

*На правах рукописи*

**Синицын Максим Владимирович**

**СИСТЕМА ОПТИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ  
С ПОСТКЕРАТОПЛАСТИЧЕСКОЙ АМЕТРОПИЕЙ**

3.1.5. Офтальмология (медицинские науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени  
доктора медицинских наук

Москва – 2025

Диссертационная работа выполнена в Государственном автономном учреждении Чувашской Республики дополнительного профессионального образования «Институт усовершенствования врачей» Министерства здравоохранения Чувашской Республики.

**Научный консультант:**

доктор медицинских наук, профессор

**Поздеева Надежда Александровна**

**Официальные оппоненты:**

доктор медицинских наук, профессор  
кафедры офтальмологии ФГБОУ ВО  
«Российский университет медицины»  
Минздрава России

**Калинников Юрий Юрьевич**

доктор медицинских наук, профессор,  
заведующий отделом  
офтальмореконструкции ФГБНУ  
«Научно-исследовательский институт  
глазных болезней им. М.М. Краснова»

**Шелудченко Вячеслав Михайлович**

доктор медицинских наук, профессор,  
врач-офтальмолог, консультант  
ООО «Московская глазная клиника»

**Слонимский Алексей Юрьевич**

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 года в \_\_\_\_\_ часов на заседании Диссертационного совета 21.2.058.10 при ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) по адресу: 117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр.6

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) (117513, г. Москва, ул. Островитянова, д. 1, стр. 6) и на сайте [www.rsmu.ru](http://www.rsmu.ru)

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь Диссертационного совета,  
доктор медицинских наук



**Ануров Михаил Владимирович**

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### **Актуальность и степень разработанности темы исследования**

Выполнение сквозной (СКП) кератопластики приводит к роговичному астигматизму (РА) различной формы и степени, который отмечается в послеоперационном периоде практически у каждого пациента. Высокие значения РА и его иррегулярная форма значительно снижают рефракционный результат кератопластики (Кобаева В.Г., 1991; Малюгин Б.Э. и др., 1991; Слонимский Ю.Б. и др., 1992; Lim L. et al., 2004; Мороз З.И. и др., 2008; Лебедь Л.В. и др., 2012; Lockington D. et al., 2014; Калинин Ю.Ю. и др., 2015; Измайлова С.Б. и др., 2018). По литературным данным, встречаемость РА 5,0 дптр и выше отмечается на глазах после СКП в 15-25% случаев (Слонимский Ю.Б. и др., 2002; Слонимский А.Ю., 2002).

Большое количество СКП выполняется у пациентов молодого трудоспособного возраста. В связи с этим проблема реабилитации больных с посткератопластической аметропией (ПА) продолжает оставаться одной из ведущих и социально значимых в современной офтальмологии. В настоящее время для коррекции ПА существуют как нехирургические методы, представленные очковой и контактной коррекцией, так и большое количество различных хирургических операций, которые в зависимости от прозрачности хрусталика разделяются на две большие группы. Для коррекции ПА при прозрачном хрусталике выполняются: кератотомия, клиновидная резекция и послабляющие разрезы роговицы, факоаспирация прозрачного хрусталика с имплантацией торических интраокулярных линз (ТИОЛ), имплантация факичных ТИОЛ, рефракционные лазерные операции – фоторефракционная кератэктомия, лазерный *in situ* кератомилез (ЛАЗИК), ReLEx SMILE (small incision lenticula extraction), CLEAR (corneal lenticule extraction for advanced refractive correction), а также имплантация интрастромальных роговичных сегментов (ИРС) и колец (ИК). Для коррекции ПА у пациентов с катарактой проводится факоэмульсификация катаракты (ФЭК) с имплантацией ТИОЛ при регулярном посткератопластическом астигматизме или монофокальной интраокулярной линзы (ИОЛ) – при его иррегулярной форме (Wade M., 2014;

Lockington D., 2014; Allard K., 2018; Den S., 2018; Cung L.X., 2019; Tourabaly M., 2021; Reddy J.K., 2021; Танаш Мохаммед А.М., 2021; Pellegrini M., 2022).

Выбор наиболее оптимального метода оптической коррекции ПА в зависимости от исходных индивидуальных клинико-функциональных параметров пациента остается на сегодняшний день достаточно актуальной проблемой. В последние годы в коррекции ПА все большую популярность приобретает метод имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера (ФСЛ). Большое значение имеет разработка формул точного расчета параметров интрастромальных имплантов в зависимости от рефракционных, кератотопографических параметров и глубины их имплантации, а также оценка эффективности и безопасности длительного ношения жестких газопроницаемых склеральных линз (ЖГСЛ) при коррекции ПА. Нерешенными остаются вопросы выбора наиболее предсказуемого метода расчета ИОЛ при выполнении ФЭК у пациентов после СКП, разработки хирургических методов лечения ПА у пациентов с катарактой при высоком значении регулярного РА (выше -12,0 дптр) и иррегулярного РА, а также создания алгоритма дифференцированного подхода к выбору наиболее оптимального метода оптической коррекции ПА у каждого пациента.

Таким образом, отсутствие систематизированного подхода к выбору оптимального метода оптической коррекции ПА у пациентов после СКП в зависимости от прозрачности хрусталика обусловило проведение данного исследования.

### **Цель исследования**

Разработка системы оптической реабилитации пациентов с аметропией после сквозной кератопластики на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий.

### **Задачи исследования**

1. На основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов методов коррекции посткератопластической аметропии определить критерии их оптимизации у пациентов с прозрачным хрусталиком.

2. Разработать оптимизированную технологию коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком на основе применения жестких газопроницаемых склеральных линз, имплантации интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера.

3. На основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком доказать эффективность и безопасность оптимизированной технологии.

4. На основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой определить наиболее предсказуемый метод расчета торической интраокулярной линзы при проведении факэмульсификации катаракты.

5. На основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой доказать эффективность факэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу.

6. Разработать хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой при высоком регулярном и иррегулярном астигматизме.

7. На основании математических расчетов разработать формулу поправки к рефракции цели при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом.

8. На основании клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом доказать эффективность факэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели.

9. Разработать алгоритм дифференцированного подхода к выбору оптимального метода оптической коррекции посткератопластической аметропии в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента.

### **Научная новизна результатов исследования**

1. Впервые разработана система оптической реабилитации пациентов с посткератопластической аметропией после сквозной кератопластики на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий.

2. Впервые разработана оптимизированная технология коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком на основе применения жестких газопроницаемых склеральных линз, имплантации интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера и доказана ее эффективность и безопасность.

3. Впервые определен наиболее предсказуемый метод расчета торической интраокулярной линзы и доказана его эффективность на основании клинико-функциональных результатов факоэмульсификации катаракты.

4. Впервые разработаны хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и доказана их эффективность и безопасность при высоком регулярном и иррегулярном роговичном астигматизме.

5. Впервые разработана формула поправки к рефракции цели при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом и доказана ее эффективность на основании клинико-функциональных результатов факоэмульсификации катаракты.

6. Впервые разработан алгоритм дифференцированного подхода к выбору оптимального метода оптической коррекции посткератопластической аметропии в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента.

### **Теоретическая и практическая значимость**

1. Разработанная система оптической реабилитации пациентов с посткератопластической аметропией на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий, заключающаяся в выборе наиболее оптимального метода ее коррекции в зависимости от индивидуальных клинико-функциональных данных пациента,

позволяет получить высокий рефракционный и оптический результат в соответствии с разработанным алгоритмом дифференцированного подхода к лечению данной категории пациентов.

2. Разработанные формулы расчета рефракционного эффекта коррекции посткератопластической аметропии методами имплантации интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера с учетом параметров и глубины их имплантации у каждого пациента позволяют эффективно и безопасно достичь запланированного рефракционного результата.

3. Применение жестких газопроницаемых склеральных линз из материала с коэффициентом кислородопроницаемости 180 ед. с фенестрациями позволяет снизить потерю плотности клеток переднего эпителия роговичного трансплантата.

4. Выполнение расчета торической интраокулярной линзы с учетом значений кератометрических показателей передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо, и задней поверхности роговичного трансплантата – с помощью оптического когерентного томографа роговицы или шеймпфлюг-кератотопографа, обеспечивает наиболее предсказуемый рефракционный результат.

5. Разработанные хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой, заключающиеся в выполнении при регулярном роговичном астигматизме более -12,0 дптр и иррегулярном роговичном астигматизме по типу «галстук-бабочка» на I этапе имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтолазера, на II этапе – факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, а при иррегулярном роговичном астигматизме с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения – на I этапе имплантации интрастромального кольца с применением фемтолазера, на II этапе – факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, позволяют получить эффективный и безопасный рефракционный результат.

6. Разработанная формула поправки к рефракции цели при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом позволяет получить запланированный рефракционный результат.

7. Разработанный алгоритм дифференцированного подхода к лечению пациентов с посткератопластической аметропией в зависимости от исходной прозрачности хрусталика, при котором учитывается вид и степень клинической рефракции при прозрачном хрусталике, а также форма, вид и величина роговичного астигматизма при катаракте, позволяет получить наиболее эффективный, безопасный и стабильный оптический и рефракционный результат.

### **Методология и методы исследования**

Методологической основой диссертационной работы явилось последовательное применение методов научного исследования. Работа выполнена в дизайне ретроспективного и проспективного сравнительных исследований пациентов с посткератопластической аметропией с использованием клинических и аналитических методов. В диссертационной работе использовались как стандартные, так и специальные методы исследования пациентов. Стандартные методы исследования включали в себя: сбор анамнеза, рефрактокератометрия, визометрия, тонометрия, ультразвуковая биометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, определение ретинальной остроты зрения. Специальные методы исследования были представлены оптической когерентной томографией, оптической биометрией, абберрометрией, кератотопографией, денситометрией, исследованием биомеханических свойств роговичного трансплантата, эндотелиальной микроскопией, лазерной сканирующей конфокальной микроскопией, тиндалеметрией. Полученные результаты клинических исследований подтверждались статистической обработкой полученных результатов.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Разработанная система оптической реабилитации пациентов с посткератопластической аметропией, заключающаяся в выборе оптимального

метода ее коррекции в зависимости от исходной прозрачности хрусталика, при котором учитывается вид, степень клинической рефракции, а также форма, вид и величина роговичного астигматизма, позволяет получить наиболее эффективный, безопасный и стабильный оптический и рефракционный результат в соответствии с разработанным алгоритмом дифференцированного подхода к лечению данной категории пациентов.

2. Предложенный метод расчета торической интраокулярной линзы при выполнении факоэмульсификации для коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой, заключающийся в применении значений кератометрии передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо, и задней поверхности роговичного трансплантата – с помощью оптического когерентного томографа роговицы или шеймпфлюг-кератотопографа, позволяет наиболее точно рассчитать послеоперационную рефракцию с высокой предсказуемостью по сферическому и цилиндрическому компонентам.

### **Степень достоверности результатов исследования**

Степень достоверности полученных результатов исследования определяется большим и репрезентативным объемом проанализированных данных, выборкой исследований и количеством обследованных пациентов с использованием современных высокоинформативных методов исследования, а также применение корректных методов статистической обработки данных. Статистический анализ проводили с применением статистической программы Statistica 13 (StatSoft, США) и Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft, США) на персональном компьютере. Все математические вычисления при разработке формул были выполнены в статистическом пакете SPSS-28.0 на основе регрессионного анализа.

### **Апробация результатов исследования**

Основные положения диссертации доложены и обсуждены на научно-практических конференциях: «Новые технологии в офтальмологии-2021» (Казань, 2021), Всероссийская научно-практическая конференция с

международным участием Sochi-Cornea-2021 (Сочи, 2021), научно-клиническая конференция ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России (Москва, 2022-2024), X-XII Всероссийские научно-практические конференции (Чебоксары, 2022-2024), международная конференция по офтальмологии «Восток–Запад» (Уфа, 2023), 23-й и 24-й Всероссийские научно-практические конгрессы с международным участием «Современные технологии катарактальной, рефракционной и роговичной хирургии» (Москва, 2023, 2024), IX Евро-Азиатская конференция по офтальмохирургии (ЕАКО) «Дискуссионные вопросы современной офтальмохирургии» (Екатеринбург, 2023).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, из них 17 – в научных журналах, рецензируемых ВАК Минобрнауки РФ, 12 – входящих в базы научного цитирования Scopus, и 1 - входящая в базы научного цитирования Web of Science, 2 – в иностранных журналах. Получено 7 патентов РФ и подана 1 заявка на изобретение.

### **Соответствие диссертации Паспорту научной специальности**

Диссертационная работа «Система оптической реабилитации пациентов с посткератопластической аметропией» соответствует Паспорту специальности 3.1.5. Офтальмология и области исследования п. № 9 «Разработка и совершенствование оптических методов коррекции аномалий рефракции, в том числе с использованием контактных линз».

### **Внедрение результатов работы**

Результаты исследования внедрены в научно-клиническую и практическую деятельность Чебоксарского, Волгоградского, Новосибирского, Санкт-Петербургского, Калужского филиалов ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова» Минздрава России и Уфимского научно-исследовательского института глазных болезней ФГБОУ

ВО БГМУ Минздрава России, а также включены в программу курса повышения квалификации по специальности «Офтальмология» в ГАУ ДПО «Институт усовершенствования врачей» Минздрава Чувашии и в Уфимском научно-исследовательском институте глазных болезней ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России.

### **Личный вклад автора в проведенное исследование**

Автором выбрано направление исследования с разработкой его цели и задач. Вклад автора также заключался в разработке дизайна исследования, выполнении всех операций, ведении пациентов в послеоперационном периоде с анализом и статистической обработкой полученных результатов клинико-диагностических обследований до и в различные сроки после операций, подготовке докладов, написании патентов и научных публикаций по теме диссертации. Обработка, интерпретация полученных результатов, написание и оформление диссертации выполнены лично автором.

### **Объем и структура диссертационной работы**

Диссертация изложена на 340 листах компьютерного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка сокращений и обзора литературы. Работа иллюстрирована 46 рисунками и 87 таблицами. Библиографический указатель содержит 216 источников, из них 55 работ отечественных и 161 – зарубежных авторов.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Материалы и методы исследования**

Диссертационная работа основана на клинико-функциональном анализе результатов обследования и хирургического лечения 436 пациентов (436 глаз) с ПА после СКП. Дизайн исследования представлен на Рисунке 1.

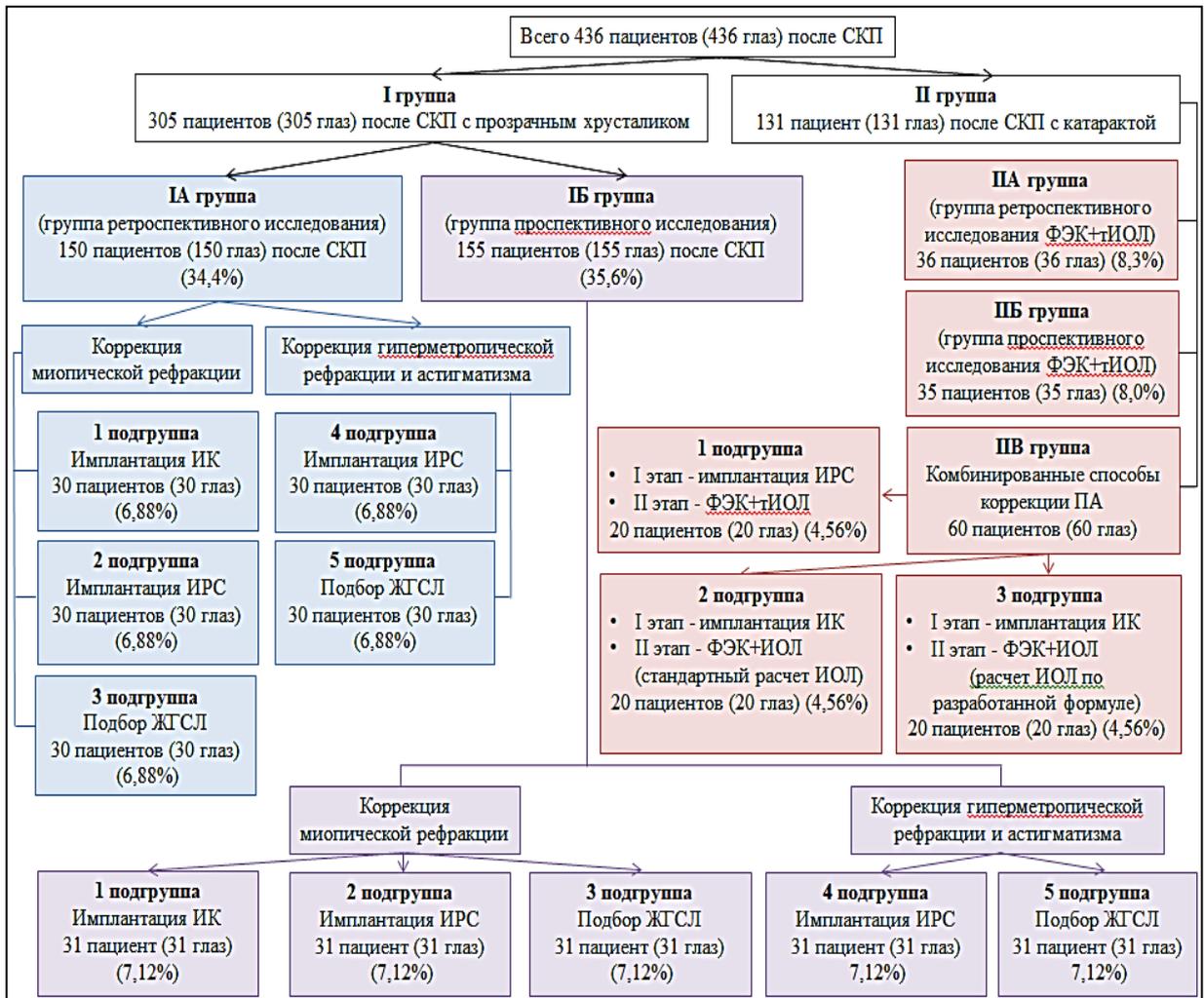


Рисунок 1 – Дизайн исследования

Все пациенты были разделены на две группы в зависимости от помутнения хрусталика: I группа – 305 пациентов (305 глаз) после СКП с прозрачным хрусталиком, II группа – 131 пациент (131 глаз) после СКП с катарактой. Все пациенты I группы в зависимости от вида клинического исследования были подразделены еще на две группы: IA – группа ретроспективного исследования, состоящая из 150 пациентов (150 глаз), и IB – группа проспективного исследования, включающая 155 пациентов (155 глаз). В зависимости от метода коррекции клинической рефракции ПА все пациенты IA и IB групп были разделены еще на пять подгрупп. Коррекция миопической рефракции ПА была представлена 1-3-й подгруппами IA и IB групп, смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА – 4-5-й подгруппами IA и IB групп. В каждую подгруппу IA группы вошли по 30 пациентов (30 глаз), в каждую подгруппу IB группы – по 31 пациенту (31

глазу). У пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп была выполнена имплантация ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 2-й и 4-й подгрупп – имплантация ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, 3-й и 5-й подгрупп – подбор ЖГСЛ.

В зависимости от вида исследования и применения комбинированных методов коррекции ПА все пациенты II группы были разделены на группы ПА, ПБ и ПВ. У пациентов ПА группы было проведено ретроспективное исследование ФЭК с имплантацией тИОЛ на 36 глазах (36 пациентов), во ПБ группе – проспективное исследование ФЭК с имплантацией тИОЛ на 35 глазах (35 пациентов). У всех пациентов ПА и ПБ групп был регулярный РА не более -12,0 дптр. Во ПВ группу вошли 60 глаз (60 пациентов) с регулярным РА более -12,0 дптр и иррегулярным РА, которым были выполнены комбинированные способы коррекции ПА. Все пациенты ПВ группы разделены на три подгруппы в зависимости от вида операций, входящий в комбинированный способ, а также от способа расчета ИОЛ на II этапе комбинированного лечения.

Срок наблюдения у пациентов 1-5-й подгрупп IA и IB групп составил 3 года, у пациентов ПА и ПБ групп – 12 мес., у пациентов 1 подгруппы ПВ группы после имплантации на I этапе ИРС с применением ФСЛ – 3-6 мес., после выполнения на II этапе ФЭК+тИОЛ – 12 мес., у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы после имплантации на I этапе ИК с применением ФСЛ – 12 мес., после выполнения на II этапе ФЭК+ИОЛ – 12 мес.

Ретроспективное исследование коррекции ПА было проведено у пациентов с прозрачным хрусталиком в IA группе, в которую вошли 150 глаз (150 пациентов). У всех пациентов IA группы СКП в анамнезе были выполнены по поводу кератоконуса III и IV стадий.

Критериями включения пациентов с ПА после СКП с прозрачным хрусталиком на имплантацию ИК и ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ и подбор ЖГСЛ являлись: отсутствие помутнения роговичного трансплантата, форма РА по типу «галстук-бабочка», диаметр роговичного трансплантата не менее 7,5 мм, для имплантации ИК и ИРС – непереносимость очковой и контактной коррекции ЖГСЛ, для имплантации ИК – миопическая рефракция, для имплантации ИРС и подбора ЖГСЛ – миопическая, гиперметропическая рефракции или смешанный астигматизм.

Общими критериями исключения пациентов являлись: помутнение роговичного трансплантата, диаметр роговичного трансплантата менее 7,5 мм, форма РА, отличная от «галстук-бабочки», повышенное внутриглазное давление, воспалительные заболевания глаз в стадии обострения, общесоматические заболевания в стадии декомпенсации; для имплантации ИК – гиперметропическая рефракция и смешанный астигматизм.

Ретроспективное исследование коррекции ПА у пациентов с катарактой методом ФЭК с имплантацией тИОЛ было проведено во ПА группе, которую составили 36 пациентов (36 глаз) с регулярным РА не более -12,0 дптр. Критериями включения пациентов после СКП с катарактой на операцию ФЭК+тИОЛ являлись: отсутствие помутнения роговичного трансплантата, регулярный РА не более -12 дптр, плотность эндотелиальных клеток (ПЭК) роговичного трансплантата  $\geq 1800$  кл/мм<sup>2</sup>.

У всех пациентов ПА группы плотность ядра хрусталика по классификации Buratto L. (1999) не превышала III степень. Плотность ядра хрусталика I степени выявлена на 10 глазах, II степени – на 14, III степени – на 12 глазах.

Всем пациентам до и после операций кроме стандартных (сбор анамнеза, рефрактокератометрия, визометрия, тонометрия, ультразвуковая биометрия, биомикроскопия, офтальмоскопия, определение ретинальной остроты зрения), проводили также специальные методы исследования (оптическую когерентную томографию роговичного трансплантата, измерение кератометрических показателей передней и задней поверхностей роговичного трансплантата на оптическом когерентном томографе (ОКТ) роговицы CASIA 2, оптическую биометрию на IOL Master 500, анализ суммарных и внутренних аберраций глаза на OPD-Scan II, компьютерную кератотопографию на аппарате TMS-5, роговичную аберрометрию и денситометрию роговичного трансплантата, а также измерение кератометрии, РА и расположения осей главных меридианов обеих поверхностей роговичного трансплантата на сканирующем проекционном шеймпфлюг-кератотопографе Pentacam HR, исследование биомеханических свойств сквозного роговичного трансплантата с помощью прибора ORA, подсчет плотности эндотелиальных клеток сквозного роговичного трансплантата при помощи эндотелиального микроскопа Tomey

EM-3000, подсчет средней плотности клеток переднего эпителия сквозного роговичного трансплантата при помощи лазерной сканирующей конфокальной микроскопии на аппарате HRT-III Cornea с роговичным модулем Rostock Cornea Module, лазерную тиндалеметрию с помощью аппарата FC-2000, определение ротационной стабильности тИОЛ при помощи фотоцелевой лампы BQ 900 и программы Adobe Photoshop).

У пациентов 1-й подгруппы IA группы для коррекции миопической рефракции ПА имплантировали ИК MyoRing (Dioptex, Австрия) минимального диаметра 5,0 мм, учитывая невозможность центрации относительно зрительной оси пациента кольца большего диаметра из-за попадания его края на посткератопластический рубец или расположения ИК у края входного тоннеля. Расчет параметров имплантируемого ИК для коррекции ПА проводили по разработанной ранее номограмме для оптимизированной технологии имплантации кольца с применением ФСЛ, учитывающей корреляцию между величиной сферического компонента рефракции (Sph) и высотой ИК (патент РФ № 2715279). Чем выше было значение Sph, тем большая высота ИК была необходима для его коррекции.

Имплантацию ИК в интрастромальный карман, сформированный при помощи ФСЛ, выполняли по оптимизированной технологии (патент РФ № 2020108355) в два этапа. На I этапе формировали интрастромальный карман в пределах роговичного трансплантата диаметром не менее 7,5 мм, на глубине 80% от его минимальной толщины. Глубина имплантации 80% от минимальной толщины роговичного трансплантата (МТРТ) взята из расчета, что с одной стороны необходимо имплантировать ИК более глубоко в задние отделы стромы с целью снижения РА и повышения сферичности и регулярности обеих его поверхностей, т.к. роговичный астигматизм задней поверхности (РАЗП) достигал по данным дооперационного обследования -4,4 дптр. С другой стороны, такая глубина формирования интрастромального кармана позволяет оставлять не менее 100 мкм до эндотелия в участке роговицы с МТРТ, что, по литературным данным, исключает индуцированное воздействие на него лазерной энергии ФСЛ и снижение ПЭК. На II этапе выполняли имплантацию ИК в роговичный карман с последующей центрацией его по зрительной оси пациента.

У пациентов 2-й и 4-й подгрупп IA группы имплантировали по два одинаковых ИРС с длиной дуги от 90° до 160° (ООО «Научно-экспериментальное производство «Микрохирургия глаза», Россия), параметры которых рассчитывали по номограмме, учитывающей значения Sph и РА. Чем больше была длина дуги ИРС и их высота, тем большее значение Sph и меньшее значение цилиндрического компонента рефракции (Cyl) такие ИРС могут скорректировать, и наоборот.

Имплантиацию ИРС выполняли в два этапа по стандартной технологии. На I этапе формировали кольцевой интрастромальный тоннель и входной разрез при помощи ФСЛ в пределах роговичного трансплантата: внутренний диаметр резекции тоннеля 5,0 мм, наружный – 6,2 мм, входной разрез располагали по сильной оси кератометрии в радиальном направлении длиной 0,6 мм, глубина залегания тоннеля – 80% от данных пахиметрии в месте его формирования. На II этапе операции по очереди имплантировали два ИРС в кольцевой интрастромальный тоннель. Центрацию ИРС проводили по данным кератотопограммы с учетом формы РА.

Интра- и послеоперационных осложнений после имплантации ИК и ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ отмечено не было.

У пациентов 3-й и 5-й подгрупп I группы был выполнен подбор ЖГСЛ OKVision SMARTFIT (OKV-RGP Onefit Med, Канада). Данный вид склеральных линз был изготовлен из материала Contamac Optimum Extra с коэффициентом кислородопроницаемости 100 ед. У всех пациентов проводили стандартные методы обследования, оценку остроты зрения, рассчитывали общий диаметр и сагиттальную высоту ЖГСЛ. Подбор склеральной линзы начинали с установки на роговичный трансплантат примерочной ЖГСЛ. Правильность посадки склеральной линзы контролировали как с помощью биомикроскопии с применением флюоресцеина (флюоресцеиновая проба), так и при помощи ОКТ роговицы с анализом толщины центрального и лимбального клиренсов в 4-х квадрантах сразу после установки ЖГСЛ. Процедуры контроля посадки повторяли после 1, 2 и 4 часов ношения. У всех

пациентов при биомикроскопии обращали внимание на отсутствие касания ЖГСЛ с передней поверхностью роговичного трансплантата, оценивали подвижность и положение ее края относительно конъюнктивы.

Во ПА группе для коррекции ПА у пациентов с катарактой была выполнена ФЭК с имплантацией тИОЛ (RayOne Toric RAO610T (Rayner, United Kingdom)). Расчет тИОЛ проводился в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator, учитывая возможность внесения значений кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр. Подобные значения РА были отмечены в 14 глазах (14 пациентов) ПА группы (38,9%). У всех пациентов были получены сопоставимые данные среднего значения кератометрии ( $K_{ср}$ ) и роговичного астигматизма задней поверхности (РАЗП) роговичного трансплантата по данным ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ( $K_{ср}$  ( $p=0,1225$ ), РАЗП ( $p=0,1665$ )). Также получены отличающиеся значения  $K_{ср}$  и роговичного астигматизма передней поверхности (РАПП) роговичного трансплантата по данным кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), ОКТ роговицы (CASIA 2) и шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam) ( $K_{ср}$  ( $p=0,0122$ ), РАПП ( $p=0,0104$ )). В связи с этим у части пациентов при расчете тИОЛ зафиксированы расхождения в значениях оптической силы и торического компонента тИОЛ. В этих случаях учитывали либо среднее значение кератометрических показателей передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных с помощью вышеуказанной диагностической аппаратуры, либо среднее значение близких по результатам кератометрических показателей. После операции у каждого пациента проводили анализ наиболее точного способа расчета тИОЛ.

ФЭК с имплантацией тИОЛ выполняли по стандартной методике. Интра- и послеоперационных осложнений отмечено не было.

Статистический анализ проводили с применением статистической программы Statistica 13 (StatSoft, США) и Microsoft Office Excel 2013 (Microsoft, США) на персональном компьютере. Все дооперационные показатели были

проверены на нормальность распределения по критерию Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилка. Все математические вычисления при разработке формул были выполнены в статистическом пакете SPSS-28.0 на основе регрессионного анализа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ранний послеоперационный период протекал ареактивно у всех пациентов 1-й, 2-й и 4-й подгрупп IA группы. На следующий день после операции все пациенты отмечали заметное улучшение остроты зрения. При биомикроскопии у части пациентов были выявлены локальные субконъюнктивальные кровоизлияния, связанные с набором вакуума во время этапа аппланации фемтолазера. ИК и ИРС находились в правильном положении в глубоких слоях стромы согласно расчетной глубине, что подтверждалось данными ОКТ роговицы.

Сразу после подбора ЖГСЛ пациенты 3-й и 5-й подгрупп I группы отмечали в них значительное повышение остроты зрения. Биомикроскопия подтверждала правильную центровку ЖГСЛ с отсутствием контакта линзы с передней поверхностью роговичного трансплантата. Край склеральной линзы выходил за пределы лимба у всех пациентов не менее чем на 1,25 мм и во всех 4 квадрантах был параллелен относительно конъюнктивы без избыточного подъема или вдавления. У всех пациентов значения центрального и лимбального клиренсов, степень подвижности ЖГСЛ соответствовали рекомендациям фирмы-производителя. Правильное положение ЖГСЛ подтверждалось также равномерным распределением флюоресцеина в подлинзовом пространстве при проведении флюоресцеиновой пробы. Осложнений у пациентов при ношении ЖГСЛ в течение всего периода наблюдения отмечено не было.

При коррекции миопической рефракции ПА у пациентов 1-3-й подгрупп IA группы было получено наибольшее повышение некорригированной (НКОЗ) ( $p_{1-3}=0,0026$ ,  $p_{2-3}=0,0021$ ) и корригированной остроты зрения (КОЗ) ( $p_{1-3}=0,0035$ ,  $p_{2-3}=0,0039$ ), снижение Sph ( $p_{1-3}=0,0162$ ,  $p_{2-3}=0,0152$ ) и Cyl ( $p_{1-3}=0,0142$ ,

$p_{2-3}=0,0158$ ), кератотопографических индексов SRI (surface regularity index, индекс регулярности поверхности роговицы) ( $p_{1-3}=0,0085$ ,  $p_{2-3}=0,0064$ ) и SAI (surface asymmetry index, индекс асимметрии поверхности роговицы) ( $p_{1-3}=0,0033$ ,  $p_{2-3}=0,0081$ ) у пациентов 3-й подгруппы IA группы и их сопоставимое увеличение (НКОЗ ( $p_{1-2}=0,1925$ ), КОЗ ( $p_{1-2}=0,1625$ ), Cyl ( $p_{1-2}=0,0662$ ) и Sph ( $p_{1-2}=0,0725$ )) у пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы. Было отмечено сопоставимое снижение индекса SRI ( $p_{1-2}=0,0811$ ) и большее на 12,3% повышение индекса SAI у пациентов 1-й подгруппы IA группы ( $p_{1-2}=0,0132$ ) по сравнению с пациентами 2-й подгруппы. В 1-й подгруппе IA группы коэффициент эффективности (КЭф) составил  $0,75\pm 0,18$ , во 2-й подгруппе –  $0,67\pm 0,16$  и в 3-й подгруппе IA группы –  $2,8\pm 0,12$  ( $p_{1-3}=0,0067$ ,  $p_{2-3}=0,0045$ ,  $p_{1-2}=0,3857$ ).

У пациентов 1-й и 2-й подгрупп IA группы после стабилизации клинико-функциональных показателей был отмечен рефракционный гипозэффект в виде миопической рефракции слабой степени по Sph и Cyl, связанный с расчетом рефракционного результата имплантации ИК и ИРС без учета индивидуальной глубины их имплантации у каждого пациента.

При коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА у пациентов 4-й и 5-й подгрупп IA группы наибольшее повышение НКОЗ ( $p_{4-5}=0,0123$ ), КОЗ ( $p_{4-5}=0,0116$ ) и коррекция Sph ( $p_{4-5}=0,0152$ ), Cyl ( $p_{4-5}=0,0131$ ), а также снижение кератотопографических индексов SRI ( $p_{4-5}=0,0085$ ) и SAI ( $p_{4-5}=0,0029$ ) были отмечены у пациентов 5-й подгруппы IA группы. КЭф составил в 5-й подгруппе IA группы –  $2,1\pm 0,19$ , в 4-й подгруппе –  $1,5\pm 0,15$  ( $p_{4-5}=0,0116$ ).

Стабилизация клинико-функциональных показателей после выполненных операций у пациентов 1-й подгруппы IA группы наступила к 12 мес. после операции, у пациентов 2-й и 4-й подгрупп IA группы – к 3 мес. после операции. Большой период стабилизации клинико-функциональных показателей после имплантации ИК по сравнению с имплантацией ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ был связан с большей площадью фемторезекции при формировании интрастромального кармана, проходящего через зрительную ось пациента, по сравнению с тоннелем, не затрагивающим 5,0-мм оптическую зону.

Коэффициент безопасности у пациентов 1-й подгруппы IA группы был  $2,24 \pm 0,13$ , 2-й подгруппы –  $2,21 \pm 0,19$ , 3-й подгруппы –  $2,8 \pm 0,11$ , 4-й подгруппы –  $1,52 \pm 0,14$ , 5-й подгруппы IA группы –  $2,1 \pm 0,12$ , что свидетельствует об отсутствии потери КОЗ после хирургических вмешательств и ношения ЖГСЛ.

Процент потери ПЭК через 12 мес. после операции в 1-й подгруппе IA группы составил 3,0% ( $p=0,0212$ ), во 2-й подгруппе – 3,8% ( $p=0,0311$ ), в 3-й подгруппе – 3,4% ( $p=0,0152$ ), в 4-й подгруппе – 3,4% ( $p=0,0111$ ), в 5-й подгруппе IA группы – 3,0% ( $p=0,0166$ ). Процент потери ПЭК через 36 мес. после операции в 1-й подгруппе IA группы составил 9,5% ( $p=0,0254$ ), во 2-й подгруппе – 10,6% ( $p=0,0322$ ), в 3-й подгруппе – 9,6% ( $p=0,0152$ ), в 4 подгруппе – 9,6% ( $p=0,0144$ ), в 5-й подгруппе IA группы – 8,9% ( $p=0,0113$ ).

У всех пациентов 3-й и 5-й подгрупп IA группы был проведен подсчет средней плотности клеток переднего эпителия в центральной оптической зоне роговичного трансплантата при помощи лазерной сканирующей конфокальной микроскопии на аппарате HRT-III Cornea с роговичным модулем Rostok Cornea Module. Через 3 года ношения ЖГСЛ было отмечено снижение средней плотности клеток поверхностного слоя на 21,9%, слоя крыловидных клеток – на 19,5% и базального слоя переднего эпителия – на 15,1%.

Таким образом, на основании ретроспективного анализа клинико-функциональных результатов коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком были определены критерии оптимизации существующих методов, заключающиеся в устранении рефракционного гипоефекта при имплантации ИК и ИРС, а также снижения потери клеток переднего эпителия в центральной оптической зоне роговичного трансплантата при ношении ЖГСЛ. Было выявлено наибольшее повышение остроты зрения, коррекция Sph и Су1, снижение кератотопографических индексов, большее значение КЭф и коэффициента безопасности у пациентов, применяющих ЖГСЛ, по сравнению с имплантацией ИК и ИРС.

Для повышения рефракционной эффективности имплантации ИК и ИРС и уменьшения потери плотности клеток переднего эпителия роговичного трансплантата при ношении ЖГСЛ была разработана оптимизированная технология коррекции ПА, заключающиеся в разработке формул расчета

рефракционного результата при имплантации ИК и ИРС и оптимизации материала ЖГСЛ.

Для повышения эффективности и улучшения предсказуемости запланированного рефракционного эффекта имплантации ИК диаметром 5,0 мм в роговичный трансплантат была разработана формула расчета рефракционного результата коррекции миопической рефракции ПА на основе математического анализа, которая учитывала изменение Sph в зависимости от высоты кольца и глубины его имплантации (патент РФ № 2023105171):

$$\text{КСКР} = 0,065 \times h - 0,022 \times d,$$

где КСКР – величина корригируемого Sph, дптр; h – высота ИК, мкм; d – глубина имплантации ИК, мкм.

Расчет рефракционного эффекта в каждом случае проводили путем внесения в формулу глубины имплантации ИК и его высоты от 200 до 400 мкм с шагом 20 мкм для получения необходимого рефракционного результата.

Для повышения предсказуемости запланированного рефракционного результата коррекции ПА методом имплантации ИРС в роговичный трансплантат были разработаны формулы расчета рефракционного эффекта на основе математического анализа, которые учитывали изменения Sph и РА в зависимости от высоты и глубины имплантации двух одинаковых ИРС с длиной дуги 90° (для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции), 120° и 160° (для коррекции миопической рефракции) (патент РФ № 2023127727):

- при имплантации ИРС с длиной дуги 90°

$$\text{КСКР} = 0,015 \times h - 0,005 \times d, \text{ КРА} = 0,031 \times h - 0,007 \times d;$$

- при имплантации ИРС с длиной дуги 120°

$$\text{КСКР} = 0,015 \times h - 0,005 \times d, \text{ КРА} = 0,018 \times h - 0,005 \times d;$$

- при имплантации ИРС с длиной дуги 160°

$$\text{КСКР} = 0,03 \times h - 0,009 \times d, \text{ КРА} = 0,003 \times h - 0,001 \times d,$$

где КСКР – корригируемый Sph гиперметропической рефракции при имплантации ИРС с длиной дуги 90° и миопической рефракции при имплантации ИРС с длиной дуги 120° и 160°, дптр; КРА – корригируемый РА передней поверхности роговичного трансплантата, дптр; h – высота каждого ИРС, мкм; d – глубина имплантации ИРС, мкм.

Расчет рефракционного эффекта корригируемого Sph и RA в каждом случае проводили путем внесения в формулы глубины имплантации ИРС и их высоты от 150 до 400 мкм с шагом 50 мкм для получения необходимого рефракционного результата.

Для профилактики снижения потери клеток переднего эпителия роговичного трансплантата у пациентов, применяющих для коррекции ПА ЖГСЛ, стали использовать ЖГСЛ OKVision SMARTFIT из того же материала Contamac Optimum Extra, как и у пациентов ретроспективной группы, но с большим коэффициентом кислородопроницаемости – 180 ед. с целью увеличения объема поступающего кислорода к роговичному трансплантату через склеральную линзу. При заказе ЖГСЛ на заводе-производителе дополнительно выполняли на них по две фенестрации 0,3 мм в диаметре, расположенные на 6 и 12 часах в проекции лимба для увеличения циркуляции слезы, насыщенной кислородом, именно в зонах расположения палисад Фогта, где находятся лимбальные стволовые клетки.

Для оценки клинико-функциональных результатов разработанной оптимизированной технологии коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком было проведено проспективное исследование, в которое вошли 155 пациентов (155 глаз), составившие IB группу. У пациентов IB группы все 155 СКП в анамнезе были выполнены по поводу кератоконуса III и IV стадий. Дооперационные клинико-функциональные показатели между 1-5-й подгруппами IA и IB групп были статистически сопоставимы между собой ( $p > 0,05$ ). Оценку эффективности и безопасности разработанной оптимизированной технологии коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком проводили в сравнительном аспекте с результатами, полученными у пациентов при проведении ретроспективного исследования в IA группе в зависимости от исходного вида клинической рефракции ПА и способов ее коррекции.

Имплантация ИК была выполнена в 1-х подгруппах IA и IB групп для коррекции миопической рефракции ПА. У пациентов 1-х подгрупп IA и IB группах до операции отмечались сопоставимые данные клинико-функциональных показателей ( $p > 0,05$ ) (Таблица 1).

НКОЗ и КОЗ у пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп постепенно увеличивались в течение 12 мес. С 1 мес. после операции было отмечено статистически значимое различие в среднем значении НКОЗ между группами ( $p < 0,05$ ) и сопоставимый рост КОЗ ( $p > 0,05$ ) в течение всего периода наблюдения. Через 12 мес. после операции НКОЗ у пациентов 1-й подгруппы IB группы была в 1,7 раза выше, чем у пациентов 1-й подгруппы IA группы ( $p < 0,05$ ).

Таблица 1 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 1-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до и в различные сроки после имплантации интрастромального кольца ( $M \pm \sigma$ , n=61)

Показатели	До операции			Через 1 мес. после операции			Через 12-36 мес. после операции		
	1-я подгруппа IA группы	1-я подгруппа IB группы	p	1-я подгруппа IA группы	1-я подгруппа IB группы	p	1-я подгруппа IA группы	1-я подгруппа IB группы	p
НКОЗ	0,06±0,03	0,05±0,03	0,2152	0,15±0,07	0,28±0,07	0,0423	0,32±0,09	0,54±0,08	0,0221
КОЗ	0,29±0,16	0,27±0,15	0,2145	0,35±0,08	0,40±0,17	0,0852	0,65±0,15	0,68±0,18	0,2335
Sph, дптр	-5,69±1,71	-5,20±2,40	0,1662	-0,01±0,82	+1,45±0,74	0,0269	-1,73±0,59	-0,40±0,21	0,0357
Cyl дптр	-3,94±2,04	-4,38±2,26	0,1215	-1,47±1,07	-1,34±1,08	0,0741	-0,80±0,62	-0,70±0,71	0,0885
РАПП, дптр	-6,90±2,45	-7,10±2,6	0,1416	-4,43±1,75	-4,06±1,78	0,0952	-3,67±1,65	-3,31±1,63	0,0758
Кср, дптр	45,90±3,60	46,30±3,40	0,1224	40,20±3,80	39,60±3,60	0,0625	41,90±2,70	41,42±2,8	0,1336
SRI	1,35±0,39	1,32±0,35	0,2652	1,50±0,45	1,44±0,41	0,1223	0,98±0,28	0,93±0,25	0,2255
SAI	1,25±0,41	1,21±0,44	0,2114	1,39±0,51	1,37±0,53	0,1252	0,75±0,25	0,80±0,26	0,2121

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей между группами

Меньшее значение НКОЗ у пациентов 1-й подгруппы IA группы было связано с остаточной миопической рефракцией слабой степени, которая возникла у них из-за расчета рефракционного результата без учета индивидуальной толщины роговичного трансплантата. КЭф у пациентов 1-й подгруппы IB группы составил  $2,0 \pm 0,12$ , у пациентов 1-й подгруппы IA группы –  $1,1 \pm 0,11$ . Через 1 мес. после операции у пациентов 1-й подгруппы IA группы среднее значение Sph соответствовало эметропической рефракции. Затем к 12 мес. наблюдения отмечался постепенный регресс Sph на  $-1,72 \pm 0,23$  дптр, что подтверждалось увеличением Kср, и больше Sph и Kср не менялись.

В отличие от пациентов 1-й подгруппы IA группы у пациентов 1-й подгруппы IB группы через 1 мес. после операции Sph соответствовала слабой гиперметропической рефракции, затем в течение 12 мес. наблюдения среднее значение Sph достигло эметропической рефракции. В период наблюдения от 1 до 12 мес. у пациентов 1-й подгруппы IB группы наблюдалось постепенное увеличение Sph на  $1,04 \pm 0,53$  дптр, что подтверждалось увеличением среднего значения Kср, и больше Sph и Kср не менялись. У пациентов 1-х подгрупп IA и IB групп через 12 мес. после операции было отмечено сопоставимое снижение Су1 на  $3,14 \pm 1,42$  дптр и  $3,68 \pm 1,55$  дптр, РАПП роговичного трансплантата – на  $3,05 \pm 1,42$  дптр и  $3,59 \pm 0,97$  дптр, снижение кератотопографического индекса SRI на  $0,37 \pm 0,11$  и  $0,39 \pm 0,10$ , SAI – на  $0,5 \pm 0,16$  и  $0,41 \pm 0,18$ , а также значение коэффициента безопасности – на  $2,3 \pm 0,12$  и  $2,5 \pm 0,15$  соответственно.

Имплантация ИРС была выполнена во 2-х подгруппах IA и IB групп для коррекции миопической рефракции ПА и в 4-х подгруппах IA и IB групп для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА. У пациентов 2-х подгрупп IA и IB групп до операции отмечались сопоставимые данные клинико-функциональных показателей ( $p > 0,05$ ) (Таблица 2). Наибольшее изменение клинико-функциональных показателей было отмечено к 1 мес., а их стабилизация – к 3 мес. после операции.

Таблица 2 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 2-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до и в различные сроки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов ( $M \pm \sigma$ , n=61)

Показатели	До операции			Через 1 мес. после операции			Через 3-36 мес. после операции		
	2-я подгруппа IA группы	2-я подгруппа IB группы	p	2-я подгруппа IA группы	2-я подгруппа IB группы	p	2-я подгруппа IA группы	2-я подгруппа IB группы	p
НКОЗ	0,07±0,05	0,05±0,05	0,2362	0,22±0,07	0,51±0,09	0,0223	0,28±0,09	0,58±0,11	0,0213
КОЗ	0,30±0,13	0,34±0,12	0,2212	0,56±0,16	0,62±0,15	0,0772	0,67±0,18	0,66±0,17	0,0714
Sph, дптр	-5,46±2,24	-5,00±2,1	0,1114	-2,12±0,60	-1,00±0,56	0,0222	-1,62±0,58	-0,5±0,42	0,0214
Cyl дптр	-3,99±1,85	-4,18±2,06	0,1841	-1,59±0,72	-0,55±0,35	0,0314	-1,36±0,68	-0,34±0,32	0,0345
РАПП, дптр	-6,73±2,22	-6,90±2,50	0,1326	-4,33±1,78	-3,19±1,84	0,0369	-4,10±1,73	-2,95±1,78	0,0345
Кср, дптр	46,10±3,10	45,80±2,90	0,2210	42,80±2,70	41,80±2,50	0,0321	42,30±2,50	41,20±2,50	0,0344
SRI	1,22±0,34	1,18±0,38	0,2301	0,92±0,30	0,86±0,34	0,1125	0,88±0,26	0,80±0,31	0,1366
SAI	1,19±0,32	1,25±0,41	0,2554	1,03±0,26	1,05±0,33	0,2556	0,86±0,21	0,88±0,28	0,2256

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей между группами

Было отмечено статистически значимое различие в среднем значении НКОЗ между группами ( $p < 0,05$ ) и сопоставимое повышение КОЗ ( $p > 0,05$ ), начиная с 1 до 3 мес. после операции, когда происходит стабилизация остроты зрения. Через 3 мес. после операции среднее значение НКОЗ у пациентов 2-й подгруппы IB группы было в 2,1 раза выше, чем у пациентов 2-й подгруппы IA группы ( $p < 0,05$ ). КЭф у пациентов 2-й подгруппы IB группы составил  $1,7 \pm 0,11$ , у пациентов 1-й подгруппы IA группы –  $0,9 \pm 0,10$ . Меньшее значение НКОЗ у пациентов 2-й подгруппы IA группы после стабилизации остроты зрения было связано с остаточной миопической рефракцией слабой степени по Sph и Cyl.

Через 3 мес. после операции у пациентов 2-й подгруппы IB группы была отмечена эмметропическая рефракция. Sph был меньше на  $1,12 \pm 0,16$  дптр, Cyl – на  $1,02 \pm 0,36$  дптр по сравнению с пациентами 2-й подгруппы IA группы, что подтверждалось и большим снижением Kср и РАПП роговичного трансплантата. Остаточный гипозэффект по Sph и Cyl у пациентов 1-й подгруппы IA группы связан с расчетом у них рефракционного результата без учета индивидуальной толщины роговичного трансплантата. У пациентов 2-х подгрупп IA и IB групп через 3 мес. после операции было отмечено сопоставимое снижение кератотопографических индексов SRI на  $0,34 \pm 0,08$  и  $0,38 \pm 0,07$ , SAI – на  $0,33 \pm 0,11$  и  $0,37 \pm 0,13$ , а также значения коэффициента безопасности – на  $2,2 \pm 0,14$  и  $2,0 \pm 0,12$  соответственно.

В Таблице 3 представлены сравнительные клинко-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции ПА у пациентов 4-х подгрупп IA и IB групп после имплантации ИРС. У пациентов 4-х подгрупп IA и IB групп до операции отмечались сопоставимые данные клинко-функциональных показателей ( $p > 0,05$ ).

Было отмечено статистически значимое различие в среднем значении НКОЗ между группами ( $p < 0,05$ ) и сопоставимое повышение КОЗ ( $p > 0,05$ ), начиная с 1 до 3 мес. после операции, когда происходит стабилизация остроты зрения. Через 3 мес. после операции среднее значение НКОЗ у пациентов 4-й подгруппы IB группы было в 1,5 раза выше, чем у пациентов 4-й подгруппы IA группы ( $p < 0,05$ ).

Таблица 3 – Сравнительные клинико-функциональные результаты коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции посткератопластической аметропии у пациентов 4-х подгрупп IA (n=30) и IB (n=31) групп до и в различные сроки после имплантации интрастромальных роговичных сегментов ( $M \pm \sigma$ , n=61)

Показатели	До операции			Через 1 мес. после операции			Через 3-36 мес. после операции		
	4-я подгруппа IA группы	4-я подгруппа IB группы	p	4-я подгруппа IA группы	4-я подгруппа IB группы	p	4-я подгруппа IA группы	4-я подгруппа IB группы	p
НКОЗ	0,13±0,12	0,15±0,13	0,2525	0,35±0,15	0,59±0,12	0,0211	0,43±0,17	0,63±0,15	0,0211
КОЗ	0,46±0,27	0,48±0,29	0,2352	0,64±0,21	0,66±0,15	0,0845	0,70±0,23	0,71±0,17	0,0836
Sph, дптр	+3,48±1,12	+3,28±1,35	0,1412	+1,73±0,39	+0,75±0,58	0,0311	+1,52±0,42	+0,49±0,52	0,0314
Cyl дптр	-6,44±2,25	-5,98±2,61	0,8322	-1,62±0,38	-0,65±0,39	0,0325	-1,53±0,36	-0,43±0,36	0,0345
РАПП, дптр	-8,64±3,16	-8,69±3,06	0,2236	-3,82±1,24	-3,19±1,84	0,0312	-3,74±1,21	-2,95±1,78	0,0351
Кср, дптр	43,20±2,60	43,90±2,40	0,2452	44,95±2,90	46,55±3,10	0,0352	45,20±3,00	46,81±3,40	0,0362
SRI	1,45±0,41	1,21±0,51	0,0852	1,14±0,29	0,88±0,36	0,1125	0,97±0,25	0,72±0,30	0,1366
SAI	1,22±0,39	1,11±0,43	0,0952	1,10±0,28	0,95±0,35	0,2556	0,95±0,24	0,81±0,30	0,2256

Примечание: p – t-критерий Стьюдента для независимых выборок, показывающий достоверность различий среднего значения показателей между группами

Коэффициент эффективности у пациентов 4-й подгруппы IB группы составил  $1,3 \pm 0,14$ , у пациентов 4-й подгруппы IA группы –  $0,9 \pm 0,12$ . Меньшее значение НКОЗ у пациентов данной подгруппы после стабилизации остроты зрения было связано с остаточной гиперметропической рефракцией слабой степени по Sph и остаточным Cyl, что подтверждается меньшим увеличением Kср и снижением РАПП роговичного трансплантата по сравнению с пациентами 4-й подгруппы IB группы.

Через 3 мес. после операции у пациентов 4-й подгруппы IB группы была отмечена эметропическая рефракция и снижение Cyl до физиологической нормы. У пациентов 4-х подгрупп IA и IB групп через 3 мес. после операции было отмечено сопоставимое снижение кератотопографических индексов SRI на  $0,48 \pm 0,16$  и  $0,49 \pm 0,21$ , SAI – на  $0,27 \pm 0,13$  и  $0,30 \pm 0,15$ , а также значения коэффициента безопасности  $1,5 \pm 0,15$  и  $1,5 \pm 0,14$  соответственно.

После подбора ЖГСЛ у всех пациентов 3-х и 5-х подгрупп IA и IB групп была достигнута высокая сопоставимая острота зрения ( $0,89 \pm 0,07$  и  $0,91 \pm 0,05$  у пациентов 3-х подгрупп IA и IB и  $0,88 \pm 0,06$  и  $0,90 \pm 0,06$  – у пациентов 5-х подгрупп IA и IB соответственно) и эметропическая рефракция, которые больше не менялись на протяжении всего периода наблюдения. У пациентов 3-х подгрупп IA и IB групп было отмечено сопоставимое значение КЭф и коэффициента безопасности. КЭф составил  $2,8 \pm 0,08$  и  $2,6 \pm 0,07$ , коэффициент безопасности –  $2,8 \pm 0,08$  и  $2,6 \pm 0,07$  соответственно. У пациентов 5-х подгрупп IA и IB групп также было отмечено сопоставимое значение данных показателей. КЭф составил  $2,1 \pm 0,09$  и  $2,0 \pm 0,07$ , коэффициент безопасности –  $2,1 \pm 0,08$  и  $2,0 \pm 0,07$  соответственно. Через 3 года ношения ЖГСЛ у пациентов 3-й и 5-й подгрупп IB группы было отмечено статистически меньшее снижение в центральной зоне роговичного трансплантата средней плотности клеток поверхностного слоя на 10,8% ( $p=0,0255$ ), слоя крыловидных клеток – на 9,9% ( $p=0,0217$ ) и базального слоя переднего эпителия – на 6,4% ( $p=0,0245$ ) по сравнению с пациентами 3-й и 5-й подгрупп IA группы.

У пациентов IIА группы с катарактой после СКП был проведен ретроспективный анализ клинико-функциональных результатов ФЭК для определения необходимой оптической силы и торического компонента имплантированных тИОЛ для достижения запланированной рефракции цели и

коррекции РА. Зная рефракцию цели, послеоперационный Sph и Cyl после стабилизации рефракции, а также значения оптической силы и торического компонента имплантированных тИОЛ, в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator были рассчитаны точные параметры тИОЛ для каждого пациента на эмметропическую рефракцию и полную коррекцию суммарного РА.

Для определения наиболее предсказуемого метода расчета оптической силы и торического компонента тИОЛ все способы расчета тИОЛ были разделены на четыре группы в зависимости от применяемых онлайн-калькуляторов расчета и используемой диагностической аппаратуры для измерения кератометрических показателей обеих поверхностей роговичного трансплантата. В группе 1 расчет тИОЛ проводили с применением кератометрических данных передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных при помощи кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо (TMS-5), задней поверхности роговичного трансплантата – при помощи ОКТ роговицы (CASIA 2) или шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam). В группе 2 измерение кератометрии обеих поверхностей роговичного трансплантата выполняли при помощи шеймпфлюг-кератотопографа (Pentacam), в группе 3 – на ОКТ роговицы (CASIA 2). Для расчета тИОЛ в группах 1-3 применяли онлайн-калькулятор Barrett True – K Toric Calculator, т.к. в нем учитываются кератометрические показатели обеих поверхностей роговичного трансплантата, а также возможности введения значения кератометрии главных меридианов задней поверхности роговичного трансплантата более 7,5 дптр. В группе 4 расчет тИОЛ проводили по онлайн-калькулятору The Kane Formula, куда вносили данные кератометрии только передней поверхности роговичного трансплантата, измеренные при помощи кератотопографа (TMS-5).

В каждой группе была рассчитана оптическая сила тИОЛ на эмметропическую рефракцию цели и ее торический компонент для полной коррекции суммарного РА в группах 1-3 и РАПП роговичного трансплантата – в группе 4. Затем был проведен сравнительный анализ попадания или высчитано значение отклонения от запланированной рефракции цели в онлайн-калькуляторе Barrett True – K Toric Calculator по Sph и Cyl в зависимости от

полученных значений оптической силы и торического компонента тИОЛ в каждой из четырех групп исследования.

При расчете оптической силы тИОЛ отмечено попадание в запланированную рефракцию цели по Sph в группе 1 в пределах  $\pm 0,5$  дптр в 58% случаев,  $\pm 1,0$  дптр – в 67%, в группе 2 в пределах  $\pm 0,5$  дптр – в 33% случаев,  $\pm 1,0$  дптр – в 50%, в группе 3 в пределах  $\pm 0,5$  дптр – в 17% случаев,  $\pm 1,0$  дптр – в 25%, в группе 4 в пределах  $\pm 0,5$  дптр – нет,  $\pm 1,0$  дптр – в 17% случаев.

При расчете торического компонента тИОЛ отмечено попадание по Cyl в группе 1 в пределах  $-0,5$  дптр в 56% случаев,  $-1,0$  дптр – в 89%, в группе 2 в пределах  $-0,5$  дптр – в 22% случаев,  $-1,0$  дптр – в 44%, в группе 3 в пределах  $-0,5$  дптр – в 22% случаев,  $-1,0$  дптр – в 33%, в группе 4 в пределах  $-0,5$  дптр – в 6% случаев,  $-1,0$  дптр – в 17%.

Таким образом, наиболее предсказуемым методом расчета тИОЛ по результатам попадания в послеоперационную рефракцию по Sph и Cyl был метод расчета тИОЛ в группе 1.

Для оценки рефракционной эффективности ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу, был проведен проспективный анализ клинико-функциональных результатов коррекции ПА у пациентов с катарактой во ПБ группе, в которую вошли 35 пациентов (35 глаз) с регулярным РА не более  $-12,0$  дптр в сравнительном аспекте с результатами, полученными у 36 пациентов (36 глаз) ПА группы. У всех пациентов ПБ группы были мягкие ядра хрусталиков по классификации Buratto L. (1999), не превышающие III степень плотности.

Дооперационные клинико-функциональные данные у пациентов ПА и ПБ групп были статистически сопоставимы ( $p > 0,05$ ). Стабилизация клинико-функциональных данных у пациентов ПА и ПБ групп после ФЭК с имплантацией тИОЛ была отмечена к 3 мес. после операции. Через 3 мес. после операции была получена статистически значимая разница в НКОЗ, которая была выше у пациентов ПБ группы в 1,4 раза ( $p < 0,05$ ), значения КОЗ были сопоставимы в обеих группах ( $p > 0,05$ ). У пациентов ПБ группы КЭф был выше, чем у пациентов ПА группы в 1,3 раза ( $2,1 \pm 0,12$  и  $1,6 \pm 0,10$  соответственно), Sph – меньше на  $-1,44 \pm 0,15$  дптр, Cyl – на  $-1,07 \pm 0,16$  дптр. Более высокое среднее

значение НКОЗ и КЭф у пациентов ПБ группы связаны с более точным попаданием в рефракцию цели и большей коррекцией суммарного РА. При расчете оптической силы тИОЛ отмечено попадание в запланированную рефракцию цели по Sph у пациентов ПА группы в пределах  $\pm 0,5$  дптр в 32% случаев,  $\pm 1,0$  дптр – в 56%, у пациентов ПБ группы – в пределах  $\pm 0,5$  дптр – в 60% случаев,  $\pm 1,0$  дптр – в 73%. При расчете торического компонента тИОЛ отмечено попадание по Cyl у пациентов ПА группы в пределах  $-0,5$  дптр в 25% случаев,  $-1,0$  дптр – в 44%, у пациентов ПБ группы - в пределах  $-0,5$  дптр – в 61% случаев,  $-1,0$  дптр – в 83%.

Через 3 мес. после операции у пациентов ПА и ПБ групп было отмечено сопоставимое снижение РАПП роговичного трансплантата ( $p > 0,05$ ) за счет выполнения основного разреза по сильной оси кератометрии и сопоставимые значения коэффициента безопасности –  $2,4 \pm 0,11$  и  $2,3 \pm 0,10$  соответственно ( $p > 0,05$ ). Ротация тИОЛ не превышала  $5^\circ$  ни у одного из пациентов ПА и ПБ групп. Интра- и послеоперационных осложнений в обеих группах отмечено не было. Потеря ПЭК через 6 мес. после ФЭК с имплантацией тИОЛ у пациентов ПА группы составила 9,1%, через 12 мес. – 10,3%, у пациентов ПБ группы – 9,4 и 11,1% соответственно.

Однако не во всех случаях выполнение ФЭК с имплантацией тИОЛ может позволить достичь максимального рефракционного результата у пациентов с катарактой после СКП: у пациентов с регулярным суммарным РА более  $-12,0$  дптр и иррегулярной формой РА. Это связано с ограничением торического компонента выпускаемых тИОЛ до 12,0 дптр фирмами-производителями и невысокой эффективностью применения тИОЛ при иррегулярной форме РА. Эти пациенты составили ПВ группу, у которых были применены комбинированные способы коррекции ПА.

Все пациенты ПВ группы были разделены на три подгруппы в зависимости от вида операций, входящих в комбинированный способ, а также от способа расчета ИОЛ на II этапе комбинированного лечения. В 1-ю подгруппу ПВ группы вошли 20 глаз (20 пациентов) с РА более  $-12,0$  дптр и иррегулярным РА по типу «галстук-бабочка», которым была выполнена на I этапе имплантация ИРС с применением ФСЛ, а через 3 мес. и позже (после стабилизации клинико-функциональных показателей) II этап – ФЭК+тИОЛ

(RayOne Toric RAO610T (Rayner, United Kingdom)). 2-ю подгруппу ПВ группы составили 20 глаз (20 пациентов) с иррегулярным РА с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения, которым была выполнена на I этапе имплантация ИК с применением ФСЛ, а через 12 мес. (после стабилизации клинико-функциональных показателей) и позже II этап – ФЭК+ИОЛ (РПР-2 (Репер-НН, Россия)), рассчитанной по стандартному методу. В 3-ю подгруппу ПВ группы вошли 20 глаз (20 пациентов) с иррегулярным РА с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения, которым была выполнена на I этапе имплантация ИК с применением ФСЛ, а через 12 мес. и позже II этап – ФЭК+ИОЛ (РПР-2 (Репер-НН, Россия)), рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле.

У пациентов 1-й подгруппы ПВ группы через 3 мес. после имплантации на I этапе лечения ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ среднее значение НКОЗ повысилось с  $0,03 \pm 0,01$  до  $0,19 \pm 0,14$  ( $p=0,0336$ ), КОЗ – с  $0,08 \pm 0,11$  до  $0,37 \pm 0,28$  ( $p=0,0314$ ), РАПП роговичного трансплантата снизился с  $-11,4 \pm 5,5$  до  $-3,9 \pm 2,1$  дптр ( $p=0,0144$ ), РАЗП роговичного трансплантата – с  $-1,88 \pm 0,75$  до  $-0,9 \pm 0,53$  дптр ( $p=0,0112$ ), индекс SRI – с  $1,41 \pm 0,24$  до  $1,15 \pm 0,17$  ( $p=0,0154$ ), индекс SAI – с  $2,12 \pm 0,28$  до  $1,22 \pm 0,19$  ( $p=0,0166$ ) и больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. КЭф составил  $2,4 \pm 0,07$ .

Интра- и послеоперационные осложнения после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Коэффициент безопасности составил  $4,6 \pm 0,05$ . Стабилизация зрительных функций после имплантации ИРС с применением ФСЛ наступила к 3 мес. после операции. Потеря ПЭК через 6 мес. после операции составила 1,8% ( $p=0,0341$ ).

Через 3-6 мес. после I этапа лечения всем пациентам 1-й подгруппы ПВ группы был выполнен II этап – ФЭК с имплантацией тИОЛ. Через 3 мес. после операции среднее значение НКОЗ повысилось с  $0,19 \pm 0,14$  до  $0,43 \pm 0,15$  ( $p=0,0163$ ), КОЗ – с  $0,37 \pm 0,28$  до  $0,66 \pm 0,11$  ( $p=0,0142$ ), Sph – с  $0,82 \pm 5,2$  до  $0,2 \pm 1,2$  дптр ( $p=0,0314$ ), Су1 снизился с  $-3,31 \pm 1,9$  до  $-1,15 \pm 0,4$  дптр ( $p=0,0292$ ), РАПП роговичного трансплантата – с  $-3,6 \pm 2,0$  до  $-3,0 \pm 1,8$  дптр ( $p=0,0262$ ) и больше не менялись в течение 6 мес. наблюдения. КЭф составил  $1,2 \pm 0,07$ . Ротация тИОЛ была отмечена у части пациентов в течение 3 мес. после

операции, но не превышала ни у одного из пациентов  $5^\circ$ , т.е. не оказывала влияния на рефракционный результат выполненных операций.

Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 1-й подгруппы ПВ группы после II этапа хирургического лечения отсутствовали. Коэффициент безопасности составил  $1,8 \pm 0,06$ . Стабилизация зрительных функций после ФЭК с имплантацией тИОЛ наступила к 3 мес. после операции. Потеря ПЭК через 3 мес. после операции составила 8,9% ( $p=0,0352$ ), через 12 мес. – 11,0% ( $p=0,0388$ ).

У пациентов 2-й подгруппы ПВ группы через 12 мес. после имплантации на I этапе лечения ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ среднее значение НКОЗ повысилось с  $0,04 \pm 0,02$  до  $0,11 \pm 0,02$  ( $p=0,0363$ ), КОЗ – с  $0,06 \pm 0,01$  до  $0,16 \pm 0,03$  ( $p=0,0334$ ), РАПП роговичного трансплантата снизился с  $-11,1 \pm 5,0$  до  $-4,2 \pm 1,6$  дптр ( $p=0,0263$ ), РАЗП роговичного трансплантата – с  $-1,63 \pm 1,26$  до  $-1,1 \pm 0,6$  дптр ( $p=0,0324$ ), индекс SRI – с  $1,57 \pm 0,34$  до  $1,03 \pm 0,15$  ( $p=0,0142$ ), индекс SAI – с  $3,01 \pm 1,47$  до  $1,66 \pm 0,35$  ( $p=0,0136$ ) и больше не менялись. КЭф составил  $1,8 \pm 0,02$ . Интра- и послеоперационные осложнения у пациентов 2-й подгруппы ПВ группы после I этапа хирургического лечения отсутствовали. Коэффициент безопасности составил  $2,7 \pm 0,1$ . Стабилизация зрительных функций после имплантации ИК с применением ФСЛ наступила к 12 мес. после операции. Потеря ПЭК через 12 мес. после операции составила 2,4% ( $p=0,0356$ ).

Через 12-15 мес. после I этапа лечения у всех пациентов 2-й подгруппы ПВ группы был выполнен II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ. Имплантация неторической ИОЛ обусловлена тем, что после I этапа лечения ни у одного из пациентов не было получено регулярной формы РА. Однако снижение РАПП роговичного трансплантата в 2,6 раза и уменьшение значений РАЗП роговичного трансплантата и кератотопографических индексов в 1,5-1,8 раза значительно повысило результативность ФЭК с имплантацией ИОЛ.

Через 3 мес. после ФЭК с имплантацией ИОЛ среднее значение НКОЗ повысилось с  $0,11 \pm 0,02$  до  $0,23 \pm 0,13$  ( $p=0,0163$ ), КОЗ – с  $0,16 \pm 0,03$  до  $0,50 \pm 0,07$  ( $p=0,0156$ ), Sph понизился с  $1,41 \pm 4,24$  до  $0,58 \pm 0,35$  дптр ( $p=0,0345$ ), Су1 – с  $-3,36 \pm 1,0$  до  $-2,13 \pm 0,81$  дптр ( $p=0,0263$ ). КЭф составил  $2,3 \pm 0,06$ . Интра- и послеоперационных осложнений после II этапа хирургического лечения

отмечено не было. Коэффициент безопасности составил  $3,1 \pm 0,03$ . Стабилизация зрительных функций после ФЭК с имплантацией ИОЛ наступила к 3 мес. после операции. Потеря ПЭК через 3 мес. после операции составила 9,7% ( $p=0,0312$ ), через 12 мес. – 11,8% ( $p=0,0344$ ).

С целью повышения эффективности рефракционного результата при выполнении ФЭК у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат ИК была разработана формула поправки к рефракции цели при расчете ИОЛ для точного попадания в запланированную послеоперационную рефракцию (патент РФ № 2023135594):

$$y = 16,28 - 0,382 \times x,$$

где  $y$  – поправка к рефракции цели на миопию, дптр;  $x$  –  $K_{ср}$  по данным кератотопограммы до ФЭК, дптр.

Расчет поправки к рефракции цели в каждом случае проводили путем внесения в формулу значения  $K_{ср}$  до ФЭК. При выполнении вычисленной по разработанной формуле поправки к рефракции цели на миопию определялась необходимая оптическая сила ИОЛ.

Для оценки рефракционной эффективности разработанной формулы был проведен сравнительный анализ ФЭК с имплантацией ИОЛ, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели и стандартным способом при коррекции ПА у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат ИК. ФЭК с имплантацией ИОЛ, рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле, для коррекции ПА у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом была выполнена на II этапе хирургического лечения у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы.

Стабилизация клиничко-функциональных показателей у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы после имплантации на I этапе ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ была отмечена к 12 мес. после операции. Было отмечено статистически сопоставимое ( $p>0,05$ ) повышение НКОЗ, КОЗ, снижение РАПП, РАЗП роговичного трансплантата, индексов SRI и SAI в течение 12 мес. наблюдения. Невысокое значение остроты зрения через 12 мес. после операции у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы было связано с наличием катаракты и иррегулярного РА, но уже значительно меньшей

степени, чем был до операции. У всех пациентов улучшилась сферичность и регулярность роговичного трансплантата, подтверждающаяся снизившимися значениями кератотопографических индексов. Через 12 мес. после I этапа лечения у всех пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы был выполнен II этап – ФЭК с имплантацией ИОЛ. Стабилизация клинико-функциональных показателей у данных пациентов после выполнения на II этапе ФЭК с имплантацией ИОЛ наступала к 3 мес. после операции. Были выявлены статистически значимая разница в повышение НКОЗ ( $p < 0,05$ ) и различие в Sph ( $p < 0,05$ ) после операции. Через 3 мес. после операции у пациентов 3-й подгруппы ПВ группы по сравнению с пациентами 2-й подгруппы ПВ группы было отмечено статистически значимое большее повышение НКОЗ в 1,7 раза, КЭф – в 1,4 раза ( $1,4 \pm 0,06$  и  $2,0 \pm 0,08$  соответственно) и отсутствие гиперметропической рефракции, что связано с более точным попаданием в целевую рефракцию в связи с выполнением к ней поправки в соответствии с разработанной формулой. У пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы было отмечено статистически сопоставимое снижение Су1, РАПР роговичного трансплантата, повышение КОЗ и значения коэффициента безопасности ( $3,1 \pm 0,08$  и  $3,0 \pm 0,09$  соответственно). Невысокая КОЗ у пациентов 2-й и 3-й подгрупп ПВ группы после операции связана с остаточным иррегулярным РА.

Для определения оптимального метода оптической коррекции ПА был разработан алгоритм по дифференцированному подходу к лечению данной категории пациентов в зависимости от исходной прозрачности хрусталика, при котором учитываются вид и степень клинической рефракции при прозрачном хрусталике, а также форма, вид и величина РА при катаракте, позволяющий получить наиболее эффективный, безопасный и стабильный оптический и рефракционный результат.

Для решения данной задачи по разработанным формулам был рассчитан максимальный рефракционный результат коррекции Су1 и Sph при имплантации ИК и ИРС с учетом минимальной безопасной глубины их имплантации в роговичный трансплантат. Из результатов, полученных при проведении сравнительного клинико-функционального анализа результатов коррекции ПА ЖГСЛ, методами имплантации ИК и ИРС с применением ФСЛ, наибольшую эффективность и безопасность показало применение ЖГСЛ (КЭф

–  $2,8 \pm 0,12$ , коэффициент безопасности –  $2,8 \pm 0,11$ ) по сравнению с имплантации ИК (Кэфф –  $0,75 \pm 0,18$ , Кб –  $2,24 \pm 0,13$ ) и ИРС (КЭф –  $0,67 \pm 0,16$ , коэффициент безопасности –  $2,21 \pm 0,19$ ). Таким образом, алгоритм оптической коррекции ПА у пациентов с прозрачным хрусталиком начинается с подбора ЖГСЛ (Рисунок 2).

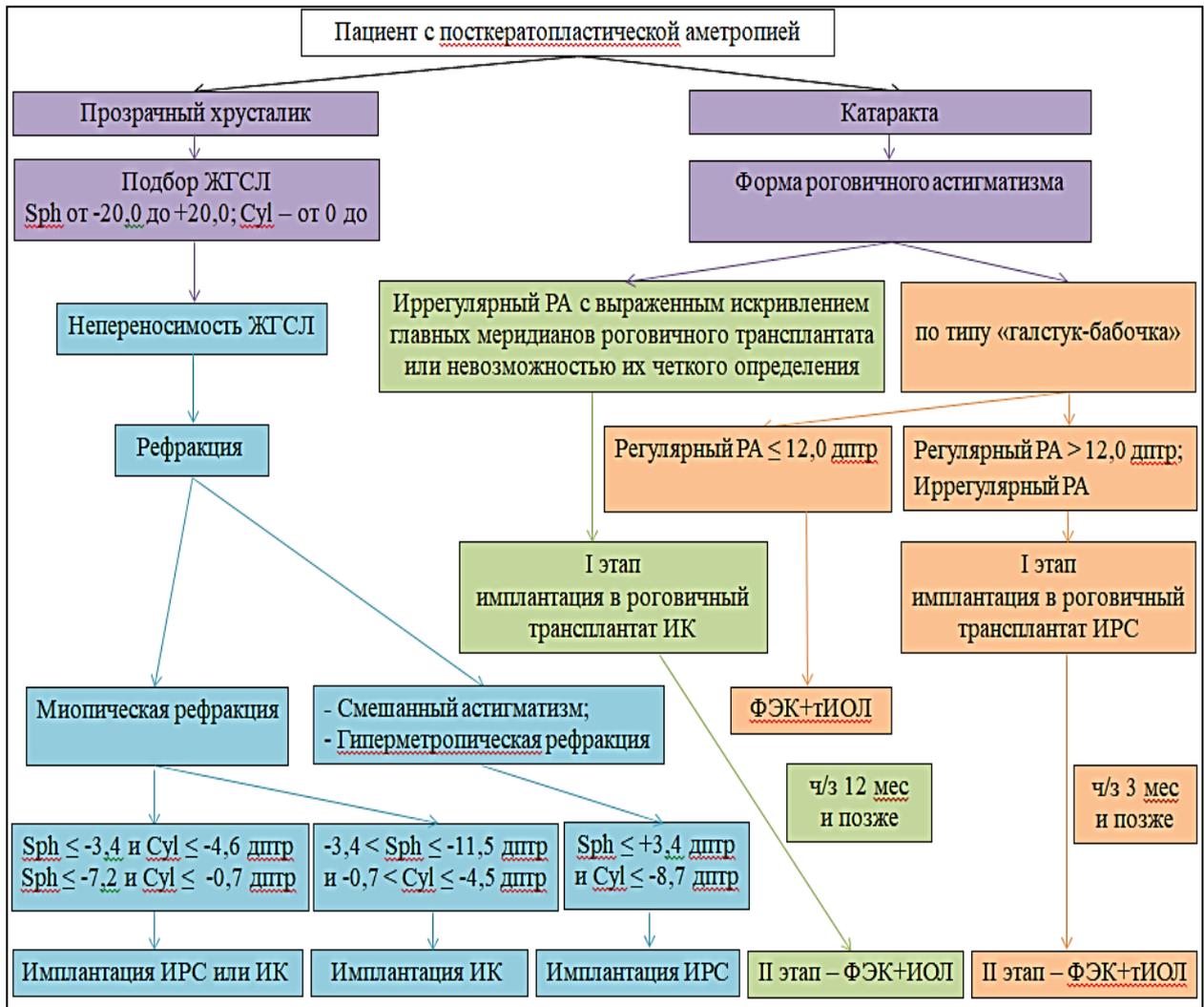


Рисунок 2 – Алгоритм оптической коррекции посткератопластической аметропии

Однако у ряда пациентов может возникать непереносимость ЖГСЛ. У таких пациентов для коррекции ПА применяется имплантация ИК и ИРС. Выбор наиболее оптимального интрастромального импланта зависит от вида, степени клинической рефракции ПА и его максимальной рефракционной коррекции. Таким образом, для коррекции миопической рефракции ПА при Sph

не более -3,4 дптр и  $Cyl$  не более -4,6 дптр, а также при  $Sph$  не превышающем -7,2 дптр и  $Cyl$  не превышающем -0,7 дптр назначаются как имплантация ИК, так и ИРС в роговичный трансплантат. При коррекции  $Sph$  от -3,4 до -11,5 дптр включительно и  $Cyl$  от -0,7 до -4,5 дптр включительно применяется имплантация ИК в роговичный трансплантат. Для коррекции смешанного астигматизма, гиперметропической рефракции при  $Sph$  не более +3,4 дптр и  $Cyl$  не более -8,7 дптр назначается имплантация ИРС в роговичный трансплантат.

Выбор хирургической коррекции ПА у пациентов с катарактой начинается с определения формы РА. При форме РА по типу «галстук-бабочка» оценивается вид РА: регулярный или иррегулярный. При регулярном РА определяется его значение: более -12,0 дптр или -12,0 дптр и менее. При регулярном РА со значением не более -12,0 дптр пациенту выполняется ФЭК с имплантацией тИОЛ, рассчитанной по предложенному методу. При значении регулярного РА более -12,0 дптр и иррегулярном РА по типу «галстук-бабочка» применяется комбинированный способ коррекции ПА, заключающийся в имплантации на I этапе ИРС в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, затем через 3 мес. и позже – проведение ФЭК с имплантацией тИОЛ. При наличии иррегулярного РА с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения у пациента выполняется комбинированный способ коррекции ПА, заключающийся в имплантации на I этапе ИК в роговичный трансплантат с применением ФСЛ, затем через 12 мес. и позже – проведение ФЭК с имплантацией ИОЛ, рассчитанной с учетом поправки к рефракции цели по разработанной формуле.

## **ВЫВОДЫ**

1. Разработана система оптической реабилитации пациентов с посткератопластической аметропией на основе применения контактной коррекции и современных микроинвазивных хирургических технологий, заключающаяся в выборе наиболее оптимального метода ее коррекции в зависимости от индивидуальных клиничко-функциональных данных пациента, позволяющая получить высокий рефракционный и зрительный результат в

соответствии с разработанным алгоритмом по дифференцированному подходу к лечению данной категории пациентов.

2. Определены критерии оптимизации существующих методов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком, заключающиеся в разработке формул расчета рефракционного результата при имплантации интрастромальных колец и сегментов для устранения рефракционного гипоеффекта, а также оптимизации конструкции жестких газопроницаемых склеральных линз для снижения потери плотности клеток переднего эпителия центральной оптической зоны роговичного трансплантата, которая составила у поверхностного слоя 21,9%, у слоя крыловидных клеток – 19,5%, у базального слоя – 15,1%.

3. Разработана оптимизированная технология коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком, заключающаяся в персонализированном применении разработанных формул расчета рефракционного результата при имплантации интрастромальных колец и сегментов с учетом их параметров и глубины имплантации и использовании жестких газопроницаемых склеральных линз, изготовленных из материала с высокой кислородной проницаемостью 180 ед. и фенестрациями на 6 и 12 часах.

4. Применение разработанной оптимизированной технологии коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком позволяет за счет точного расчета рефракционного результата повысить эффективность имплантации интрастромального кольца для коррекции миопической рефракции, увеличив некорригированную остроту зрения в 1,7 раза, интрастромальных роговичных сегментов для коррекции миопической рефракции, повысив некорригированную остроту зрения в 2,1 раза, а также интрастромальных роговичных сегментов для коррекции смешанного астигматизма и гиперметропической рефракции, повысив некорригированную остроту зрения в 1,5 раза; за счет применения жестких газопроницаемых склеральных линз, изготовленных из материала с высокой кислородной проницаемостью и фенестрациями, снизить потерю плотности клеток переднего эпителия в центральной оптической зоне роговичного

трансплантата: поверхностного слоя на 10,8%, слоя крыловидных клеток – на 9,9% и базального слоя – на 6,4%.

5. Определен наиболее предсказуемый метод расчета торической интраокулярной линзы при выполнении факоэмульсификации для коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой, заключающийся в учете значений кератометрии и расположения главных меридианов передней поверхности роговичного трансплантата, измеренных с помощью кератотопографа, работающего с использованием принципа колец Пласидо, и задней поверхности роговичного трансплантата – с помощью оптического когерентного томографа роговицы или шеймпфлюг-кератотопографа, обеспечивающий попадание в послеоперационную рефракцию по сферическому компоненту в пределах  $\pm 0,5$  дптр в 58% случаев и в  $\pm 1,0$  дптр – в 67% случаев, по цилиндрическому компоненту в пределах  $-0,5$  дптр в 56% случаев и  $-1,0$  дптр – в 89% случаев.

6. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой методом ее факоэмульсификации с имплантацией торической интраокулярной линзы, рассчитанной по выбранному наиболее предсказуемому методу, в сравнении со стандартным методом, показал достижение более высоких значений некорригированной остроты зрения в 1,4 раза, в связи с большим попаданием в запланированную рефракцию по сферическому компоненту в пределах  $\pm 0,5$  дптр на 28%,  $\pm 1,0$  дптр – на 17%, по цилиндрическому компоненту в пределах  $-0,5$  дптр – на 36%,  $-1,0$  дптр – на 39% случаев.

7. Разработаны хирургические методы коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой, заключающиеся в применении при регулярном роговичном астигматизме более  $-12,0$  дптр и иррегулярном роговичном астигматизме по типу «галстук-бабочка» на I этапе имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтолазера, на II этапе – факоэмульсификации катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы, при иррегулярном роговичном астигматизме с выраженным искривлением его главных меридианов или невозможностью их четкого определения на I этапе имплантации

интрастромального кольца с применением фемтолазера, на II этапе – факоэмульсификации катаракты с имплантацией интраокулярной линзы.

8. На основании математических расчетов разработана формула поправки к рефракции цели в зависимости от среднего значения кератометрии при расчете оптической силы интраокулярной линзы у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом, позволяющая получить запланированный рефракционный результат.

9. Анализ клинико-функциональных результатов коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой и имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом методом факоэмульсификации с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной по разработанной формуле поправки к рефракции цели, в сравнении со стандартным методом показал точное попадание в запланированную рефракцию и получение более высокого значения некорригированной остроты зрения в 1,6 раза.

10. Разработан алгоритм дифференцированного подхода к выбору оптимального метода оптической коррекции посткератопластической аметропии в зависимости от исходной прозрачности хрусталика, при котором учитываются вид и степень клинической рефракции, а также форма, вид и величина роговичного астигматизма, позволяющий получить наиболее эффективный, безопасный и стабильный оптический и рефракционный результат.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Коррекцию посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком рекомендуется начинать с подбора жестких газопроницаемых склеральных линз; при непереносимости жестких газопроницаемых склеральных линз применять имплантацию интрастромальных колец и сегментов.

2. Для коррекции миопической рефракции посткератопластической аметропии показаны:

- имплантация интрастромального кольца или роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера при сферическом компоненте рефракции не более -3,4 дптр и цилиндрическом компоненте рефракции не более -4,6 дптр, а также при сферическом компоненте рефракции, не превышающем -7,2 дптр и цилиндрическом компоненте рефракции, не превышающем -0,7 дптр;

- имплантация интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера при коррекции сферического компонента рефракции от -3,4 до -11,5 дптр включительно и цилиндрического компонента рефракции от -0,7 до -4,5 дптр включительно;

- имплантация интрастромальных роговичных сегментов в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера для коррекции смешанного, простого гиперметропического астигматизмов, а также гиперметропической рефракции при сферическом компоненте рефракции не более +3,4 дптр и цилиндрическом компоненте рефракции не более -8,7 дптр.

3. Оптимальными параметрами интрастромального кармана, сформированного по оптимизированной технологии в роговичном трансплантате с применением фемтолазера, являются: глубина – 80% от минимальных данных пахиметрии, диаметр – не менее 7,5 мм и расположение в пределах роговичного трансплантата.

4. При расчете рефракционного эффекта коррекции посткератопластической аметропии методами имплантации интрастромальных колец и сегментов с применением фемтосекундного лазера необходимо использовать разработанные формулы, учитывающие параметры интрастромальных колец и сегментов и глубину их имплантации у каждого пациента.

5. При коррекции посткератопластической аметропии у пациентов с прозрачным хрусталиком жесткими газопроницаемыми склеральными линзами необходимо применять линзы, изготовленные из материала с высоким коэффициентом кислородопроницаемости не менее 180 ед. и фенестрациями на 6 и 12 часах.

6. При расчете оптической силы и торического компонента интраокулярной линзы необходимо использовать калькуляторы, учитывающие кератометрические показатели обеих поверхностей роговичного трансплантата.

7. При расчете оптической силы и торического компонента интраокулярной линзы целесообразно использовать кератометрические данные передней поверхности роговичного трансплантата, измеренные при помощи кератотопографа, работающего с использованием колец Пласидо, и для измерения кератометрических показателей задней поверхности роговичного трансплантата – оптического когерентного томографа роговицы или шеймпфлюг-кератотопографа.

8. При расчете оптической силы интраокулярной линзы при факоэмульсификации катаракты у пациентов с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом необходимо выполнять поправку к рефракции цели по разработанной формуле расчета.

9. У пациентов с катарактой выбор метода хирургической коррекции посткератопластической аметропии начинается с определения формы, вида и величины роговичного астигматизма:

- при регулярной форме роговичного астигматизма со значением не более -12,0 дптр пациенту выполняется экстракция катаракты с имплантацией торической интраокулярной линзы;

- при значении регулярного роговичного астигматизма более -12,0 дптр или иррегулярной форме роговичного астигматизма по типу «галстук-бабочка» применяется комбинированный способ коррекции посткератопластической аметропии, заключающийся в имплантации на I этапе ИРС в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера, затем через 3 мес. и позже – проведение экстракции катаракты с имплантацией интраокулярной линзы;

- при наличии иррегулярного роговичного астигматизма с выраженным искривлением главных меридианов роговичного трансплантата или невозможностью их четкого определения выполняется комбинированный способ коррекции посткератопластической аметропии, заключающийся в имплантации на I этапе интрастромального кольца в роговичный трансплантат с применением фемтосекундного лазера, затем через 12 мес. и позже –

проведение экстракции катаракты с имплантацией интраокулярной линзы, рассчитанной с поправкой к рефракции цели по разработанной формуле.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Предварительные клинико-функциональные результаты коррекции астигматизма после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера / Н.А. Поздеева, И.Л. Куликова, А.Е. Терентьева, **М.В. Сеницын** // Вестник ВолгГМУ. – 2020. – Т.76, № 4. – С. 169-172. DOI: 10.19163/1994-9480-2020-4(76)-169-172.

2. Коррекция индуцированного астигматизма и сопутствующей миопии высокой степени методом имплантации кольца MyoRing с применением фемтосекундного лазера / Н.А. Поздеева, И.Л. Куликова, **М.В. Сеницын**, А.Е. Терентьева // Офтальмохирургия. – 2020. – № 4. – С. 73-76. DOI: 10.25276/0235-4160-2020-4-73-76.

3. Коррекция посткератопластического астигматизма методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с фемтосопровождением / Н.А. Поздеева, **М.В. Сеницын**, А.Е. Терентьева, О.В. Шленская // Acta biomedica scientifica. – 2021. – Т. 6, № 6 - 1. – С. 48-55. DOI: 10.29413/abs.2021-6.6-1.6.

4. Pozdeyeva, N.A. Femtosecondlaser-assisted intrastromal MyoRing implantation for correction of irregular astigmatism after penetrating keratoplasty and high myopia / N.A. Pozdeyeva, **M.V. Sinitsyn**. - DOI: 10.4103/ijo.IJO\_1053\_20. // Indian J. Ophthalmol. Case Rep. - 2021. - № 1. – С. 88-90.

5. Коррекция астигматизма после сквозной кератопластики методом имплантации интрастромальных роговичных сегментов с применением фемтосекундного лазера / **М.В. Сеницын**, А.Е. Терентьева, Т.Г. Толмачева, Н.А. Поздеева // Офтальмохирургия. – 2022. – № 1. – С. 20-25. DOI: 10.25276/0235-4160-2022-1-20-25.

6. **Сеницын, М.В.** Коррекция посткератопластической аметропии у пациентов с катарактой / М.В. Сеницын, Н.А. Поздеева // Офтальмологические ведомости. – 2022. – Т. 15. – № 2. – С. 27-33. DOI: 10.17816/OV109153.

7. **Синицын, М.В.** Факоэмульсификация у пациентов после ранее выполненной имплантации цельного интрастромального кольца в роговичный трансплантат / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Офтальмологические ведомости. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 27-33. DOI: 10.17816/OV114728.

8. **Синицын, М.В.** Контактная коррекция посткератопластической аметропии у пациентов после глубокой передней послойной кератопластики / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева, С.Г. Бодрова // The EYE ГЛАЗ. – 2022. – Т. 24, № 4. – С. 13-17. DOI: 10.33791/2222-4408-2022-4-13-17.

9. **Синицын, М.В.** Коррекция посткератопластической аметропии методом имплантации интрастромальных имплантов с применением фемтосекундного лазера / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Вестник Ташкентской медицинской академии. – 2022. – № 6. – С. 106-109.

10. **Синицын, М.В.** Анализ аберраций роговичного трансплантата после имплантации цельного интрастромального кольца / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Современные проблемы науки и образования. – 2023. – № 2. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=32495> (дата обращения: 24.04.2025). – Текст: электронный. DOI: 10.17513/spno.32495.

11. Оптические методы коррекции посткератопластической аметропии / **М.В. Синицын, А.Е. Терентьева, Т.Г. Толмачева, Н.А. Поздеева** // Офтальмохирургия. – 2023. – № 2. – С. 92-97. DOI: 10.25276/0235-4160-2023-2-92-97.

12. **Синицын, М.В.** Клинический случай комбинированного способа коррекции иррегулярного посткератопластического астигматизма у пациента с катарактой / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Офтальмологические ведомости. – 2023. – Т. 16, № 2. – С. 99-107. DOI: 10.17816/OV109620.

13. **Синицын, М.В.** Коррекция иррегулярного посткератопластического астигматизма у пациентов с катарактой / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // The EYE ГЛАЗ. – 2023. – Т. 25, № 2. – С. 99-107. DOI: 10.33791/2222-4408-2023-2-99-107.

14. **Синицын, М.В.** Сравнительный анализ коррекции иррегулярного посткератопластического астигматизма склеральными линзами и имплантацией интрастромального кольца / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Acta biomedica scientifica. – 2023. – Т. 8, № 4. – С. 199-206. DOI: 10.29413/ABS.2023-8.4.22.

15. **Синицын, М.В.** Комплексный этапный подход к лечению болезни трансплантата у пациента с имплантированной иридохрусталиковой диафрагмой и сопутствующей посткератопластической аметропией (клинический случай) / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева, А.Е. Терентьева // Офтальмология. – 2023. – Т. 20, № 3. – С. 563-571. DOI: 10.18008/1816-5095-2023-3-563-571.

16. Применение склеральных линз для коррекции посткератопластической аметропии / **М.В. Синицын**, Н.А. Поздеева, С.Г. Бодрова [и др.] // Офтальмохирургия. – 2023. – № 3S. – С. 49-53. DOI: 10.25276/0235-4160-2023-3S-49-53.

17. **Синицын, М.В.** Клинический случай комбинированного способа коррекции посткератопластического астигматизма высокой степени у пациента с катарактой / М.В. Синицын, Н.А. Поздеева // Acta biomedica scientifica. – 2023. – Т. 8, № 6. – С. 170-177. DOI: 10.29413/ ABS.2023-8.6.16.

18. **Синицын, М.В.** Комбинированный хирургический метод коррекции высокого регулярного и иррегулярного посткератопластического астигматизма у пациентов с катарактой / М.В. Синицын, А.А. Воскресенская, Н.А. Поздеева // Современные проблемы науки и образования. – 2024. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=33786> (дата обращения: 24.04.2025). – Текст: электронный. DOI: 10.17513/spno.33786.

19. **Синицын, М.В.** Сравнительный анализ способов расчета торической интраокулярной линзы у пациентов после сквозной кератопластики / М.В. Синицын, А.А. Воскресенская, Н.А. Поздеева // Вестник РГМУ. - 2024. - № 6. – URL: <https://vestnik.rsmu.press/archive/2024/6/12/abstract?lang=ru> (дата обращения: 24.04.2025). – Текст: электронный. DOI:10.24075/vrgmu.2024.063.

## **ПАТЕНТЫ РФ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Патент 2737221 РФ, А61F 9/007. Способ коррекции индуцированного посткератопластического астигматизма и миопии высокой степени / Поздеева Н.А., Куликова И.Л., **Синицын М.В.**, Терентьева А.Е., Гагловой А.В.; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад.

С.Н. Федорова (RU). – № 2020108355; заявл. 27.02.2020; опубл. 26.11.2020, Бюл. № 33. – 7 с.

2. Патент 2773800 РФ, А61F 9/007. Способ интраоперационной минимизации степени посткератопластической аметропии / Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**, Толмачева Т.Г., Терентьева А.Е., Тихонов Н.М.; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). - № 2021124650; заявл. 19.08.2021; опубл. 09.06.2022, Бюл. № 16. – 10 с.

3. Патент 2795959 РФ, А61F 9/007. Способ расчета оптической силы интраокулярной линзы при экстракции катаракты у пациента после имплантации интрастромального кольца MyoRing в роговичный трансплантат / Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). - № 2022111317; заявл. 26.04.2022; опубл. 15.05.2023, Бюл. № 14. – 6 с.

4. Патент 2798187 РФ, А61F 9/007. Способ определения метода коррекции роговичного астигматизма у пациентов после сквозной и глубокой передней послойной кератопластик с помутнением хрусталика / Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). – № 2022113394; заявл. 19.05.2023; опубл. 16.06.2023, Бюл. № 17. – 9 с.

5. Патент 2801958 РФ, А61F 9/007. Способ расчета рефракционного эффекта при имплантации интрастромального кольца / Поздеева Н.А., Куликова И.Л., **Синицын М.В.**, Терентьева А.Е., Авершина Л.А., Бауэр С.М., Корников В.В.; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). – № 2023105171; заявл. 07.03.2023; опубл. 21.08.2023, Бюл. №24. – 8 с.

6. Патент 2811823 РФ, А61F 9/007. Способ расчета рефракционного эффекта при имплантации интрастромальных сегментов в роговичный трансплантат / Поздеева Н.А., **Синицын М.В.**; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). – № 2023127727; заявл.27.10.2023; опубл. 17.01.2024, Бюл. № 2. – 13 с.

7. Патент 2825707 РФ, А61F 9/007. Способ расчета поправки послеоперационного сферического компонента рефракции при экстракции

катаракты у пациента с имплантированным в роговичный трансплантат интрастромальным кольцом / Поздеева Н.А., Сеницын М.В.; заявитель и патентообладатель ФГАУ «НМИЦ «МНТК «Микрохирургия глаза» им. акад. С.Н. Федорова (RU). – № 2023135594; заявл.27.12.2023; опубл. 28.08.2024, Бюл. № 25. – 8 с.

### СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЖГСЛ – жесткая газопроницаемая склеральная линза	РА – роговичный астигматизм
ИК – интрастромальное кольцо	РАЗП – роговичный астигматизм задней поверхности
ИОЛ – интраокулярная линза	РАПП – роговичный астигматизм передней поверхности
ИРС – интрастромальный роговичный сегмент	СКП – сквозная кератопластика
КОЗ – скорригированная острота зрения	ТИОЛ – торическая интраокулярная линза
Кср – среднее значение кератометрии	ФСЛ – фемтосекундный лазер
КЭф – коэффициент эффективности	ФЭК – фактоэмульсификация катаракты
ЛАЗИК – лазерный кератомилез in situ	Сул – цилиндрический компонент рефракции
МТРТ – минимальная толщина роговичного трансплантата	SAI – индекс асимметрии поверхности роговицы (surface asymmetry index)
НКОЗ – некорригированная острота зрения	Sph – сферический компонент рефракции
ОКТ – оптическая когерентная томография	SRI – индекс регулярности поверхности роговицы (surface regularity index)
ПА – посткератопластическая аметропия	
ПЭК – плотность эндотелиальных клеток	