

СИНИЦЫН МАКСИМ ВЛАДИМИРОВИЧ

**КЛИНИКО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА
ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНТРАСТРОМАЛЬНОЙ ИМПЛАНТАЦИИ
КОЛЕЦ MYORING ПО ОПТИМИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
В РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С КЕРАТОКОНУСОМ**

14.01.07. – глазные болезни

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Работа выполнена в Чебоксарском филиале ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России

Научный руководитель: доктор медицинских наук
заместитель директора по научной работе
Чебоксарского филиала
ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза»
им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России
Поздеева Надежда Александровна

Официальные оппоненты: доктор медицинских наук,
ФГБУ Клиническая больница
Управления делами Президента РФ
Калинников Юрий Юрьевич
доктор медицинских наук, профессор,
научный директор Глазного центра
«Восток-Прозрение»
Анисимов Сергей Игоревич

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение
«Научно-исследовательский институт
глазных болезней»

Защита состоится «19» июня 2017 г. в _____ часов на заседании диссертационного совета Д.208.014.01 при ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава РФ по адресу: 127486, Москва, Бескудниковский бульвар, д. 59А.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России.

Автореферат разослан _____ 2017 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор медицинских наук

И.А. Мушкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

Кератоконус (КК) – это генетически детерминированное дистрофическое заболевание роговицы, характеризующееся нарушением ее биомеханической стабильности за счет структурной дезорганизации коллагеновых волокон, которое приводит к оптической неоднородности ткани роговицы с последующим истончением, конусовидным выпячиванием и нарушением прозрачности (Пучковская Н.А., Титаренко З.Д., 1984). Актуальность КК определяется современными тенденциями к росту заболеваемости, двусторонним поражением органа зрения, широким возрастным диапазоном – от 10 до 89 лет, социальной значимостью в связи с прогрессирующим характером течения, приводящим пациентов к инвалидизации по зрению в молодом трудоспособном возрасте (Севостьянов Е.Н., Горскова Е.Н., 2005).

Среди всех заболеваний роговицы КК является одной из самых распространённых причин слабовидения и составляет по данным разных авторов 0,6-0,9% (Coperman P.W., 1965; Каспаров А.А., 1988; Севостьянов Е.Н., 2006).

В настоящее время в реабилитации пациентов с КК II-III стадии широко применяется имплантация интрастромальных сегментов и колец, позволяющих стабилизировать заболевание за счет создания каркаса жесткости для ослабленной роговицы и одновременно скорректировать сопутствующую аметропию за счет уплощения роговичной поверхности, улучшения сферичности и центрации ее вершины. Эффективность и стабильность результатов при применении вышеуказанных методов подтверждена большим количеством публикаций различных авторов и не вызывает сомнений (Блаватская Е.Д., 1956; Colin J., Ferrara P., 2003; Kwitko S., Severo N.S., Мороз З.И., Измайлова С.Б., Ковшун Е.В., 2004; Alio J.L., 2006; Daxer A., 2008, 2009, 2010, 2012, 2014; Kanelloropoulos A.J., 2009; Mahmoud H., 2010; Паштаев Н.П., Маслова Н.А., 2012).

В последние годы все больший интерес во всем мире приобретает методика интрастромальной имплантации колец MyoRing (Daxer A., 2007), заключающаяся в имплантации кольца в интрастромальный карман со стандартным диаметром 9,0 мм, сформированный в каждом случае на глубине 300 мкм, для которой разработан соответствующий ей аппланатор. Однако, стандартные параметры интрастромального

кармана ограничивают хирурга в выборе его диаметра и глубины формирования, т.к. не учитывают индивидуальной толщины роговицы пациента. В литературных источниках приведены лишь единичные публикации о сроках и влиянии на рефракционный эффект производимой в послеоперационном периоде коррекции положения кольца MyoRing. Нет сведений о возможности изменения параметров интрастромального кармана и их влиянии на биомеханические свойства роговицы, о дифференцированном подходе к применению методов интрастромальной имплантации колец MyoRing и интрароговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера для формирования интрастромальных кармана и тоннеля. Отсутствуют экспериментальные работы, описывающие в сравнительном аспекте изменения прочностных свойств роговицы после формирования интрастромальных кармана и тоннеля с помощью фемтосекундного лазера, в том числе после имплантации колец MyoRing и интрароговичных сегментов.

Цель настоящего исследования – разработка оптимизированной технологии интрастромальной имплантации колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера для повышения эффективности реабилитации пациентов с кератоконусом II и III стадий (по классификации Amsler-Krumeich).

Задачи исследования

1. Оптимизировать параметры интрастромального кармана, сформированного с применением фемтосекундного лазера, для имплантации колец MyoRing.
2. Исследовать и сравнить в эксперименте влияние на прочностные свойства роговицы формирования с помощью фемтосекундного лазера интрастромальных карманов на различной глубине без и с имплантацией кольца MyoRing и интрастромального тоннеля без и с имплантацией интрароговичных сегментов.
3. Провести анализ клинико-функциональных результатов интрастромальной имплантации колец MyoRing по оптимизированной технологии в сравнении со стандартным методом и с имплантацией роговичных сегментов в интрастромальные карманы и тоннели, сформированные с применением фемтосекундного лазера.

4. Оценить и сравнить по данным конфокальной микроскопии морфологические изменения структуры роговицы *in vivo* после интрастромальной имплантации колец MyoRing и интрароговичных сегментов.

5. Установить оптимальные сроки выполнения и влияние на рефракционный эффект коррекции положения кольца MyoRing.

6. Определить дифференцированные показания для интрастромальной имплантации колец MyoRing по оптимизированной технологии и интрароговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера в реабилитации пациентов с кератоконусом II–III стадии.

Научная новизна результатов исследования

1. Впервые показано, что оптимизированная технология интрастромальной имплантации колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера по сравнению со стандартным методом и с имплантацией интрароговичных сегментов приводит к более выраженному уплощению роговичной поверхности с более значительным снижением значений кератотопографических индексов, элевации задней роговичной поверхности и суммарных роговичных аберраций, в том числе высших порядков; большему повышению, по сравнению со стандартным методом, биомеханических свойств роговицы по данным ORA у пациентов с кератоконусом II и III стадий; более выраженному по сравнению с имплантацией интрароговичных сегментов увеличению остроты зрения у пациентов с кератоконусом III стадии при среднем значении кератометрии более 55,0 дптр, данных элевации передней поверхности роговицы у пациентов с кератоконусом II и III стадий.

2. Впервые в эксперименте доказано, что оптимизированная технология имплантации колец MyoRing способствует более значительному повышению прочностных свойств роговицы по сравнению со стандартным методом и с имплантацией интрастромальных сегментов.

3. Впервые по данным конфокальной микроскопии показаны идентичные морфологические изменения в строме роговицы и различие в более частом формировании эпителиальной пробки при заживлении входного разреза после

имплантации с применением фемтосекундного лазера колец MyoRing по сравнению с интрароговичными сегментами.

Практическая значимость

1. Впервые разработана, клинически апробирована и внедрена в клиническую практику оптимизированная технология интрастромальной имплантации колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера для формирования интрастромального кармана в реабилитации пациентов с кератоконусом II-III стадии.

2. Впервые отмечено, что стабилизация кератоконуса после имплантации колец MyoRing по оптимизированной и стандартной технологиям происходит к 1 году, однако, в отличие от оптимизированной технологии, при применении стандартного метода имеется незначительный регресс данных минимальной пахиметрии над кольцом MyoRing, кератометрии, элевации задней поверхности роговицы в период от 6 до 12 мес после операции.

3. Впервые установлено, что оптимальными сроками для коррекции положения кольца MyoRing являются первые 3 мес после проведенной операции, определена зависимость рефракционного эффекта от величины, направления смещения, а также от параметров самого кольца.

4. Впервые разработаны дифференцированные показания к применению методов интрастромальной имплантации колец MyoRing по оптимизированной технологии и интрароговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера для формирования интрастромальных кармана и тоннеля.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

Применение разработанной оптимизированной технологии имплантации колец MyoRing в интрастромальный карман, сформированный с применением фемтосекундного лазера, позволяет за счет оптимизации параметров интрастромального кармана и создания дополнительного каркаса жесткости в глубоких слоях задней стромы ослабленной роговицы улучшить ее биомеханические свойства, остановить прогрессирование кератоконуса II – III стадии, стабилизировать данные пахиметрии, элевации передней и задней роговичных поверхностей и одновременно улучшить визометрические данные пациентов, снизить суммарные роговичные аберрации, что

способствует повышению уровня социальной и профессиональной реабилитации пациентов с кератоконусом.

Апробация работы

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на XIV-XVII всероссийских научно-практических конференциях «Современные технологии катарактальной и рефракционной хирургии» (Москва, 2013-2016), на XI, XII всероссийских научно-практических конференциях «ФЕДОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ» (Москва, 2013, 2014), на научно-практической конференции «Рефракция» (Самара, 2013), на научно-практической конференции «Восток–Запад» (Уфа, 2013), на научно-практической конференции «Новые технологии в офтальмологии» (Казань, 2013), на заседании регионального отделения Общества офтальмологов России (Чебоксары, 2013, 2014), на VII Евро-Азиатской международной конференции по офтальмохирургии (Екатеринбург, 2015), на X съезде офтальмологов России (Москва, 2015), на научно-практической конференции, посвященной 90-летию профессора Л.В. Коссовского "Современные методы лечения и диагностики в офтальмологии" (Нижний Новгород, 2015), а также на научно-практической конференции «Современные медицинские технологии диагностики и лечения кератэктазии» (Волгоград, 2016).

Публикации

По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 5 – в научных журналах, рецензируемых ВАК РФ. Получен 1 патент и подана 1 заявка на патент РФ на изобретение.

Внедрение результатов работы

Результаты исследования внедрены в клиническую практику Чебоксарского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России, включены в программу лекционного курса на сертификационном цикле по офтальмологии и курсах тематического усовершенствования по диагностике и лечению патологии рефракции научно-образовательного отдела Чебоксарского филиала ФГАУ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России и ГАУ ЧР ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава ЧР.

Структура и объём работы

Диссертация изложена на 178 листах компьютерного текста и состоит из введения, 3-х глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и обзора литературы. Работа иллюстрирована 67 рисунками и 23 таблицами. Библиографический указатель содержит 168 источников, из них 87 работ отечественных и 81 – зарубежных авторов.

Клиническая часть исследования проводилась в Чебоксарском филиале Федерального государственного автономного учреждения «Межотраслевой научно-технический комплекс «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Фёдорова» Минздрава России.

Экспериментальные исследования прочностных характеристик роговицы проводили в лаборатории федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный архитектурно-строительный университет» (Казань, к.т.н. Гайфуллин А.Р.).

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Дизайн исследования

Дизайн работы основан на проведении экспериментального и клинических исследований эффективности оптимизированной технологии интрастромальной имплантации колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера и анализе полученных результатов в сравнении со стандартным методом и с имплантацией интрароговичных сегментов у пациентов с кератоконусом II и III стадий (табл. 1).

Таблица 1 - Дизайн работы

I. Экспериментальное исследование		
<p>Исследование влияния интрастромальных карманов и тоннелей, сформированных с помощью ФСЛ без и с имплантацией колец MyoRing на различной глубине и интрароговичных сегментов на прочностные свойства роговицы</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 группа – 4 глаза кроликов с интактными роговицами ✓ 2 группа - 4 глаза после формирования интрастромального тоннеля ✓ 3 группа - 4 глаза после формирования интрастромального кармана ✓ 4 группа - 4 глаза после имплантации ИРС ✓ 5 группа – 4 глаза после имплантации кольца в интрастромальный карман, сформированный по стандартной технологии ✓ 6 группа – 4 глаза после имплантации кольца в интрастромальный карман, сформированный по оптимизированной технологии 	
II. Клинико-функциональные исследования		
<p>Анализ имплантации интрастромальных колец MyoRing по оптимизированной технологии в сравнении со стандартным методом и с имплантацией интрароговичных сегментов</p>	<p>I группа (основная) - 80 глаз, на которых была выполнена имплантация колец MyoRing в интрастромальный карман, сформированный с применением ФСЛ по оптимизированной технологии</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1-я подгруппа – 34 глаза со II стадией КК ✓ 2-я подгруппа – 46 глаз с III стадией КК
	<p>II группа (1 группа сравнения) - 80 глаз, на которых была выполнена имплантация колец MyoRing в интрастромальный карман, сформированный с применением ФСЛ по стандартной технологии</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1-я подгруппа – 36 глаз со II стадией КК ✓ 2-я подгруппа – 44 глаз с III стадией КК
	<p>III группа (2 группа сравнения) - 85 глаз, на которых была выполнена имплантация ИРС в интрастромальный тоннель, сформированный с применением ФСЛ</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1-я подгруппа – 38 глаз со II стадией КК ✓ 2-я подгруппа – 47 глаз с III стадией КК

Экспериментальное исследование

Целью экспериментального исследования явилась сравнительная оценка влияния интрастромальных кармана и тоннеля, сформированных с помощью фемтосекундного лазера без и с имплантацией колец MyoRing на различной глубине, и интрароговичных сегментов на прочностные свойства роговицы.

В экспериментальной работе использовали роговицы изолированных глаз самцов кроликов породы Шиншилла массой 2-3 кг. Исследования были выполнены на 24 глазах (12 кроликов), которые были разделены на 6 групп по 4 глаза в каждой в зависимости от вида операции. Формирование интрастромальных карманов и тоннелей производилось с применением ФСЛ IntraLase FS 60 кГц (АМО, США).

В 1-ю группу контроля вошли неоперированные глаза кроликов с прозрачными интактными роговицами. В роговице глаз 2-й группы формировали интрастромальный тоннель с внутренним диаметром резекции 5,0 мм, наружным – 6,2 мм, на глубине 80% от минимальных данных пахиметрии, измеренных по краю 5,0 мм оптической зоны. Затем для разъединения межтканевых «мостиков» интрастромальный тоннель был вскрыт при помощи шпателя. В 3-й группе формировали интрастромальный карман диаметром 8,0 мм на глубине 85% от минимальных данных пахиметрии. После чего интрастромальный карман вскрывали при помощи шпателя. В глаза кроликов 4-й группы были имплантированы по 2 ИРС производства ООО "Научно-экспериментальное производство Микрохирургия глаза" (Россия) из полиметилметакрилата высотой 250 мкм, шириной – 0,6 мм, с длиной дуги 160° в интрастромальный тоннель с внутренним диаметром резекции 5,0 мм, наружным – 6,2 мм, сформированный на глубине 80% от минимальных данных пахиметрии в месте его прохождения. В глаза кроликов 5-й группы имплантировали кольца MyoRing (DiopTex) из полиметилметакрилата с внутренним диаметром 5,0 мм, шириной - 0,5 мм, высотой – 250 мкм в интрастромальный карман диаметром 9,0 мм, сформированный на глубине 70% от минимальных данных пахиметрии. Расчет глубины формирования интрастромального кармана и залегания колец в данной группе производился таким образом, чтобы соответствовать рекомендованной автором метода A. Daheг глубине 300 мкм, что на практике составляет в среднем 70% от минимальных данных пахиметрии в

месте расположения кольца MyoRing в кератоконусных глазах. В 6-й группе имплантировали кольца MyoRing с внутренним диаметром 5,0 мм, шириной - 0,5 мм, высотой – 250 мкм в интрастромальный карман диаметром 8,0 мм, сформированный на большей в отличие от стандартной глубине 85% от минимальных данных пахиметрии. Расчет глубины формирования интрастромального кармана и залегания колец производился таким образом, чтобы соответствовать рекомендованной A.Daxег глубине 300 мкм при предельно допустимой минимальной толщине роговицы 350 мкм, что на практике составляет 85% от минимальных данных пахиметрии в кератоконусных глазах.

Через 1 мес после проведенных операций был произведен забой кроликов методом воздушной эмболии легочной артерии и произведена энуклеация глазных яблок. Для исследования биомеханических свойств исследуемых роговиц кроликов были выкроены корнеосклеральные полоски размером 11 на 20 мм и закреплены между лапками универсальной испытательной машины ИР 5082-5 у лимба на расстоянии 11 мм друг от друга так, чтобы между краями лапок располагалась только исследуемая роговица.

При проведении эксперимента натяжение роговиц кроликов повышали линейно со скоростью 50 мм/мин до увеличения относительной деформации на 7%, по достижению которой было отмечено различие в ходе деформационных кривых в группах исследования в зависимости от приложенного к роговичным образцам напряжения. Полученные результаты фиксировали программным управлением испытательной машины численно и графически. Так, напряжение при растяжении роговиц кроликов на 7% в 1-й группе составило $2,46 \pm 0,15$ МПа, во 2-й – $2,13 \pm 0,25$ МПа, в 3-й – $2,0 \pm 0,24$ МПа, в 4-й – $2,53 \pm 0,22$ МПа, в 5-й – $2,58 \pm 0,31$ МПа, в 6-й группе – $2,61 \pm 0,16$ МПа ($p < 0,05$). Во всех группах был рассчитан модуль Юнга, значение которого подтвердило распределение напряжения в группах исследования. Так, в 1-й группе модуль Юнга составил $0,078 \pm 0,01$ МПа, во 2-й – $0,057 \pm 0,01$ МПа, в 3 – $0,054 \pm 0,01$ МПа, в 4-й – $0,089 \pm 0,02$ МПа, в 5-й группе – $0,095 \pm 0,01$ МПа, в 6-й – $0,114 \pm 0,02$ МПа ($p < 0,05$).

Проведенное сравнительное экспериментальное исследование показало большее снижение биомеханических свойств роговицы после формирования интрастромального кармана по сравнению с интрастромальным тоннелем. Однако, после имплантации интрастромальных имплантов было отмечено повышение прочностных свойств

роговицы, более выраженных после имплантации кольца в интрастромальный карман по сравнению с имплантацией интрароговичных сегментов в интрастромальный тоннель. Большое усиление биомеханических свойств роговицы наблюдалось при увеличении глубины имплантации интрастромального кольца.

Клинико-функциональные исследования

Анализ клинико-функциональных результатов хирургического лечения 230 пациентов 245 глаз с КК II и III стадии (по классификации Amsler-Krumeich), проведен на основе комплексного до - и послеоперационного обследования.

Критериями включения пациентов в клиническое исследование являлись наличие прогрессирующего КК II и III стадий (по классификации Amsler-Krumeich), непереносимость очковой и контактной коррекции, отсутствие помутнений и рубцов роговицы, минимальная толщина роговицы не менее 350 мкм.

В зависимости от метода операции все пациенты были разделены на 3 группы.

В I (основную) группу были включены 75 пациентов (80 глаз), которым была выполнена имплантация колец MyoRing (Diortex, Австрия) в интрастромальный карман, сформированный с помощью ФСЛ по оптимизированной технологии.

II группу (1-ю группу сравнения) составили 75 пациентов (80 глаз), которым была выполнена имплантация колец MyoRing в интрастромальный карман, сформированный с помощью ФСЛ по стандартной технологии.

В III группу (2-ю группу сравнения) вошли 80 пациентов (85 глаз), которым была выполнена имплантация ИРС (ООО «НЭП Микрохирургия глаза», Россия) в интрастромальный тоннель, сформированный с помощью ФСЛ.

В зависимости от стадии КК и формы кератэктазии во всех группах пациенты были разделены на 2 подгруппы. В 1 подгруппу вошли пациенты со II стадией КК с центральной формой кератэктазии и кератэктазией по типу «галстук-бабочка», во 2 подгруппу – с III стадией КК с асимметричной формой кератэктазии по типу «капли» и «бобовидной» формы. **В I группу 1 подгруппы** были включены 33 пациента (34 глаза), **2 подгруппы** – 42 пациента (46 глаз). **II группу 1 подгруппы** составили 34 пациента (36

глаз), **2 подгруппы** – 41 пациент (44 глаза). В **III группу 1 подгруппы** вошли 35 пациентов (38 глаз), **2 подгруппы** – 45 пациентов (47 глаз).

Всем пациентам до и после операций кроме стандартных проводили также специальные методы исследования (компьютерная кератотопография на аппарате «Tomey-4», aberрометрия роговицы с анализом элевационных карт на аппарате Pentacam, оптическая когерентная томография роговицы на устройстве RTVue 100-CAM, конфокальная микроскопия с подсчетом плотности эндотелиальных клеток на аппарате Confoscan-4, определение биомеханических свойств роговицы на анализаторе вязко-эластических свойств роговицы ORA, лазерная тиндалеметрия с помощью аппарата FC-2000 фирмы «Kowa»). Статистический анализ проводили на персональном компьютере с использованием статистической программы Statistica 6.1 (программный продукт «StatSoft», США). Срок наблюдения – 3 года.

Имплантация колец MyoRing в интрастромальный роговичный карман, сформированный с использованием ФСЛ по оптимизированной технологии (заявка на изобретение RU № 2016133149 «Способ лечения кератоконуса» от 11.08.2016 г.) выполнялась в два этапа.

На I этапе при помощи ФСЛ с энергией импульса 1,5 мкДж формировались интрастромальный карман и входной тоннельный разрез. Формирование интрастромального кармана по оптимизированной технологии отличалось от стандартной (А. Дахег) изменением его параметров (уменьшение диаметра с 9,0 до 8,0 мм и более глубокое его расположение в задних отделах стромы на глубине 85% от минимальных данных пахиметрии). Входной тоннельный разрез был длиной 1 мм, шириной – от 4 до 5 мм в зависимости от диаметра кольца MyoRing, ось входного тоннельного разреза варьировала от 0° до 180° и располагалась по сильной оси кератометрии. На II этапе операции при помощи специального пинцета проводили имплантацию кольца MyoRing в интрастромальный карман с последующей его центрацией по зрительной оси пациента. Пациентам с КК II стадии были имплантированы кольца MyoRing с внутренним диаметром 6,0 мм, при III стадии КК – с внутренним диаметром 5,0 мм.

Стандартную методику имплантации кольца MyoRing в интрастромальный карман выполняли согласно рекомендациям А. Дахер. Интрастромальный карман формировался в каждом случае 9,0 мм, на глубине 300 мкм. *Имплантация ИРС* производилась в циркулярный тоннель с внутренним диаметром резекции 5,0 мм, наружным – 6,2 мм, сформированного на глубине 80% от данных пахиметрии в месте его прохождения. Причем, пациентам со II стадией КК с центральной формой кератэктазии и кератэктазией по типу «галстук-бабочка» имплантировались 2 ИРС одинаковой высоты, при III стадией КК с асимметричной формой кератэктазии по типу «капли» и «бобовидной» формы – 1 ИРС, перекрывающий зону кератэктазии.

Результаты клинико-функциональных исследований

Ранний послеоперационный период протекал ареактивно у всех пациентов. При биомикроскопии у части пациентов были выявлены локальные субконъюнктивальные кровоизлияния, связанные с наложением вакуумного кольца. Кольца MyoRing и ИРС находились в правильном положении в глубоких слоях стромы, согласно расчетной глубине, что подтверждалось данными оптической когерентной томографии.

В I группе послеоперационных осложнений отмечено не было. Во II группе в позднем послеоперационном периоде был отмечен 1 (1,25%) случай протрузии кольца MyoRing. Протрузия кольца MyoRing была связана с недостаточной стабилизацией кератоконуса в послеоперационном периоде. В III группе среди осложнений раннего послеоперационного периода были отмечены 1 случай (1,18%) бактериального кератита, который был успешно пролечен антибактериальной терапией, и 1 случай (1,18%) миграции ИРС, который был устранен его репозицией. Среди осложнений позднего послеоперационного периода был отмечен 1 случай (1,18%) протрузии ИРС через 18 мес после операции. Протрузия ИРС была связана с недостаточной стабилизацией кератоконуса в послеоперационном периоде.

Стабилизация клинико-функциональных результатов у пациентов после имплантации колец MyoRing (I и II группы) наступала к 12 мес, после имплантации ИРС (III группа) – к 6 мес после операции, что связано с более длительным периодом изменения кривизны роговицы и центрации ее вершины в связи с большей площадью

диссекции интрастромального кармана в I и II группах по сравнению с роговичным тоннелем в III группе.

Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов показал, что во всех группах сопоставимое увеличение остроты зрения было отмечено только у пациентов со II стадией КК. У пациентов с III стадией КК сопоставимые результаты увеличения остроты зрения были получены в I и II группах, которые превосходили результаты, полученные в III группе, в связи с большим уплощением роговичной поверхности и улучшением ее сферичности при $K_{ср} > 55,0$ дптр (патент на изобретение RU № 2015132800 «Определение дифференцированных показаний к выбору метода лечения кератоконуса II-III стадий») (табл. 2).

При анализе кератометрических данных наименьшее уплощение роговичной поверхности было отмечено в III группе по сравнению с I и II группами в связи с меньшей площадью диссекции роговицы при формировании интрастромального тоннеля.

Значительно улучшились во всех группах исследования показатели ЭППР и ЭЗПР, что продемонстрировало улучшение геометрии обеих поверхностей роговицы, более выраженное в I и II группах.

Во всех исследуемых группах после операций усилились биомеханические свойства роговицы за счет создания механического каркаса жесткости в ослабленной роговице. В I группе по сравнению со II-ой у пациентов с КК II стадии отмечено в 1,7 раза большее увеличение биомеханических свойств роговицы, при КК III стадии – в 1,5 раза, что связано с меньшим диаметром интрастромального кармана и более глубоким его расположением в задних отделах стромы. В III группе по сравнению с I группой у пациентов с КК II и III стадий отмечено на 2,5-3,0% большее увеличение биомеханических свойств роговицы по данным ORA. Однако, достоверно значимых различий показателей ФРР и КГ между I и III группами отмечено не было ($p > 0,05$).

Таблица 2 - Динамика изменений клиничко-функциональных данных после имплантации интрастромальных колец MyoRing по оптимизированной (I группа, n=80), стандартной (II группа, n=80) технологиям и интрароговичных сегментов (III группа, n=85) с применением фемтосекундного лазера у пациентов с кератоконусом II-III стадии, M±SD

Группы	Подгруппы (стадия КК)	Параметры	До операции	Через 6 мес п/о	Через 12 мес п/о	Через 36 мес п/о	
			M±SD	M±SD	M±SD	M±SD	p*
I (оптимизированная технология имплантации колец MyoRing)	1 подгруппа (II стадия КК)	НКОЗ	0,16±0,05	0,42±0,11	0,46±0,11	0,47±0,07	0,0008
		КОЗ	0,58±0,14	0,66±0,09	0,71±0,08	0,72±0,1	0,0005
		Kmax, дптр	55,67±1,11	47,8±1,3	46,77±1,32	46,66±1,32	0,0013
		Кср, дптр	50,15±1,1	43,52±1,26	42,5±1,28	42,59±1,37	0,0025
		ФРР, мм рт. ст.	5,9±1,23	6,9±0,87	7,11±0,51	7,11±0,51	0,0005
		КГ, мм рт. ст.	7,3±0,81	8,4±0,49	8,84±0,28	8,84±0,28	0,0009
		ЭППР, мкм	23,4±2,92	-1,02±0,34	-1,93±0,81	-1,93±0,73	0,0011
		ЭЗПР, мкм	56,0±4,82	10,3±2,37	10,1±1,7	10,1±1,32	0,0028
	2 подгруппа (III стадия КК)	НКОЗ	0,05±0,02	0,34±0,11	0,4±0,12	0,4±0,12	0,0034
		КОЗ	0,12±0,05	0,44±0,11	0,58±0,09	0,58±0,09	0,0045
		Kmax, дптр	60,7±2,23	49,0±1,75	47,9±1,8	47,8±1,76	0,0051
		Кср, дптр	55,4±1,77	45,3±3,0	44,3±2,98	44,4±2,32	0,0008
		ФРР, мм рт. ст.	5,25±1,11	6,1±1,09	6,46±0,54	6,3±0,53	0,0014
		КГ, мм рт. ст.	6,92±0,9	8,3±0,59	8,57±0,32	8,57±0,32	0,0011
		ЭППР, мкм	42,3±5,45	-0,6±0,57	-1,61±0,84	-1,61±0,8	0,0048
		ЭЗПР, мкм	74,8±7,21	22,3±6,39	20,9±5,68	20,9±4,92	0,0052
II (стандартная технология имплантации колец MyoRing)	1 подгруппа (II стадия КК)	НКОЗ	0,15±0,08	0,35±0,08	0,42±0,1	0,42±0,1	0,0012
		КОЗ	0,5±0,12	0,55±0,12	0,62±0,07	0,62±0,07	0,0045
		Kmax, дптр	55,4±3,09	46,69±2,34	47,75±2,12	48,25±2,31	0,0254
		Кср, дптр	48,84±2,82	41,41±2,74	42,45±2,52	42,92±2,37	0,0322
		ФРР, мм рт. ст.	5,8±1,31	6,34±0,95	6,49±1,0	6,49±0,75	0,0087
		КГ, мм рт. ст.	6,9±1,05	7,5±1,1	7,76±0,98	7,76±0,96	0,0066
		ЭППР, мкм	26,1±3,3	-0,89±0,38	-1,1±0,42	-1,1±0,42	0,0026
		ЭЗПР, мкм	54,7±5,9	9,8±2,1	18,0±2,64	20,2±2,45	0,0321
	2 подгруппа (III стадия КК)	НКОЗ	0,09±0,04	0,33±0,13	0,41±0,19	0,41±0,19	0,0048
		КОЗ	0,16±0,09	0,5±0,15	0,6±0,1	0,6±0,1	0,0072
		Kmax, дптр	61,56±2,76	49,52±2,57	50,97±2,28	51,55±2,15	0,0114
		Кср, дптр	56,25±2,1	45,65±2,36	46,7±2,28	47,2±2,44	0,0056
		ФРР, мм рт. ст.	5,41±1,63	6,05±0,86	6,25±0,97	6,2±0,97	0,0051
		КГ, мм рт. ст.	6,8±1,3	7,6±0,86	7,9±0,75	7,9±0,75	0,0029
		ЭППР, мкм	44,1±6,4	-0,49±0,16	-0,6±0,12	-0,6±0,12	0,0254
		ЭЗПР, мкм	78,0±6,5	19,2±3,16	26,4±5,4	29,0±3,44	0,0085
III (имплантация ИРС)	1 подгруппа (II стадия КК)	НКОЗ	0,19±0,05	0,47±0,08	0,47±0,09	0,47±0,09	0,0012
		КОЗ	0,61±0,11	0,72±0,09	0,73±0,09	0,73±0,09	0,0024
		Kmax, дптр	53,1±2,31	48,67±2,1	48,6±2,21	48,6±2,22	0,0044
		Кср, дптр	49,8±2,26	45,77±2,2	45,7±2,8	45,7±2,8	0,0065
		ФРР, мм рт. ст.	5,85±1,13	7,21±1,6	7,21±1,6	7,21±1,6	0,0414
		КГ, мм рт. ст.	7,02±0,79	8,7±1,4	8,7±1,4	8,7±1,39	0,0311
		ЭППР, мкм	21,6±2,65	0,92±0,68	0,92±0,68	0,92±0,68	0,0022
		ЭЗПР, мкм	52,8±4,0	9,6±0,93	9,5±1,15	9,5±1,15	0,0013
	2 подгруппа (III стадия КК)	НКОЗ	0,08±0,04	0,33±0,09	0,34±0,17	0,34±0,17	0,0005
		КОЗ	0,15±0,05	0,55±0,1	0,54±0,09	0,55±0,1	0,0054
		Kmax, дптр	59,4±1,69	52,4±2,9	52,3±2,85	52,3±2,54	0,0038
		Кср, дптр	54,7±1,63	47,4±1,75	47,3±1,8	47,4±1,74	0,0211
		ФРР, мм рт. ст.	5,11±1,04	6,43±1,65	6,43±1,64	6,43±1,64	0,0355
		КГ, мм рт. ст.	6,74±0,83	8,54±1,35	8,54±1,3	8,54±1,32	0,0389
		ЭППР, мкм	41,1±5,05	1,0±0,81	0,98±0,65	1,0±0,67	0,0061
		ЭЗПР, мкм	68,7±10,9	18,8±4,07	18,6±3,4	18,6±3,24	0,0032

Примечание: * – статистический анализ клиничко-функциональных результатов в каждой группе проводился по сравнению с дооперационными данными

Во всех трех группах был проведен анализ кератотопографических индексов с целью оценки асферичности роговичной поверхности в послеоперационном периоде.

В I группе 1 подгруппе через 12 мес после операции SRI снизился с $1,41 \pm 0,52$ до $0,98 \pm 0,5$ ($p=0,0052$), SAI – с $2,52 \pm 1,06$ до $1,41 \pm 0,64$ ($p=0,0185$). Во II группе 1 подгруппе через 12 мес после операции SRI снизился с $1,54 \pm 0,63$ до $1,11 \pm 0,46$ ($p=0,0064$), SAI – с $2,41 \pm 1,19$ до $1,33 \pm 0,69$ ($p=0,0194$) и больше не менялись в обеих группах в течение оставшегося периода наблюдения. В III группе 1 подгруппе через 6 мес после операции было отмечено снижение SRI с $1,45 \pm 0,42$ до $1,14 \pm 0,5$ ($p=0,0163$), SAI – с $2,6 \pm 1,1$ до $2,15 \pm 1,05$ ($p=0,0141$) и больше не менялись. В I группе 2 подгруппе через 12 мес после операции SRI снизился с $1,76 \pm 0,4$ до $1,13 \pm 0,31$ ($p=0,0045$), SAI – с $3,07 \pm 1,04$ до $1,26 \pm 0,47$ ($p=0,0175$). Во II группе 2 подгруппе через 12 мес после операции SRI снизился с $1,61 \pm 0,31$ до $1,02 \pm 0,28$ ($p=0,0024$), SAI – с $3,19 \pm 1,49$ до $1,45 \pm 0,65$ ($p=0,0195$) и больше не менялись в обеих группах в течение оставшегося периода наблюдения. В III группе 2 подгруппе через 6 мес после операции было отмечено уменьшение SRI с $1,86 \pm 0,47$ до $1,32 \pm 0,43$ ($p=0,0185$), SAI – с $3,17 \pm 0,93$ до $2,54 \pm 0,95$ ($p=0,0163$) и больше кератотопографические индексы не менялись.

Таким образом, во всех трех группах было отмечено значительное снижение кератотопографических индексов, что свидетельствует об улучшении сферичности роговичной поверхности, более выраженное в I группе.

У пациентов с КК II стадии сравнительному анализу подверглись только роговичные аберрации, измеренные в фотопических условиях в связи с различным внутренним диаметром интрастромальных имплантов в I, II (внутренний диаметр кольца 6,0 мм) и III группах (внутренний диаметр ИРС – 5,0 мм). У пациентов с КК III стадии (II подгруппа) изучались роговичные аберрации, измеренные как в фото-, так и в мезопических условиях в связи с одинаковым (5,0 мм) внутренним диаметром интрастромальных имплантов. Через 12 мес после операций в фотопических условиях RMS суммарных роговичных аберраций (total corneal aberrations, TCA) уменьшилась в I группе 1 подгруппе с $38,9 \pm 3,33$ до $34,1 \pm 2,26$ мкм ($p=0,0196$), во 2 подгруппе – с $43,0 \pm 3,44$ до $35,6 \pm 1,58$ мкм ($p=0,0125$), во II группе 1 подгруппе – с $39,5 \pm 3,33$ до $36,3 \pm 2,19$ мкм ($p=0,0132$), во 2 подгруппе – с $42,5 \pm 3,35$ до $35,9 \pm 2,21$ мкм ($p=0,0182$), в III группе 1

подгруппе – с $38,1\pm 3,43$ до $36,1\pm 3,26$ мкм ($p=0,0122$), во 2 подгруппе – с $41,5\pm 3,48$ до $38,1\pm 2,12$ мкм ($p=0,0123$) и больше практически не менялись. Через 12 мес после операций в фотопических условиях RMS роговичных aberrаций высших порядков снизилась (higher-order aberrations, HOA) в I группе 1 подгруппе с $1,12\pm 0,32$ до $0,96\pm 0,15$ мкм ($p=0,0255$), во 2 подгруппе – с $1,48\pm 0,18$ до $0,93\pm 0,21$ мкм ($p=0,0264$), во II группе 1 подгруппе – с $1,19\pm 0,28$ до $1,04\pm 0,19$ мкм ($p=0,0152$), во 2 подгруппе – с $1,53\pm 0,28$ до $1,09\pm 0,12$ мкм ($p=0,0196$), в III группе 1 подгруппе – с $1,3\pm 0,32$ до $1,18\pm 0,18$ мкм ($p=0,0242$), во 2 подгруппе – с $1,59\pm 0,14$ до $1,29\pm 0,22$ мкм ($p=0,0269$) и больше практически не менялись. Через 12 мес после операций в мезопических условиях RMS ТСА уменьшилась в I группе 2 подгруппе с $94,1\pm 6,55$ до $80,0\pm 3,83$ мкм ($p=0,0122$), во II группе 2 подгруппе – с $93,4\pm 6,1$ до $83,5\pm 3,84$ мкм ($p=0,0111$), в III группе 2 подгруппе – с $90,5\pm 5,14$ до $82,7\pm 3,83$ мкм ($p=0,0155$) и больше практически не менялись. Через 12 мес после операций в мезопических условиях RMS HOA снизилась в I группе 2 подгруппе с $2,6\pm 0,76$ до $1,6\pm 0,54$ мкм ($p=0,0239$), во II группе 2 подгруппе – с $2,7\pm 0,55$ до $1,79\pm 0,4$ мкм ($p=0,0133$), в III группе 2 подгруппе – с $2,78\pm 0,19$ до $2,2\pm 0,41$ мкм ($p=0,0269$) и больше практически не менялись.

С целью оценки стабилизации заболевания во всех трех группах была проанализирована динамика изменения минимальной толщины роговицы на вершине кератэктазии. Ни в одной из исследуемых групп не было отмечено снижение минимальной толщины роговицы в течение всего периода наблюдения, что подтверждает стабилизацию кератоконуса.

Минимальная толщина роговицы над кольцом MyoRing на следующий день после операции у пациентов I группы 1 подгруппы составляла $378,2\pm 7,6$ мкм ($p=0,0156$). Через 6 мес после операции она уменьшилась на $150,1\pm 7,5$ мкм ($p=0,0122$) и оставалась стабильной на протяжении всего периода наблюдения. Во II группе 1 подгруппе минимальная толщина роговицы над кольцом MyoRing на следующий день после операции составляла $300\pm 4,0$ мкм ($p=0,0171$). Через 6 мес после операции она уменьшилась на $148,6\pm 4,8$ ($p=0,0174$), к 12 мес – еще на $16,3\pm 4,2$ ($p=0,0166$) и больше ее статистически значимого изменения отмечено не было. В III группе минимальная толщина роговицы над ИРС составляла $393,8\pm 5,4$ мкм ($p=0,0132$). Через 6 мес после

операции она уменьшилась на $120,26 \pm 4,8$ мкм ($p=0,0122$) и больше не менялась. У пациентов I группы 2 подгруппы минимальная пахиметрия роговицы над кольцом MyoRing на следующий день после операции составляла $352,8 \pm 7,1$ мкм ($p=0,0121$). Через 6 мес после операции она уменьшилась на $152,3 \pm 5,3$ мкм ($p=0,0133$) и оставалась стабильной на протяжении всего периода наблюдения. Во II группе минимальная толщина роговицы над кольцом MyoRing на следующий день после операции составляла $300 \pm 4,0$ мкм ($p=0,0112$). Через 6 мес после операции она уменьшилась на $155,2 \pm 4,4$ ($p=0,0174$), к 12 мес – еще на $18,1 \pm 4,8$ ($p=0,0166$) и больше статистически значимого ее изменения отмечено не было. В III группе минимальная пахиметрия роговицы над ИРС составляла $365,1 \pm 5,8$ мкм ($p=0,0198$). Через 6 мес после операции она уменьшилась на $124,6 \pm 5,1$ мкм ($p=0,0158$) и больше не менялась.

В связи с постепенным уменьшением толщины роговицы над кольцом в сроки от 6 до 12 мес наблюдения у пациентов II группы увеличивалась площадь роговицы без его каркасной поддержки, что в итоге вело к регрессу данных кривизны роговицы (увеличение $K_{ср}$, K_{max}) и ЭЗПР. В отличие от оптимизированной технологии имплантации кольца MyoRing, снижение толщины роговицы над кольцом в период от 6 до 12 мес, имплантируемого по стандартной технологии, может быть связано с изначально более поверхностным его расположением, когда в каждом случае интрастромальный карман формируется на глубине 300 мкм и не учитывается индивидуальная толщина роговицы пациента.

По данным конфокальной микроскопии были обнаружены сходные морфологические изменения в задней строме после интрастромальной имплантации колец MyoRing и ИРС с применением ФСЛ. Различия заключались в особенностях заживления входного разреза. Так, у пациентов после имплантации колец MyoRing заживление входного тоннельного разреза происходило с формированием эпителиальной пробки на 64 глазах (40%), после имплантации ИРС – на 3 глазах (3,5%). Ни одного врастания эпителия в интрастромальный карман или тоннель отмечено не было.

Коррекция положения кольца внутри интрастромального кармана для достижения более высокого рефракционного результата в связи с гиперметропической рефракцией в

послеоперационном периоде была выполнена в 6 случаях (6 пациентов) (3,75%). При проведении коррекции положения кольца MyoRing была выявлена зависимость компенсируемой величины сферического компонента рефракции от величины, направления смещения, а также от параметров самого кольца. Так, при коррекции положения кольца MyoRing диаметром 5,0 мм и высотой 320 мкм на 0,5 мм в сторону зрительной оси глаза компенсировалось 5,0 дптр рефракции, при высоте кольца 300 мкм – 4,5 дптр рефракции, при высоте кольца 280 мкм – 4,0 дптр рефракции. При проведении конфокальной микроскопии через 1 мес после коррекции положения колец MyoRing на 3 глазах (коррекция положения колец в этих глазах была произведена в период 1-3 мес после их имплантации) морфологическая картина соответствовала стандартным изменениям в аналогичные сроки после операции. При проведении конфокальной микроскопии на 3 других глазах, коррекция положения колец MyoRing на которых была выполнена через 6, 9 и 10 мес после их имплантации, были отмечены участки нарушения прозрачности с признаками фиброплазии в задних отделах стромы, расположенные в области интрастромального кармана в проекции предыдущего расположения кольца, что связано с более плотной адгезией интерфейса роговицы по сравнению со сроком до 3 мес включительно.

Безопасность всех трех методов была подтверждена отсутствием снижения ПЭК более 1,5% через 3 года после операций, сохранением показателей потока белка и количества клеток во влаге передней камеры в пределах нормы в течение всего периода наблюдения, а также вычислением коэффициента безопасности, который через 3 года после операций во всех группах превышал 1,0, что свидетельствовало об отсутствии потери строк КОЗ в послеоперационном периоде.

ВЫВОДЫ

1. Разработана оптимизированная технология интрастромальной имплантации колец MyoRing, основанная на фемтолазерном формировании интрастромального кармана диаметром 8,0 мм на глубине 85% от минимальных данных пахиметрии.

2. В эксперименте доказано на 5,3% большее снижение биомеханической прочности роговицы после формирования интрастромального кармана по сравнению с

интрастромальным тоннелем. Интрастромальная имплантация колец по оптимизированной технологии способствует на 20,0% более выраженному повышению прочностных характеристик роговицы по сравнению со стандартным методом и на 28,1% по сравнению с имплантацией интрастромальных сегментов.

3. Оптимизированная технология интрастромальной имплантации колец MyoRing с применением фемтосекундного лазера по сравнению со стандартным методом приводит к более выраженному повышению биомеханических свойств кератоконусной роговицы (при II стадии кератоконуса – в 1,7 раза; при III стадии – в 1,5 раза), уплощению роговичной поверхности с более значительным снижением кератотопографических индексов, данных элевации задней роговичной поверхности и суммарных роговичных аберраций, в том числе высших порядков, у пациентов с кератоконусом II и III стадий. При этом в обеих группах отмечено сопоставимое улучшение показателей остроты зрения, элевации передней поверхности роговицы, отсутствие снижения минимальной толщины роговицы. При применении оптимизированной и «стандартной» технологий имплантации колец MyoRing стабилизация клиничко-функциональных результатов происходит к 1 году, однако, в отличие от оптимизированной технологии, при применении «стандартного» метода имеется незначительный регресс данных минимальной пахиметрии над кольцом на 11-13%, кератометрии на 3-4%, элевации задней поверхности роговицы – в 1,4-1,8 раза в период от 6 до 12 мес после операции.

4. Имплантация колец MyoRing по оптимизированной технологии по сравнению с имплантацией роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера приводит к сопоставимому увеличению остроты зрения у пациентов с кератоконусом II стадии, более выраженному увеличению остроты зрения у пациентов с кератоконусом III стадии (НКОЗ на 25,7%, КОЗ – на 15,0%), большему уплощению роговичной поверхности ($K_{ср}$ – в 1,5-1,9 раза, K_{max} – в 1,8-2,0 раза) с более значительным снижением кератотопографических индексов, данных элевации передней и задней роговичных поверхностей, суммарных роговичных аберраций, в том числе высших порядков, на фоне сопоставимого увеличения биомеханических свойств

роговицы по данным ORA и одинаковой безопасности обоих методов у пациентов с кератоконусом II и III стадий.

5. По данным конфокальной микроскопии имеются сходные морфологические изменения в строме роговицы. Различия заключаются в особенностях заживления входного разреза, где у пациентов после имплантации колец MyoRing в 40% глаз формируется эпителиальная пробка, после имплантации интароговичных сегментов – в 3,5% глаз.

6. Оптимальными сроками для коррекции положения кольца MyoRing являются первые 3 мес после проведенной операции. При гипоеффекте необходимо производить коррекцию положения кольца в сторону кератэктазии, при гиперэффекте – в противоположную сторону. При коррекции на 0,5 мм кольца MyoRing диаметром 5,0 мм и высотой 320 мкм в сторону кератэктазии компенсируется гипоеффект (при смещении в противоположную сторону – гиперэффект) в 5,0 дптр, при высоте 300 мкм – 4,5 дптр, при высоте 280 мкм – 4,0 дптр сферической рефракции.

7. Имплантация колец MyoRing показана при кератоконусе III стадии (по классификации Amsler-Krumeich) при значении кератометрии более 55,0 дптр и минимальной толщине роговицы более 350 мкм; при кератоконусе II стадии и кератоконусе III стадии при среднем значении кератометрии менее 55,0 дптр возможно применение как имплантации интрастромальных колец MyoRing, так и интароговичных сегментов.

Практические рекомендации

1. У пациентов с кератоконусом III стадии по классификации Amsler-Krumeich при среднем значении кератометрии более 55,0 дптр и минимальной толщине роговицы более 350 мкм имплантация колец MyoRing по оптимизированной технологии является методом выбора при наличии фемтосекундного лазера. Интрастромальный карман диаметром 8,0 мм формируется на глубине 85% от минимальных данных пахиметрии.

2. При получении гипо- или гиперэффекта в первые 3 мес после имплантации кольца MyoRing необходимо выполнить коррекцию положения

кольца внутри интрастромального кармана. При гипоеффекте необходимо производить коррекцию положения кольца в сторону кератэктазии, при гиперэффекте – в противоположную сторону.

3. Пациентам с кератоконусом II-III стадии после проведения интрастромальной имплантации колец MyoRing по оптимизированной и стандартной технологиям с применением фемтосекундного лазера рекомендовано динамическое наблюдение для выявления прогрессирования кератоконуса по показателям K_{max} , $K_{ср}$ и данным минимального значения пахиметрии, а также контроль минимальной толщины роговицы над кольцом по данным ОСТ. Рекомендуемые сроки обследования после операции: 1, 3, 6, 12, 18, 24 месяца, а затем при стабильности данных K_{max} , $K_{ср}$ и минимального значения пахиметрии – 1 раз в год.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации в ведущих рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК

1. Паштаев Н.П., **Синицын М.В.**, Поздеева Н.А. Сравнительный анализ клинико-функциональных результатов фемтолазерных имплантаций интрастромальных сегментов и колец MyoRing у пациентов с кератоконусом // Офтальмохирургия. – 2014. – № 3. – С. 35-41.
2. **Синицын М.В.**, Паштаев Н.П., Поздеева Н.А. Имплантация интрастромальных роговичных колец Myoring при кератоконусе // Вестник офтальмологии. – 2014. – № 3. – С. 123-126.
3. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., **Синицын М.В.** Предварительные результаты фемтолазерной интрастромальной имплантации колец MyoRing в лечении пеллюцидной дегенерации роговицы // Катарактальная и рефракционная хирургия. – 2015. – № 2. – С. 20-24.
4. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А. **Синицын М.В.** Двухлетний анализ клинико-функциональных результатов фемтолазерных интрастромальных имплантаций колец MyoRing у пациентов с кератоконусом по данным аппарата Pentacam // Офтальмохирургия. – 2016. – № 1. – С. 26-30.

5. Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**, Зотов В.В., Гаглоев Б.В. Сравнительный анализ влияния различных вариантов кросслинкинга на биомеханическую стабильность роговицы // Вестник офтальмологии. – 2016. – № 2. – С. 38-46.

Патенты РФ на изобретение по теме диссертации

1. Патент на изобретение № 2015132800 от 10.09.2016 г. «Определение дифференцированных показаний к выбору метода лечения кератоконуса II-III стадий». Авторы: Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**

2. Заявка на изобретение № 2016133149 от 11.08.2016 г. «Способ лечения кератоконуса». Авторы: Паштаев Н.П., Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**

Биографические данные

Синицын Максим Владимирович, 1985 года рождения, в **2008** году окончил медицинский институт ФГБОУ «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова» по специальности лечебное дело. С **2008 по 2010 гг.** проходил обучение в клинической ординатуре по специальности «офтальмология» на базе Чебоксарского филиала ФГБУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова. По окончании ординатуры в **2010** году принят на должность врача - офтальмолога Чебоксарского филиала ФГАУ МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, из них 5 – в журналах, рецензируемых ВАК РФ, получен 1 патент РФ и подана 1 заявка на изобретение.

Список сокращений

ИРС - интрастромальный роговичный сегмент
 КГ - корнеальный гистерезис
 КК - кератоконус
 КОЗ - корригированная острота зрения
 Кср - среднее значение кератометрии
 НКОЗ - некорригированная острота зрения
 ФРР - фактор резистентности роговицы
 ФСЛ - фемтосекундный лазер
 ЭЗПР – элевация задней поверхности роговицы

ЭППР – элевация передней поверхности роговицы
 НОА – абберации высших порядков (higher-order aberrations)
 Кmax – максимальное значение кератометрии
 ОРА - анализатор биомеханических свойств роговицы (ocular response analyzer)
 ОСТ - оптический когерентный томограф (optical coherence tomographer)
 ТСА – суммарные роговичные абберации (total corneal aberrations)