращение сроков послеоперационной реабилитации.

Многие авторы отмечают, что промедление с проведением КРК способствует прогрессированию эктазии [25, 26].

В последние годы продолжается совершенствование и обновление КРК: предложены его методики при тонких роговицах (350-400 мкм) с использованием контактных линз,

ускоренная процедура за счет снижения продолжительности УФ-облучения [15, 16, 22].

В Уфимском НИИ глазных болезней разработаны растворы ФС различного состава, позволяющие проводить процедуру КРК безопасно и эффективно с учетом биометрических показателей роговицы. Раствор ФС «Декстралинк», содержащий 0,1%-й рибофлавин и 20%-й декстран с молекулярной массой 450-550 кДа на изотонической основе (регистрационное удостоверение № ФСР 2010/09071 от 24.10.2016) в настоящее время применяется во многих офтальмологических клиниках России. Экспериментальные исследования показали, что декстралинк снижает интенсивность ультрафиолетового излучения, не оказывает повреждающего действия на кератоциты, защищает эндотелий и внутриглазные структуры, ускоряет регенеративные процессы в роговице и заживление ее повреждений [3, 7]. Разработаны устройства для ультрафиолетового излучения: «УФалинк» (регистрационное удостоверение №ФСР 2009/05489 от 24.10.2016 г., «Уфалинк Квант» (регистрационное удостоверение № РЗН 2019/8172 от 06.03.2019) и др.

Значительное изменение кривизны РО и непереносимость контактной коррекции являются показанием к хирургическому лечению КК. В настоящее время интрастромальная кератопластика с имплантацией роговичных сегментов и колец в различных модификациях является эффективным методом лечения кератэктазий, обеспечивающим относительно небольшой период реабилитации, стабилизацию эктатического процесса и высокий рефракционный результат со значительным снижением значений сферического и цилиндрического компонентов и повышением КОЗ и НКОЗ [27-30].

При кератэктазиях применяются все виды кератопластики, в том числе современные высокоспециализированные [3, 10, 18]. Вследствие дефицита донорского материала ряд авторов для лечения КК предложили метод фемтолазерной рефракционной аутокератопластики, основанный на моделировании собственной

РО с восстановлением более физиологического профиля и улучшением оптических свойств [31-33].

Ю.Ю. Калинин с соавт. [34, 35] описали результаты методов комбинированной кератопластики «Smile + Ring», имплантации в роговичный трансплантат сегмента протяженностью 359° для профилактики посткератопластического астигматизма при ПМДР. Методами хирургического лечения последней являются также клиновидная резекция, различные виды послойной кератопластики, имплантация интрастромальных сегментов, сквозная кератопластика, КРК. Однако хороший оптический эффект при ПМДР достигается редко [36].

Бандажная лечебно-оптическая кератопластика при ПМДР состоит в расслоении крайней периферии роговицы, утолщении и биомеханическом укреплении истонченной зоны роговицы с помощью донорского послойного роговичного лоскута, который блокирует эктазированный участок, играя роль бандажа [32, 37]. Методика изменяет архитектонику роговицы, обеспечивает остановку прогрессирования эктазии, улучшая тем самым оптические ее свойства.

Приведен первый опыт трансплантации боуеновой оболочки в строму роговицы 30 пациентам с прогрессирующим КК III–IV стадий, при этом были получены стабилизирующий эффект и возможность избежать или отложить проведение кератопластики на длительное время. Единичные подобные пробные операции проводились и раньше с целью купирования прогрессирования КК у пациентов с высокой остротой зрения в контактных линзах, но имеющих противопоказания к проведению УФ-кроссликинга и имплантации интрастромальных сегментов или колец [34, 40].

У больных с КК при высокой преломляющей силе РО (48,0-79,0) проводится эпикератопластика. Обязательным условием проведения этой операции является отсутствие помутнения и дефектов в оптической зоне [3, 41]. Впервые применялись биолинзы из свежей донорской РО. Выравнивание передней поверхности роговицы и снижение ее преломляющей силы с помощью транс-

плантата способствовало повышению зрительных функций. Эпикератопластика при остром КК имеет преимущество по сравнению с сквозной и может быть первым этапом в спасении глаза и улучшении зрения.

Сквозная кератопластика, применяемая при ПМДР, имеет высокий риск отторжения трансплантата из-за близости к лимбальной зоне и, как правило, сопровождается индуцированным астигматизмом. Послойная кератопластика (поверхностная и глубокая) применяется с селективной целью для замены слабой роговичной ткани при развитых стадиях КК. Клиновидную резекцию на периферии РО применяют при ограниченном участке эктазии, но результаты такого вмешательства оставляют желать лучшего.

В настоящее время проводятся многоцентровые клинические испытания по комбинированному лечению кератэктазий: кроссликинг в сочетании с LASIK, интрастромальное введение сегментов и колец с тем, чтобы коническую роговицу сделать более плоской и симметричной для оптимизации преломляющей способности и улучшения оптических показателей. Поскольку у этих операций различные клинические задачи и механизм действия, при их сочетании отмечается хороший синергический эффект [42].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на расширение парадигмы в области кератэктазий (получение положительных результатов применения КРК и кераторефракционных операций) в последнее десятилетие, необходимы дальнейшие многоцентровые проспективные исследования на большом числе наблюдений для точной оценки отдаленных результатов лечения данного заболевания, в том числе в зависимости от его стадии. Требуется дальнейшие эпидемиологические исследования распространенности кератэктазий в связи с полиэтиническим составом населения и своеобразием генофонда в Республике Башкортостан и России в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rabinowitz Y.S. Keratoconus. *Surv Ophthalmol.* 1998; 42: 297-319.
2. Wollensak G., Seiler T. Riboflavin/ultraviolet-a-induced collagen crosslinking for the treatment of keratoconus. *Am. J. Ophthalmol.* 2003; 135(5): 620-627.
3. Бикбов М.М., Бикбова Г.М. Эктазии роговицы (патогенез, патоморфология, клиника, диагностика, лечение). М.: Изд-во «Офтальмология», М., 2011. 164 с.
4. Charles N.J. Mcghee., Bia Z Kim, Peter J. Wilson. *Contemporary Treatment Paradigms in Keratoconus. Cornea.* 2015; 34 (Suppl): 16-23.
5. Абугова Т.Д. Кератоконус. Клиническая лекция для врачей-офтальмологов и оптометристов. СПб.: ООО «РА «Веко»; 2015: 94.
6. Бикбов М.М., Бикбова Г.М., Халимов А.Р., Усубов Э.Л. Эктазии роговицы. Избранные лекции. М.: Апрель, 2018. 123 с.
7. Халимов А.Р. Молекулярные и клеточные механизмы ультрафиолетового сшивания роговицы: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2019.
8. Суркова В.К. Кератоконус: хирургические методы лечения и коррекция рефракционных нарушений. Точка зрения. Восток-Запад. 2020; 3: 90-93.
9. Слонимский А.Ю., Слонимский Ю.Б., Ситник Г.В. и др. Пеллюцидная маргинальная дегенерация роговицы и кератоконус: дифференциальный диагноз и тактика ведения больных. *Офтальмология.* 2019; 4: 433-441.
10. Аветисов С.Э. Кератоконус: современные подходы к изучению патогенеза, диагностике, коррекции, лечению. *Вестник офтальмологии.* 2014; 130(6): 37-43.
11. Комаровских Е.М., Подтынных Е.В. Кератоконус: некоторые вопросы патогенеза. *Medicus.* 2016; 71-73.
12. Davidson A.E., Hayes S., Hardcastle A.J. et al. The pathogenesis of keratoconus. *Eye (Lond.)*, 2014; 28: 189-195.
13. Хлебникова О.В., Дадали Е.Л. Наследственная патология органа зрения. Под редакцией Е.К. Гинтера. М.: Авторская академия, 2014: 304.
14. Бикбов М.М., Усубов Э.Л., Оганисян К.Х. и др. Роль генетических факторов в развитии кератоконуса. *Генетика.* 2017; 5: 517-525.
15. Пашгаев Н.П., Поздеева Н.П., Зотов В.В. и др. Сравнительный анализ влияния различных вариантов кроссликинга на биомеханическую стабильность роговицы. *Вестник офтальмологии.* 2016; (2): 38-46.
16. Maharana P., Dubey A., Jhanji V. et al. Management of advanced corneal ectasias. *Br. J. Ophthalmol.* 2016; 100: 34-40.
17. Мягков А.В. Руководство по медицинской оптике. Часть 2. Контактная коррекция зрения. М.: Изд-во «Апрель». 2018: 321.
18. Каспарова Е.А., Федоров А.А. Клинические результаты модифицированного кроссликинга в лечении гнойных кератитов и язв роговицы. *Вестник офтальмологии.* 2020; 3: 64-73.

19. Said D., Elatfy M., Gatziofias et al. Collagen crosslinking with Photoactivated riboflavin for the treatment of advanced infectious keratitis with corneal melting. *Ophthalmology*. 2014; 121 (7): 1377-1382.
20. Ramona B.I., Catalina C., Andrei M. et al. Collagen crosslinking in the management of microbial keratitis. *Rom. J. Ophthalmol*. 2016; 60(1): 28-30.
21. Caruso C., Epstein R., Troiano P. et al. Topography and Pachymetry Guided, Rapid Epi-on Corneal Cross-linking for Keratoconus. 7-year Study Results. *Cornea*. 2020; 39: 56-62.
22. Малюгин Б.Э., Измайлова С.Б., Мерзлов Д.Е. и др. Отдаленные результаты использования различных технологий Уф-кросслинкинга у пациентов с прогрессирующим кератоконусом. *Офтальмохирургия*. 2014;4:14-20.
23. Анисимов С.И., Трубилин В.Н., Золотаревский К.А. Результаты проведения персонализированного кросслинкинга для лечения кератэктазий. *Федоровские чтения. Сб. науч. статей. М.; 2011: 66.*
24. Kanellopou A.J. Long term results of a prospective randomized bilateral eye comparison trial of higher fluence, shorter duration ultraviolet a radiation, and riboflavin collagen crosslinking for progressive keratoconus. *ClinOphthalmology*. 2012; 6: 97-101.
25. Yi Wei Goh., Gokul A., Yadegarfar M.E. Prospective Clinical Study of Keratoconus Progression in Patients Awaiting Corneal Cross-linking. *Cornea* 2020; 39:1256-1260.
26. Romano V., Vinciguerra R., Arbab E.M. et al. Progression of keratoconus in patients while awaiting corneal cross-linking: a prospective clinical study. *J.Refract. Surg*. 2018; 34:177-180.
27. Bikbova G., Kazakbaeva G., Bikbov M., Usubov E. Complete corneal ring (myoring) implantation combined with corneal collagen crosslinking for keratoconus 3-year follow-up. *International Ophthalmology*. 2018; 38(3): 1285-1293.
28. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., Синицин М.В., Щеглова М.А. Сравнительный анализ отдаленных клинико-функциональных результатов имплантации интрастромальных колец MyoRing по стандартной и оптимизированной технологиям с применением фемтосекундного лазера у пациентов с кератоконусом. *Офтальмология*. 2017; 1: 40-46.
29. Терещенко А.В., Трифаненкова И.Г., Вишнякова Е.Н. Сравнительный анализ клинической эффективности интрастромальной кератопластики с применением цифрового разметочного устройства у пациентов с кератоконусом. *Офтальмология*. 2020; 1: 42-48.
30. Daxer A., Horantner R. Long-term results of MyoRing treatment of keratoconus. *J. Ophthalmol*. 2017; 2:123-129.
31. Vamdad Sh., Sedaghat M.R., Yasemi M. Intracorneal stromal ring can affect the biomechanics of ectatic cornea. *J. Ophthalmology*. 2020; 7: 427-437.
32. Ситник Г.В., Слонимский А.Ю., Слонимский Ю.Б. Фемтолазерная рефракционная кератопластика – новый способ хирургического лечения кератоконуса. *Точка зрения. Восток-Запад*. 2016;1: 42-45.
33. Осипян Г.А., Шелудченко В.М., Храйстин Х. Современные хирургические методы лечения кератэктазий. *Обзор литературы. Вестник офтальмологии*. 2019; 2: 138-143.
34. Оганесян О.Г., Гетадарян В.Г., Макаров П.В. Трансплантация боуменоваго слоя при прогрессирующем кератоконусе. *Российский офтальмологический журнал*. 2019; 4: 43-50.
35. Калинин Ю.Ю., Иошин И.Э., Григорян А.Р. Клинико-функциональные результаты использования кольцевидных интрастромальных роговичных имплантов при кератоконусе. *Катарактальная и рефракционная хирургия*. 2017; 2: 31-38.
36. Калинин Ю.Ю., Иошин И.Э., Григорян А.П. Фемтолазерная кератопластика с использованием кольцевидного роговичного имплантата 359° в лечении кератоконуса. *Практическая медицина*. 2017; 1: 15-18.
37. Бикбов М.М., Суркова В.К., Халимов А.Р., Усубов Э.Л. Результаты лечения пеллоидной маргинальной дегенерации роговицы методом роговичного кросслинкинга. *Вестник офтальмологии*. 2017; 3: 58-64.
38. Мимиконян В.Р., Осипян Г.А., Храйстин Х. Бандажная лечебно-оптическая кератопластика при прогрессирующей пеллоидной маргинальной дегенерации. *Вестник офтальмологии*. 2018; 2: 174-176.
39. Шелудченко В.М., Воронин Г.В., Осипян Г.А. Методы хирургического лечения кератэктазии и анализ послеоперационного качества зрения. *Вестник офтальмологии*. 2020; 5: 308-316.
40. Van Dijk K., Parker J., Tong C.M. et al. Midstromal Isolated Bowman Layer Graft for Reduction of Advanced Keratoconus: A Technique to Postpone Penetrating or Deep Anterior Lamellar Keratoplasty. *JAMA. Ophthalmol*. 2014; 132(4): 495-501.
41. Panda A., Gupta A., Sharma N. Anatomical and functional graft survival 10 years after epikeranoplasty in keratoconus. *Indian J. Ophthalmol*. 2013; 61(1): 18-22.
42. Mohammadpour M., Masoumi A., Dehghan M. et al. Myoring Implantation with and without Corneal Collagen Crosslinking for the Management of Keratoconus. *J. Ophthalmic Vis. Res*. 2020; 15(4): 486-492.